

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA MESTRADO
NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

PÂMELA SOFIA KRZSYNSKI

ENTENDENDO AS FASES DA LUA A PARTIR DE UM MATERIAL
INSTRUCIONAL BASEADO NO MÉTODO DE ORIENTAÇÃO INDIRETA

PONTA GROSSA
2020

PÂMELA SOFIA KRZSYNSKI

ENTENDENDO AS FASES DA LUA A PARTIR DE UM MATERIAL
INSTRUCIONAL BASEADO NO MÉTODO DE ORIENTAÇÃO INDIRETA

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

Orientador: Prof. Dr. Gerson Kniphoff da Cruz

PONTA GROSSA
2020

K94 Krzysynski, Pamela Sofia
Entendendo as fases da lua a partir de um material instrucional baseado no método de orientação indireta / Pamela Sofia Krzysynski. Ponta Grossa, 2020. 129 f.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física - Área de Concentração: Física na Educação Básica), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Gerson Kniphoff da Cruz.

1. Ensino de física. 2. Óptica geométrica. 3. Fases da lua. I. Cruz, Gerson Kniphoff da. II. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Física na Educação Básica. III.T.

CDD: 530.1

PÂMELA SOFIA KRZYSYNSKI

ENTENDENDO AS FASES DA LUA A PARTIR DE UM MATERIAL
INSTRUCIONAL BASEADO NO MÉTODO DE ORIENTAÇÃO INDIRETA

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), pela seguinte banca examinadora:

Ponta Grossa 16 de julho de 2020.

Prof. Dr. Gerson Kniphoff da Cruz - (UEPG) – Presidente
Prof. Dr. Antônio Sergio Magalhães de Castro - (UEPG)
Profa. Dra. Jaqueline Aparecida Ribaski Borges - (FATEB)



Documento assinado eletronicamente por **Gerson Kniphoff da Cruz, Professor(a)**, em 16/07/2020, às 10:50, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Antonio Sergio Magalhaes de Castro, Professor(a)**, em 16/07/2020, às 10:53, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **JAQUELINE APARECIDA RIBASKI BORGES, Usuário Externo**, em 16/07/2020, às 10:57, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.uepg.br/autenticidade> informando o código verificador **0248596** e o código CRC **98E51D50**.

Dedico a todos que acreditam na educação como sendo a melhor maneira de contribuir para a formação do ser humano, tornando-o apto para conviver em sociedade.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pelo apoio ao Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF).

À Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) por disponibilizar ensino público de qualidade.

Ao meu orientador Professor Dr. Gerson Kniphoff da Cruz pela parceria e apoio durante toda a realização desse trabalho.

Aos professores do Departamento de Física da Universidade Estadual de Ponta Grossa, que participaram direta ou indiretamente no desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu esposo Danilo Flügel Lucas por todo afeto, compreensão, parceria e apoio recebido durante esses anos de estudos.

Aos amigos pelo apoio e incentivo durante esse período de realização do mestrado.

Aos colegas da Turma do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 35 da UEPG pelo apoio e parceria nos estudos.

RESUMO

O Ensino da Óptica na maioria das vezes é desenvolvido de forma expositiva, a partir da memorização de fórmulas e resolução de exercícios com situações que não condizem com a realidade dos estudantes. Levando em conta a forma com que é trabalhado na maioria das instituições, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um material instrucional que aborda conceitos básicos da óptica geométrica e que são necessários para o entendimento de um fenômeno físico presente no dia a dia das pessoas: as fases da Lua. Com base nas concepções da teoria de aprendizagem de Bruner foi desenvolvida a aplicação do material instrucional em sala de aula com 28 alunos em uma turma de terceiro ano do ensino médio da educação básica do estado do Paraná, no município de Castro. A aplicação foi dividida em seis etapas sendo que cada etapa dependia da precedente. O método adotado considera que os estudantes possuem participação fundamental no seu próprio processo de aprendizagem, e o professor não expõe os conceitos explicitamente, mas fornece diretrizes para que os estudantes sejam capazes de tirar suas conclusões sobre o que estão aprendendo. O professor guia seus estudantes para eles alcancem os objetivos propostos em cada etapa das atividades. O uso do material instrucional mostrou-se eficaz no decorrer do seu desenvolvimento e aplicação. As aulas ocorreram de forma progressiva, revelando a efetividade da aprendizagem quando os estudantes desenvolvem por si só as atividades e entendem o que lhes é proposto. Ou seja, quando a responsabilidade do aprendizado é transferida para o estudante.

Palavras-chave: Ensino de Física, Óptica Geométrica, Fases da Lua.

ABSTRACT

The Optics teaching is often developed by an expositive form, from the memorization of formulas and resolution of exercises with situations that are not consistent with the students' reality. Considering the way it has been developed in most of the institutions, this research work requested for developing an educational product that considers basic concepts that are related to geometric optics, and that are necessary to the comprehension of a physical phenomenon present in the daily lives of humans: the moon phases. Based on the conceptions of Bruner's learning theory, it was developed the application of instructional material in the classroom with 28 students in a third year class of basic education in the state of Parana, at town of Castro. The application of the instructional material in the classroom has been divided into six steps, in which each step depends on the previous one. The adopted method was based on the fact that the students must have a fundamental participation in the learning process, in which the teacher does not explain the concepts in an explicit manner, but provides guidelines so the students will be able to draw their own conclusions about what they have been learning. The teacher guides the students for achieving the proposed objectives at each stage of the activities. The use of the instructional material has proved to be effective in its development and application. The classes occurred progressively, revealing that the learning effectiveness occurs when the students develop the activities by themselves and understand what is planned. In the words, when the learning responsibility is transferred to the student.

Keywords: Physics Teaching, Geometric Optics, Moon Phases.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Representação que demonstra que o raio incidente, o raio refletido e a normal estão no mesmo plano de reflexão.	17
Figura 2 –	Representação da reflexão difusa da luz em uma superfície.....	18
Figura 3 –	Fases da Lua vista do hemisfério Sul do Planeta no mês de fevereiro de 2020.....	22
Figura 4 –	Representação de um eclipse solar visto da superfície da Terra.....	23
Figura 5 –	Representação do Eclipse Lunar visto da superfície da Terra.	24
Figura 6 –	Representação da linha dos nodos do plano Lunar com o plano da órbita da Terra.	24
Figura 7 –	Representação da formação dos eclipses. Os eclipses acontecem quando Sol-Terra-Lua estão alinhados na Lua Nova (eclipse do Sol) ou na Lua Cheia (eclipse do Lua).....	25
Figura 8 –	Representação gráfica do Eclipse Solar.	43
Figura 9 –	Representação gráfica do Eclipse Lunar.	44
Figura 10 –	Representação do plano orbital da Terra em relação a Lua.	46
Figura 11 –	Representação de como ocorre a Lua de Sangue.	46
Figura 12 –	Representação das palavras mais usadas para descrever o que os estudantes estavam observando na primeira etapa, respondendo à pergunta 01 da Atividade 01.....	49
Figura 13 –	Rede de similitude das palavras mais usadas para descrever o que os estudantes estavam observando na primeira etapa, respondendo à pergunta 01 da Atividade 01.....	49
Figura 14 –	Representação das palavras mais usadas para descrever o que os estudantes estavam observando na primeira etapa, respondendo à pergunta 02 da Atividade 01.....	50
Figura 15 –	Rede de similitude das palavras mais usadas para descrever o que os estudantes estavam observando na primeira etapa, respondendo à pergunta 02 da Atividade 01.....	50
Figura 16 –	Representação das palavras mais usadas para descrever o que os estudantes estavam observando na primeira etapa, respondendo à pergunta 03 da Atividade 01.....	51

Figura 17 – Rede de similitude das palavras mais usadas para descrever o que os estudantes estavam observando na primeira etapa, respondendo à pergunta 03 da Atividade 01.....	51
Figura 18 – Representação das palavras mais usadas para descrever o que os estudantes estavam observando na primeira etapa, respondendo à pergunta 04 da Atividade 01.....	52
Figura 19 – Rede de similitude das palavras mais usadas para descrever o que os estudantes estavam observando na primeira etapa, respondendo à pergunta 03 da Atividade 01.....	52
Figura 20 – Representação das palavras mais usadas para descrever o que os estudantes estavam observando na terceira etapa, respondendo à pergunta 01 da Atividade 02.....	53
Figura 21 – Rede de similitude das palavras mais usadas para descrever o que os estudantes estavam observando na terceira etapa, respondendo à pergunta 01 da Atividade 02.....	54
Figura 22 – Representação das palavras mais usadas para descrever o que os estudantes estavam observando na terceira etapa, respondendo à pergunta 02 da Atividade 02.....	55
Figura 23 – Rede de similitude das palavras mais usadas para descrever o que os estudantes estavam observando na terceira etapa, respondendo à pergunta 02 da Atividade 02.....	55
Figura 24 – Representação das palavras mais usadas para descrever o que os estudantes estavam observando na terceira etapa, respondendo à pergunta 03 da Atividade 02.....	56
Figura 25 – Rede de similitude das palavras mais usadas para descrever o que os estudantes estavam observando na terceira etapa, respondendo à pergunta 03 da Atividade 02.....	57
Figura 26 – Representação das palavras mais usadas para descrever o que os estudantes estavam observando na terceira etapa, respondendo à pergunta 04 da Atividade 02.....	58
Figura 27 – Rede de similitude das palavras mais usadas para descrever o que os estudantes estavam observando na terceira etapa, respondendo à pergunta 04 da Atividade 02.....	58

Figura 28 – Representação das palavras mais usadas para descrever o que os estudantes responderam referente a questão 01 da Atividade Avaliativa.....	63
Figura 29 – Rede de similitude das palavras mais usadas para descrever o que os estudantes responderam referente a questão 01 da Atividade Avaliativa.....	63
Figura 30 – Representação das palavras mais usadas para descrever o que os estudantes responderam referente a questão 03 da Atividade Avaliativa.....	64
Figura 31 – Rede de similitude das palavras mais usadas para descrever o que os estudantes responderam referente a questão 03 da Atividade Avaliativa.....	65
Figura 32 – Representação das palavras mais usadas para descrever o que os estudantes responderam referente a questão 04 da Atividade Avaliativa.....	66
Figura 33 – Rede de similitude das palavras mais usadas para descrever o que os estudantes responderam referente a questão 04 da Atividade Avaliativa.....	66

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 – Fase quarto – crescente da Lua.	20
Fotografia 2 – Fase Cheia da Lua.	20
Fotografia 3 – Fase quarto – minguante da Lua.	21
Fotografia 4 – Fase Nova da Lua.	21
Fotografia 5 – Material instrucional utilizado no desenvolvimento das aulas.	36
Fotografia 6 – Observação a partir da posição 01.	37
Fotografia 7 – Observação a partir da posição 02.	37
Fotografia 8 – Observação a partir da posição 03.	38
Fotografia 9 – Observação a partir da posição 04.	38
Fotografia 10 – Mudança de referencial para observação do experimento.	41
Fotografia 11 – Representação das doze posições observadas no experimento.	41
Fotografia 12 – Representação do que os estudantes observaram em cada posição.	42
Fotografia 13 – Representação das fases da Lua conforme observado no experimento.	42
Fotografia 14 – Representação eclipse solar realizada pelos estudantes.	44
Fotografia 15 – Foto da representação do Eclipse Solar visto de dentro do material instrucional.	44
Fotografia 16 – Representação do eclipse lunar realizada pelos estudantes.	45
Fotografia 17 – Foto da representação do eclipse lunar visto de dentro do material instrucional.	45
Fotografia 18 – Mudança de referencial para observação da esfera.	59
Fotografia 19 – Representação da parte iluminada realizada por um estudante na quinta etapa da atividade.	60
Fotografia 20 – Representação esperada por parte dos estudantes na quinta etapa da atividade.	61

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Porcentagem de acertos referente a quinta etapa da atividade.	61
Gráfico 2 – Representação do resultado das respostas dadas para a pergunta 02 da Atividade Avaliativa 01.....	64

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	APRESENTAÇÃO	13
2	SURGIMENTO DA ÓPTICA GEOMÉTRICA	15
2.1	ASPECTOS HISTÓRICOS	15
2.1.1	Características da Luz	16
2.1.2	Reflexão da Luz	17
2.2	FASES DA LUA.....	19
2.2.1	Translação e Rotação da Lua	22
2.2.2	Eclipses da Lua e do Sol	23
2.2.2.1	Eclipse solar	23
2.2.2.2	Eclipse lunar.....	23
3	REFERENCIAL TEÓRICO	26
3.1	ENSINO DE FÍSICA E A ÓPTICA NO ENSINO MÉDIO.....	26
3.2	REFERENCIAL DE ENSINO.....	30
4	MATERIAIS E METODOLOGIA	36
4.1	APLICAÇÃO DO MATERIAL INSTRUCIONAL EM SALA DE AULA	36
4.1.1	Primeira Etapa.....	36
4.1.2	Segunda Etapa.....	39
4.1.3	Terceira Etapa	40
4.1.4	Quarta Etapa.....	40
4.1.5	Quinta Etapa.....	41
4.1.6	Sexta Etapa.....	43
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	47
6	CONCLUSÕES	68
	REFERÊNCIAS	70
	APÊNDICE A – ATIVIDADE ESCRITA 01	72
	APÊNDICE B – ATIVIDADE REESCRITA 02	73
	APÊNDICE C – ATIVIDADE REPRESENTAÇÃO DAS DOZE POSIÇÕES	74
	APÊNDICE D – ATIVIDADE AVALIATIVA	75
	APÊNDICE E – SLIDES UTILIZADOS PARA AUXILIAR NA APLICAÇÃO DO MATERIAL INSTRUCIONAL	77
	APÊNDICE F – PRODUTO EDUCACIONAL	90

1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

A busca pela compreensão dos conceitos da óptica geométrica não é recente. A física, ao longo de sua evolução, procura por meio das leis e teorias desenvolvidas explicar suas aplicações e como é o seu estado atual no cotidiano das pessoas. Entretanto, no ensino, na maioria das vezes, a maneira com que é transposta, dificulta que o estudante consiga percebê-la em seu cotidiano. Pensando nisso, este trabalho propõe trabalhar conceitos fundamentais da óptica geométrica e a partir deles explicar fenômeno observado num elemento de nosso macrocosmo: as fases da lua.

O objetivo desse trabalho não é discutir as fases da lua e sua influência não-científica ou gravitacional no cotidiano das pessoas, mas apresentar um material instrucional que permita, a partir dele, entender o processo de formação das fases da lua. Tendo isso como premissa, os objetivos desta dissertação são:

Objetivo Geral:

- Elaborar um material instrucional que permita que a partir do entendimento de conceitos fundamentais da óptica geométrica o aprendiz possa transpor esses conceitos para o entendimento das fases da lua.

Objetivos Específicos:

- Estimular o ensino da óptica geométrica por meio de um material instrucional;
- Implementar no aprendiz a ideia de que ele é capaz de discutir e dar interpretações a fenômenos do dia a dia.

- Demonstrar ao estudante que a sua escrita é parte importante e fundamental na sua aprendizagem;

- Avaliar a aprendizagem do estudante com base nos resultados do material instrucional.

Tendo em vista tais objetivos esta dissertação foi estruturada da seguinte forma: o Capítulo 2 descreve o referencial físico dos conceitos da óptica geométrica que foram abordados com a aplicação do material instrucional em sala de aula, levando em consideração que todos os fenômenos luminosos se referem à luz visível. O Capítulo 3 apresenta um panorama do ensino de física e da Óptica no Ensino Médio, mostrando suas dificuldades seja na própria formação do professor ou nas barreiras encontradas em sala de aula e quais as propostas para este de acordo com as Leis de Diretrizes da Educação Básica e os Parâmetros

Curriculares Nacionais + (PCNs+) e o referencial de ensino utilizado para o desenvolvimento e aplicação do material em sala de aula. O Capítulo 4 apresenta a descrição de como o material instrucional foi aplicado em sala de aula e os passos realizados pelos estudantes em cada parte das atividades realizadas com o auxílio do material instrucional. O Capítulo 5 é destinado ao esclarecimento das atividades desenvolvidas pelos estudantes e em seus respectivos resultados da aplicação do material instrucional. E por fim o Capítulo 6 descreve as considerações finais da aplicação do material instrucional.

2 SURGIMENTO DA ÓPTICA GEOMÉTRICA

2.1 ASPECTOS HISTÓRICOS

O estudo para a compreensão da óptica tem historicamente as suas primeiras observações desde os tempos da idade antiga em meados do século IX a. C, até os dias atuais (SILVA, 2006). Neste trabalho leva-se em consideração algumas das principais contribuições desse desenvolvimento científico que foram e continuam sendo fundamentais para esse ramo da Física e o seu avanço tecnológico.

Os primeiros indícios desses estudos realizados pelos filósofos da Antiguidade dentre eles o filósofo Homero que segundo Silva (2006, p.3): “[...] elaborou um modelo de visão no qual esta ocorria quando raios luminosos, partindo dos olhos atingiam o objeto que estava sendo observados. Homero acreditava ser a luz formada por corpúsculos, sendo seus raios uma sequência de partículas”.

O modelo descrito por Homero considerava que a luz apresentava um caráter corpuscular, onde esse foi objeto de estudo posteriormente por Pitágoras (SILVA, 2006) que acreditava que o processo da visão era possível devido ao fato de que os raios luminosos eram provenientes dos objetos, existindo uma controvérsia entre seus pensamentos, entretanto, ambos consideravam a luz como de caráter corpuscular. Entre esses dois modelos, Platão adota uma teoria intermediária, em que segundo Rocha (2011, p.212): “[...] era admitida a existência de raios emanados dos olhos e raios emanados dos corpos luminosos e se atribuía a sensação de visão ao encontro desses raios. (ROCHA, 2011, p. 212)”.

Posteriormente Aristóteles considerava que a luz era um processo que ocorria dependendo de um determinado meio, e que um objeto luminoso tinha a capacidade de vibrar assim como o som de natureza vibratória. Essas ideias divergiam das concepções da teoria corpuscular e deu início a uma nova perspectiva para o caráter da luz.

[...] O caráter filosófico entre as ideias aristotélicas de um lado e as ideias pitagórico-plantonistas, principalmente, de outro, predominou até o século XVII, quando passou para o plano científico, com os trabalhos de Descartes (1637), Pierre de Fermat (1661), Isaac Newton (1670), Christian Huygens (1678), e outros . Até esta época (século XVII), o progresso científico no ramo da óptica envolvia, essencialmente, os fenômenos de reflexão e refração, descritos muito bem a partir de raio luminoso e dentro da concepção da luz como um feixe de partículas. (ROCHA, 2011, p. 213).

A partir da segunda parte do século XVII, as concepções ondulatórias da luz começam a se fortalecer e ganhar destaque no meio científico, tendo como precursores Christian Huygens,

Thomas Young e Augustin Fresnel (ROCHA, 2011). Entretanto, é nesse período do século XVII, que se tem conhecimento dos primeiros cinco fenômenos básicos da óptica: reflexão, refração, difração, interferência e polarização.

Na óptica geométrica, o seu eixo central é a suposição de que a luz se propaga em linha reta, indicada por meio de raios luminosos que são provenientes de uma fonte de luz, característica considerada para o desenvolvimento desse trabalho.

2.1.1 Características da Luz

Para que seja possível enxergar nitidamente os objetos ao nosso redor, distinguindo o seu formato, sua cor, seu volume, e demais características é necessário que esses objetos sejam iluminados por uma fonte de luz, que são classificadas em relação a sua emissão de luz como fontes primárias e secundárias.

As fontes de luz primárias são aquelas que são capazes de transformar alguma forma de energia em energia luminosa, emitindo assim sua própria luz. Como exemplo a luz das estrelas, a chama de uma vela, o filamento de uma lâmpada acesa etc. Entretanto, as fontes secundárias de luz são aquelas que não são capazes de emitir sua própria luz, mas são capazes de refletir a luz recebida de uma fonte primária de luz. Como exemplo a Lua, os planetas, as folhas de um livro, as paredes de uma sala, o corpo humano etc.

Uma fonte de luz primária pode estar próxima ou longe de um objeto analisado, sendo necessário levar em consideração as suas dimensões. Uma fonte é denominada pontual ou puntiforme se apresenta dimensões desprezíveis em relação ao objeto que está sendo iluminado. Por exemplo, tem-se a fonte de luz de uma estrela muito distante ou a chama de uma vela a alguns quilômetros de uma pessoa. Já uma fonte de luz primária que apresenta dimensões consideráveis em relação a distância do objeto iluminado, como a luz de uma lâmpada de tubo fluorescente em uma sala durante a noite, é denominada de fonte extensa.

Uma maneira para representar a luz é através do conceito de raio de luz, caracterizada por linhas orientadas que representam e indicam a direção e o sentido de propagação da onda luminosa, podendo ser classificado em três tipos:

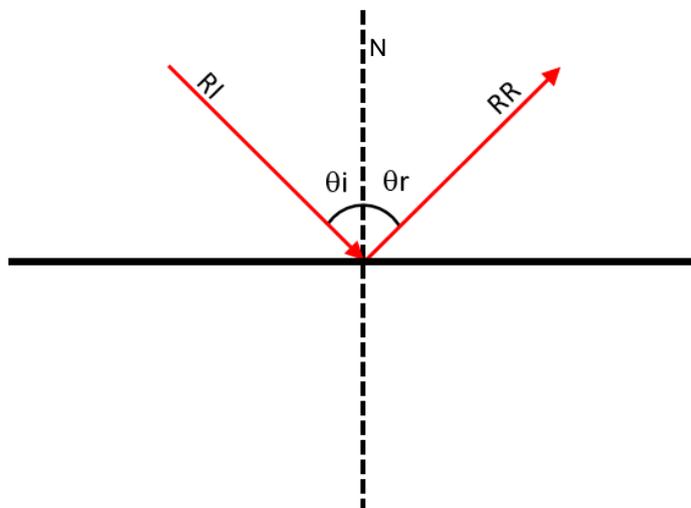
1. **Raios de Luz Convergentes:** São raios de luz que convergem para uma determinada região. Por exemplo, quando a luz atravessa pelo interior de uma lupa e a fonte de luz está afastada pelo menos a distância focal da lente da lupa, seus raios de luz convergem para formar uma imagem real.

2. **Raio de Luz Divergente:** São raios de luz que se afastam uns dos outros na medida em que a luz se propaga. Exemplo: As lanternas comerciais são produzidas para iluminar uma área grande à frente do usuário. Assim a lanterna é um exemplo de fonte que tem raios de luz que divergem a partir da fonte de luz.
3. **Raio de Luz Paralelo:** São raios que se propagam de uma fonte de luz extensa em direções paralelas um em relação ao outro, oriundos de uma fonte extensa. Exemplo: a luz de um holofote cuja fonte emissora possui dimensão grande comparada a de um inseto que está alguns centímetros à sua frente.

2.1.2 Reflexão da Luz

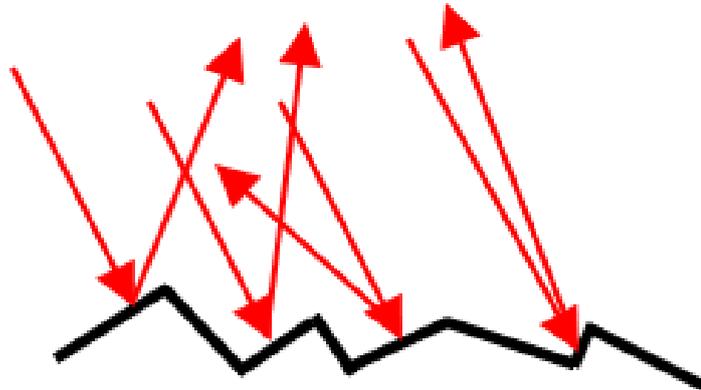
Quando raios de luz incidem sobre uma superfície de determinado objeto dois fenômenos podem ocorrer: o raio pode atravessar a interface e passar a se propagar no interior do objeto ou os raios podem permanecer no meio em que se propagavam. No segundo caso a luz foi refletida pela interface e o fenômeno é denominado de reflexão da luz. Na figura 1, tem-se uma representação esquemática para representar um tipo de reflexão conhecido que é a reflexão especular, onde é perceptível a lei da reflexão. Na figura 2 é apresentada uma representação esquemática de outro tipo de reflexão que pode ocorrer na interface, denominada reflexão difusa.

Figura 1 – Representação que demonstra que o raio incidente, o raio refletido e a normal estão no mesmo plano de reflexão.



Fonte: a autora.

Figura 2 – Representação da reflexão difusa da luz em uma superfície.



Fonte: a autora.

Na representação da figura 1, os raios que são incididos na superfície do material são chamados de raios incidentes (RI) e os que refletem são chamados de raios refletidos (RR). No ponto de incidência temos uma reta que indica a direção normal a superfície ou reta normal (N). O feixe incidente e a reta normal definem o plano de incidência e o ângulo formado entre o raio incidente e a normal é chamado ângulo de incidência (ângulo θ_i), e o ângulo formado entre o raio refletido e a reta normal é chamado ângulo de reflexão (ângulo θ_r).

A lei da reflexão descreve que o raio refletido está contido no plano de incidência e que o ângulo de incidência (θ_i) é igual ao ângulo de reflexão (θ_r), ou seja:

$$\theta_i = \theta_r$$

A figura 2 representa a ideia macroscópica de que a reflexão da luz nas superfícies de diferentes materiais pode ser difusa. Entretanto, mostra também que numa visão microscópica, a reflexão num elemento infinitesimal de área segue a lei de reflexão especular ou reflexão regular. A reflexão difusa é a reflexão da luz que nos possibilita enxergar os objetos. Porque nessa interação a reflexão acontece em várias direções ao mesmo tempo permitindo que vários observadores de diferentes posições possam enxergar o mesmo objeto quando esse encontra-se iluminado por uma fonte de luz primária.

Esse tipo de reflexão é o que possibilita enxergarmos os objetos a nossa volta, pois a maioria das superfícies existentes são superfícies ásperas ou irregulares que permitem esse tipo de reflexão. Essas superfícies quando analisadas microscopicamente apresentam imperfeições como se tivessem deformadas, comportando-se como muitos espelhos refletindo em diferentes direções, conforme a figura 2.

Os feixes de luz incidentes, mesmo sendo paralelos, dão origem a feixes de luz refletidos em várias direções ao mesmo tempo, de onde se conclui que o feixe sofreu uma difusão. É o que nos permite enxergar uma folha de papel ou assistir um filme em um cinema de quase todas as posições em relação ao objeto observado. Permite entender também o que acontece quando acendemos uma lâmpada em um ambiente fechado. Os raios de luz, emitidos pela lâmpada, chegam até a superfície das paredes e dos demais objetos existentes no ambiente. Esses feixes de luz sofrem reflexão difusa, que causa reflexões em várias direções resultando na difusão da luz pelo ambiente e tornando-o visível aos nossos olhos.

2.2 FASES DA LUA

A Lua é o único satélite natural da Terra e sempre despertou o interesse do ser humano. Sendo o corpo celeste mais próximo da Terra, apresenta um movimento notável no céu que sempre despertou interesse de curiosos ao longo dos tempos. Segundo (MILONE, 2018), com relação as fases da Lua:

As fases da Lua correspondem aos diferentes aspectos com que esta se apresenta no céu ao longo das noites e dos “dias claros” de um mês. Isso não é devido à projeção da sombra da Terra na Lua, como alguns podem pensar. Mas sim, devido à visualização que temos da Lua conforme ela orbita em torno da Terra (posição relativa entre a Lua, Terra e o Sol). A fase da Lua é um fenômeno astronômico de observação simultânea para todo o globo terrestre (quando a Lua cheia é vista do Brasil, ela é também vista como tal em Portugal. (MILONE, 2018, p. 41).

As fases da Lua indicam a quantidade de área da superfície lunar que está sendo iluminada pela luz do Sol, refletindo luz na direção da Terra. Dessa forma podemos classificar as fases lunares de um mês do ano com características bem evidentes, considerando um observador localizado no hemisfério sul do planeta:

- 1. Fase Quarto - Crescente:** Ocorre quando metade da fase oeste da Lua está sendo iluminada pela luz do Sol (Fotografia 1). Ambos Sol e Lua, encontram-se a 90° em relação a Terra. Nessa fase a lua nasce aproximadamente ao meio dia e irá se pôr a meia noite. Após essa fase, a parte iluminada irá aumentar e a lua atinge a fase cheia.

Fotografia 1 – Fase quarto – crescente da Lua.



Fonte: NASA. **Moon Phase and Libration**, 2020. Disponível em: <https://svs.gsfc.nasa.gov/4768>. Acesso em: 19 ago. 2020.

- 2. Fase Cheia:** Ocorre quando a parte da superfície lunar voltada para a Terra está totalmente iluminada pela luz do Sol (Fotografia 2). Na fase de lua cheia, a lua permanece a noite toda visível no céu, ou seja, nasce por volta de quando o Sol está se pondo e se põe quando o Sol começa a nascer. A Lua e Sol são observados da Terra em direções contrárias, separados de aproximadamente 180° .

Fotografia 2 – Fase Cheia da Lua.



Fonte: NASA. **Moon Phase and Libration**, 2020. Disponível em: <https://svs.gsfc.nasa.gov/4768>. Acesso em: 19 ago. 2020.

- 3. Fase Quarto – Minguante:** Ocorre quando metade da fase leste da Lua encontra-se iluminada pela luz do Sol (Fotografia 3). O Sol e Lua, encontram-se a 90° em relação a Terra. Nessa fase a lua nasce aproximadamente a meia-noite e irá se pôr ao meio-dia.

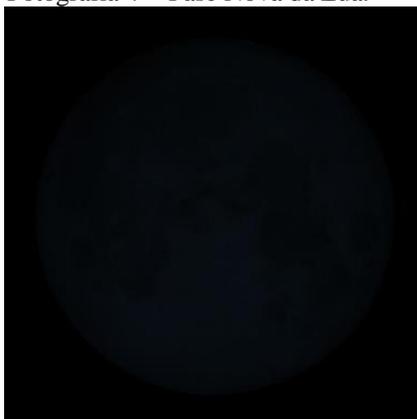
Fotografia 3 – Fase quarto – minguante da Lua.



Fonte: NASA. **Moon Phase and Libration**, 2020. Disponível em: <https://svs.gsfc.nasa.gov/4768>. Acesso em: 19 ago. 2020.

- 4. Fase Nova:** Ocorre quando a face visível da lua aqui da Terra não está sendo iluminada pela luz do Sol (Fotografia 4), devido ao fato de que Sol, Terra e Lua se encontram alinhados na mesma direção. Nesta fase, não é possível observar a Lua no céu, devido à ausência de luz incidida na superfície visível aqui da Terra. A lua nasce juntamente com o Sol e se põe aproximadamente com o Sol, permanecendo o dia inteiro no céu.

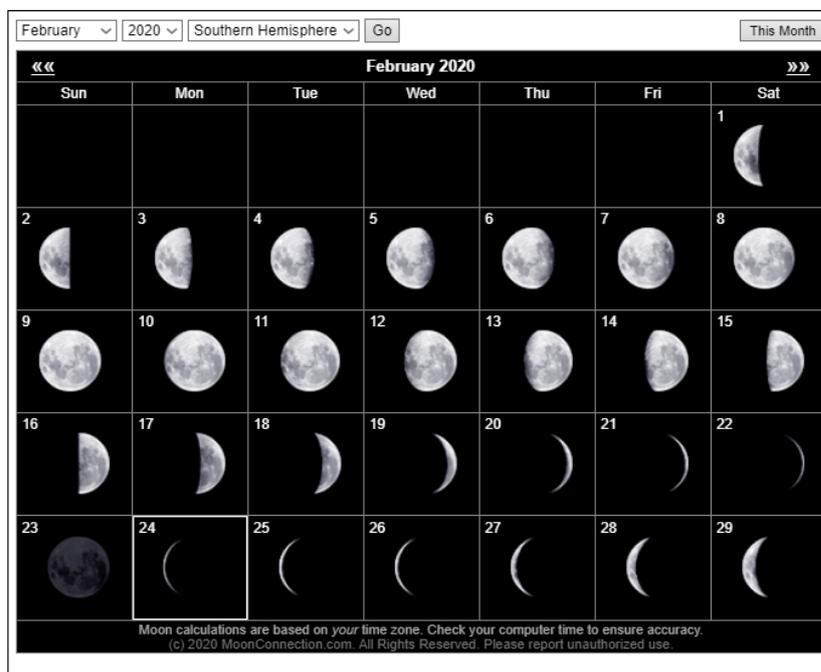
Fotografia 4 – Fase Nova da Lua.



Fonte: NASA. **Moon Phase and Libration**, 2020. Disponível em: <https://svs.gsfc.nasa.gov/4768>. Acesso em: 19 ago. 2020.

Durante o mês as fases podem ser representadas como demonstra a figura 3, mostrando que conforme os dias do mês passam, a quantidade de área da lua com luz incidente sobre a superfície visível da Lua varia.

Figura 3 – Fases da Lua vista do hemisfério Sul do Planeta no mês de fevereiro de 2020.



Fonte: **Moon Phases Calendar**. Disponível em: https://www.moonconnection.com/moon_phases_calendar.phtml. Acesso em: 19 ago. 2020.

2.2.1 Translação e Rotação da Lua

As fases da Lua ocorrem devido ao período de lunação ou mês sinódico, que corresponde a aproximadamente 29 dias 12 horas e 44 minutos, que é o tempo necessário para que o ciclo se inicie novamente.

Conforme a Lua orbita ao redor da Terra, completando seu ciclo de fases, ela mantém sempre a face voltada para a Terra. Entretanto, não existe um lado escuro da Lua, pois os raios solares iluminam-na de maneira igual em ambos os lados ao longo do ciclo. O lado que não pode ser visto aqui da Terra ocorre devido ao seu período de translação ser igual ao período de rotação em torno de seu próprio eixo. Portanto a Lua tem rotação sincronizada com a translação. Essa rotação sincronizada da Lua cria a face da Lua que não podemos enxergar aqui da Terra. Essa face é chamada de face oculta e só pode ser fotografada a partir de uma posição em uma órbita externa à órbita da Lua.

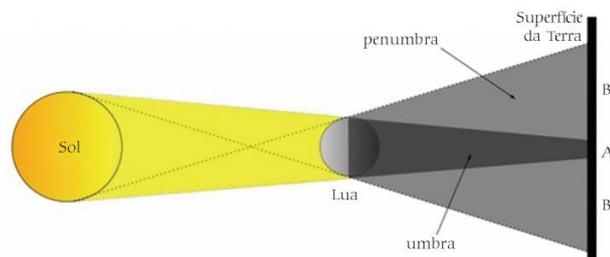
2.2.2 Eclipses da Lua e do Sol

Os eclipses são fenômenos da natureza que ocorrem quando há um alinhamento de três astros em uma determinada direção. Esse fenômeno da natureza acontece devido à ausência temporária de luz de um astro pelo alinhamento de outro objeto celeste entre este e o observador. Este alinhamento pode ocultar parcialmente ou totalmente a luz em determinada região do espaço.

2.2.2.1 Eclipse solar

Ocorre quando há o alinhamento entre os astros Sol – Terra – Lua, onde a Lua entra na frente dos raios luminosos do Sol e oculta a passagem de luz, por ser um meio opaco. O eclipse solar ocorre quando a Lua está na fase Nova, ocasionando duas regiões uma de sombra e outra de penumbra como representa a figura 4.

Figura 4 – Representação de um eclipse solar visto da superfície da Terra.



Fonte: KOHATSU, Doris; MURAMATSU, Mikiya. Eclipse em escala. **Física na Escola**, v. 17, n. 1, 2019. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol17-Num1/a03.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2020.

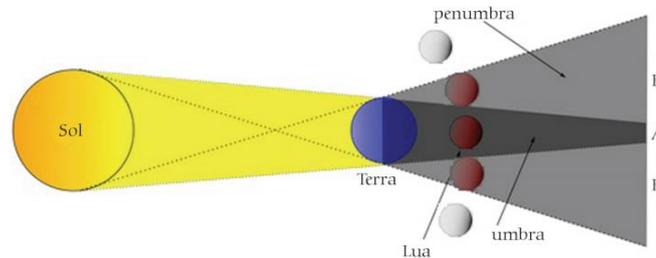
A região totalmente encoberta pela Lua é denominada de sombra (umbra), ou seja, há ausência total de Luz e um observador presente nessa região consegue visualizar o Eclipse Solar Total. A região onde a luz incide parcialmente é denominada de penumbra e um observador nessa região é capaz de visualizar um Eclipse Solar Parcial.

2.2.2.2 Eclipse lunar

Ocorre quando há o alinhamento entre os astros Sol – Terra – Lua, onde a Terra entra na frente da Lua impossibilitando assim que os raios do Sol sejam refletidos em sua superfície.

O eclipse lunar ocorre quando a Lua está na fase Cheia, ocasionando duas regiões uma de sombra e outra de penumbra como representa a figura 5.

Figura 5 – Representação do Eclipse Lunar visto da superfície da Terra.



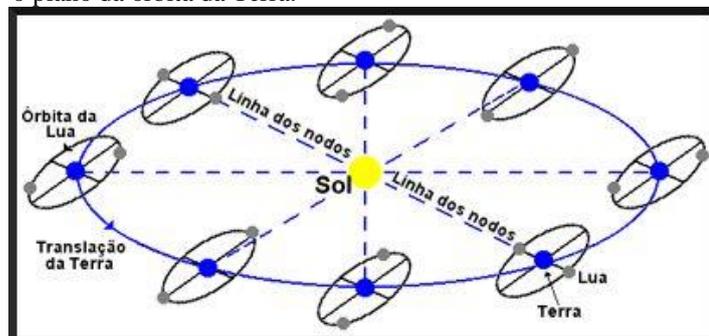
Fonte: KOHATSU, Doris; MURAMATSU, Mikiya. Eclipse em escala. **Física na Escola**, v. 17, n. 1, 2019. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol17-Num1/a03.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2020.

A região totalmente encoberta pela Terra é denominada de sombra (umbra), ou seja, há ausência total de Luz, observando-se um Eclipse Lunar Total. Já a região onde a luz incide parcialmente é denominada de penumbra e observa-se um Eclipse Lunar Parcial.

Os eclipses são fenômenos que não acontecem com frequência, pois a Lua descreve em torno da Terra uma órbita que apresenta uma inclinação de aproximadamente 5,2 graus em relação a órbita da Terra. Conforme SILVA, 2002 e as figuras 6 e 7:

Ocorrem quando existem o alinhamento dos astros por estarem próximos ao ponto em que a órbita lunar intercepta a eclíptica em dois pontos opostos, denominados nodos - que são as intersecções do plano da órbita da Terra com o plano da órbita lunar. Os nós são: ascendente, N, no qual a Lua atravessa a eclíptica do Sul para o Norte e o outro descendente, n no qual a Lua atravessa a eclíptica do Norte para o Sul. (SILVA, 2002).

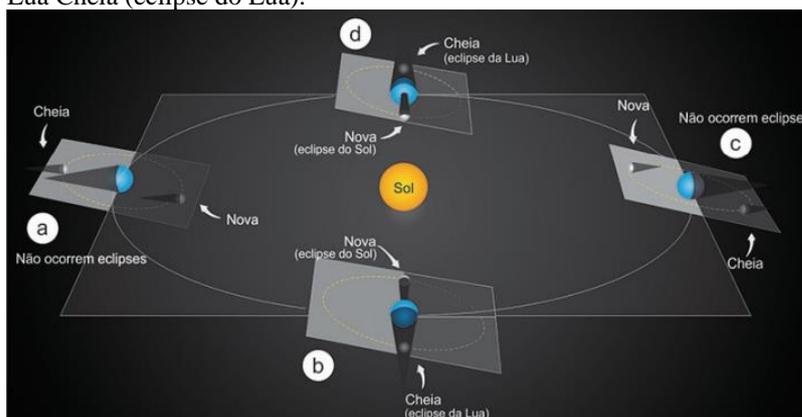
Figura 6 – Representação da linha dos nodos do plano Lunar com o plano da órbita da Terra.



Fonte: SILVA, Lúcia F. **Introdução à astronomia através de uma proposta interdisciplinar**. 2002. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/mpef/mef008/mef008_02/Lucia/astronomi a/paginaeclipse.html. Acesso em: 28 set. 2019.

[...] só ocorrem eclipses quando a Lua está na fase de Lua Cheia ou Lua Nova, e quando o Sol está sobre a linha dos nodos, que é a linha de intersecção do plano da órbita da Terra em torno do Sol com o plano da órbita da Lua em torno da Terra. Como o Sol atravessa um nodo a cada seis meses, as ocasiões mais favoráveis ocorrem de seis em seis meses. Os eclipses sejam eles do Sol ou da Lua, só ocorrem nas vizinhanças dos nodos. (SILVA, 2002).

Figura 7 – Representação da formação dos eclipses. Os eclipses acontecem quando Sol-Terra-Lua estão alinhados na Lua Nova (eclipse do Sol) ou na Lua Cheia (eclipse da Lua).



Fonte: KOHATSU, Doris; MURAMATSU, Mikiya. Eclipse em escala. **Física na Escola**, v. 17, n. 1, 2019. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol17-Num1/a03.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2020.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 ENSINO DE FÍSICA E A ÓPTICA NO ENSINO MÉDIO

As propostas para o Ensino de Óptica no Educação Básica brasileira não estão sendo suficientes para promover o interesse de aprender dos estudantes do Ensino Médio, pois muitas vezes os métodos utilizados estão ultrapassados, ou seja, não são capazes de atrair a atenção do estudante de modo que esse tenha interesse em aprender. Segundo Silva:

[...] ensino da Óptica tem perdido o seu espaço, começando pelo ensino básico, ou seja, no segundo grau. Com uma metodologia totalmente ultrapassada, ou seja, quadro e giz, os fundamentos básicos da Óptica são transmitidos para o estudante de uma forma totalmente fora de sua realidade, ele não consegue compreender a relação existente entre aquilo que é ensinado e os fenômenos que o cercam em seu dia a dia. (SILVA, 2005, p. 1).

Conforme Moreira (2014, p.2): “[...] o ensino da Física na educação contemporânea é desatualizado em termos de conteúdos e tecnologias, centrado no docente, comportamentalista, focado no treinamento para as provas e aborda a Física como uma ciência acabada, tal como apresentada em um livro de texto. (MOREIRA, 2014, p. 2)”.

Em boa parte dos colégios da Educação Básica brasileira o conteúdo no Ensino da Física é desenvolvido de maneira expositiva com a memorização de fórmulas que serão aplicadas durante a resolução de exercícios com situações que não condizem com a realidade dos estudantes. Percebe-se que devido a esse tipo de abordagem, muitos dos estudantes presentes no cotidiano escolar não se motivam para o estudo da ciência, pois enfrentam dificuldades em relacionar o estudo da sala de aula com o ambiente em que convivem socialmente, onde um ensino de física com esse caráter descontextualizado e fragmentado se torna pouco efetivo na aprendizagem do estudante. Como destaca Ricardo:

[...] A física como é apresentada na maioria dos livros didáticos, excessivamente modelizada, distancia-se do estudante e o leva a desacreditar que tenha qualquer relação com o mundo real. Este estudante é convencido pelas teorias científicas sem compreendê-las, recebe-as como uma espécie de crença. (RICARDO, 2004, p. 9).

Essa concepção de ensino está desatualizada da proposta de educação estabelecido pela Lei de Diretrizes e Base (1996) e pelos Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCNs + 2002) que estabelecem como expectativas a visão e compreensão de mundo de maneira que cada estudante seja um ser de opinião própria, a partir de seus conhecimentos adquiridos ao longo

do tempo e expressam bem a ampliação dos objetivos educacionais para além do acúmulo de informações disciplinares adquiridos ao longo do período escolar de cada estudante.

Conforme (SILVA, 2005), o ensino de óptica é uma das áreas da física que apresenta um certo desconforto a ser ensinado para o professor, pois as condições do ambiente escolar não são suficientes para que esse adote uma prática na qual haja a consciência da necessidade de levar aos seus estudantes conceitos da óptica de maneira a relacionar o que lhes é ensinado em sala de aula com o cotidiano dos estudantes. Isso leva o professor a adotar sua prática de ensino de forma cômoda, não gerando a necessidade de avançar o seu conhecimento e consequentemente levando-o a cair na rotina de aulas pouco interessante aos seus estudantes.

Conforme destacado nos PCNs +, Brasil (2002, p.61): “Não se trata de apresentar ao jovem a Física para que ele simplesmente seja informado de sua existência, mas para que esse conhecimento se transforme em uma ferramenta a mais em suas formas de pensar e agir.”

Nessa perspectiva, o ensino de física só será capaz de fazer a conexão do mundo da sala de aula com a realidade vivenciada pelo estudante de maneira contextualizada com a realidade do estudante, ou seja, os conceitos só têm sentido somente quando colocados em prática no contexto em que o estudante está presente.

Não se trata, portanto, de elaborar novas listas de tópicos de conteúdo, mas, sobretudo de dar ao ensino de Física novas dimensões. Isso significa promover um conhecimento contextualizado e integrado à vida do jovem e assim, o intuito é apresentar uma Física que tente explicar alguns dos pequenos problemas que a Natureza nos fornece, tornando assim a transmissão desses conhecimentos muito mais palpável aos que estão aprendendo. (SILVA, 2005, p. 3).

Conforme os PCN +, uma das competências da Física é:

A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. Isso implica, também, na introdução à linguagem própria da Física, que faz uso de conceitos e terminologia bem definidos, além de suas formas de expressão, que envolvem, muitas vezes, tabelas, gráficos ou relações matemáticas. (BRASIL, 2002, p. 59).

É necessário elaborar estratégias de ensino que sejam capazes de promover um conhecimento que esteja dentro da vida do estudante, onde a Física possa fazer parte de sua vida, mostrando para esse estudante que existem situações presentes na Natureza que a Física consegue explicar e que ele pode aproveitar esse conhecimento para tornar o seu dia a dia mais fácil.

Sabemos que o ensino nas escolas fundamental e média não tem o objetivo de ministrar um ensino aprofundado e especializado nestas áreas, mas pelo menos o estudante deve adquirir a capacidade de construir “pontes” entre a sala de aula e as realidades da vida cotidiana. (SILVA, 2005, p.1).

É necessário que o ensino de física nas escolas contemple essa capacidade, pois caso contrário se torna apenas mais uma matéria que o estudante precisa realizar para que possa concluir o Ensino Médio. E na concepção atual da educação isso é muito comum, o mundo ao redor dela modificou-se, mas em grande parte a maioria dos estudantes continuam tendo as mesmas aulas da década de 60 com os mesmos moldes, conforme Cruz (2016, p.42): “[...] buscamos e recebemos os conhecimentos necessários para viver. Entretanto, essa escola se esqueceu ou ainda não foi avisada que o mundo muda muito rapidamente.”

O modelo da escola da atualidade que permeiam o Brasil a fora não se encontra preparada para dar o suporte necessário para os diferentes tipos de estudantes presentes, sejam pelas suas classes sociais, culturais, econômicas, entre outros. Isso ocasiona, um dos problemas graves, pois já que esta não fornece condições adequadas, temos que muitos professores que atuam na educação não se importam com o real aprendizado dos estudantes e até mesmo os pais desses não participam da vida escolar do estudante. Apenas preferem que o filho esteja na escola do que em casa. Segundo Cruz (2016, p. 42): “[...] nossa escola considera apenas a cognição no aprendizado, ela não vê o aprendiz como um ser social, livre e autônomo e, principalmente como um ser pensante, um ser que permanentemente interage com sua realidade individual”.

É necessário repensar a maneira de ensinar física. Para o estudante a maneira pela qual o conteúdo é exposto tem sem tornado algo difícil de entender e muito abstrato, entretanto como destaca Moreira:

[...] abandonar o livro de texto, o quadro de giz e a narrativa não significa não usá-los, mas sim não tornar-se escravo deles, não considerá-los como os mais importantes recursos instrucionais. Ensinar perguntas ao invés de respostas não significa não trazer à sala de aulas as respostas que existem para determinadas perguntas, mas sim que é igualmente importante ensinar os estudantes a perguntar e buscar respostas. (MOREIRA, 2014, p. 8).

As aulas não são tão atrativas para os estudantes, pois o mundo externo oferece muitas outras coisas que às vezes na aula o estudante não encontra. É importante que o estudante esteja sempre na ativa, pois assim há conhecimento, ou seja, se o professor não estimula uma participação ativa do estudante no processo de aprendizagem, provavelmente terá dificuldades para que o mesmo consiga acompanhar a sua aula.

O método utilizado pelo professor em sala de aula tem que ser suficiente para que o estudante queira estar atento em sala de aula, que ele se sinta capaz de contribuir com o seu aprendizado, pois se ele é apenas um ser passivo ele perde o interesse e começa a achar outras coisas a sua volta para se distrair e passar o tempo do que seria mais uma aula sem significado a ele. Conforme os PCNs+:

[...] Para se conduzir um ensino de forma compatível com uma promoção das competências gerais, é importante tomar como ponto de partida situações mais próximas da realidade do estudante. O primeiro passo de um aprendizado contextualizado pode vir da escolha de fenômenos, objetos e coisas do universo vivencial. Problemas do mundo real tendem a propiciar, frequentemente, soluções mais criativas e são presumivelmente mais significativos e motivadores que problemas artificiais. É interessante, para os estudantes, poderem trazer o mundo abstrato da Física para o mundo construído diariamente em suas experiências. (BRASIL, 2006, p. 60-61).

Quando os conceitos apresentados em sala de aula possuem associações com as experiências cotidianas do estudante, este se sente parte do processo de ensino e aprendizagem, associando o mundo abstrato da física com situações comuns vivenciadas. Ainda segundo os PCNs+:

[...] A maioria dos adolescentes já deve ter se perguntado por que o céu é azul? Como as informações são transportadas pelas ondas de rádio? Por que as coisas possuem cores diferentes? Como se forma o arco-íris? Buscar respostas a essas perguntas contribui para o aprendizado em diversos aspectos. Ao trazer fenômenos do cotidiano dos estudantes, o professor pode suscitar suas concepções de mundo sobre o assunto. Essas concepções, em geral construídas fora do espaço escolar, constituem verdadeiros obstáculos à instrução científica. (BRASIL, 2006, p. 60-61).

Nesse "aspecto" é que o professor consegue trazer o estudante para uma participação ativa em sua sala de aula, tornando-o partícipe do processo de aprendizagem, construtor do próprio saber, e desta forma, tornando as suas aulas estimulantes e atraentes.

3.2 REFERENCIAL DE ENSINO

Em educação costuma-se falar muito sobre teorias de aprendizagem e como elas são importantes para o processo de aprendizagem do estudante. Entretanto, é importante analisar a capacidade e a forma do indivíduo aprender.

Para que a aprendizagem ocorra é necessário um processo que não seja do dia para noite. Necessita de um desenvolvimento passo a passo, onde o indivíduo se torna capaz de fazer conexões e com isso fazer com que os conceitos tenham um significado.

Segundo as concepções de (BRUNER, 1969) o estudante deve participar ativamente do processo de sua própria aprendizagem, e para que isso ocorra é necessário que o professor seja capaz de fornecer todas as condições para o aprendizado do estudante, ou seja, o professor deve ser o mediador, fornecendo as condições necessárias para que seus próprios estudantes consigam por si só alcançar os objetivos propostos para cada tarefa ou atividade proposta.

Porém, para que isso ocorra, o conteúdo apresentado aos estudantes precisa fazer algum sentido para ele, ou seja, é necessário que o professor seja segundo Prass (2012, p. 24): “[...] o mediador entre o conhecimento e as compreensões dos estudantes, além disso é um facilitador da aprendizagem já que fornece as ferramentas para os aprendizes e também os guia para resolver seus erros”.

É importante que sempre esteja instigando o estudante para tal aprendizagem, onde a aprendizagem só irá ocorrer quando o estudante for capaz de associar o que está aprendendo com algo que vivencia em suas atribuições diárias, ou seja, a aprendizagem acontece no momento que este for capaz de fazer a ligação em seus neurônios de algo novo com algo que acabou de entender, em outras palavras, tal conceito aprendido lhe deve fazer sentido.

Ainda conforme Cruz (2016, p. 28): “[...] O próprio aprendiz tem a função de ação sobre o próprio conhecimento. É ele quem interage com o meio e transforma tanto o objeto como o próprio conhecimento”.

Ou seja, se o estudante não participa ativamente de seu processo de aprendizagem, ele não é capaz de realizar associações das atividades em sala de aula com o mundo em que está inserido.

Atualmente discute-se muito sobre a concepção de aprendizagem e por conta disso tem-se a necessidade de esclarecer o conceito de teoria de aprendizagem, que na visão de Bruner:

A Teoria de Aprendizagem, por exemplo, derivou da descrição de comportamento em situações nas quais o ambiente fôra preparado para facilitar a observação do comportamento na aprendizagem ou para qualquer interesse teórico em determinada

facêta da aprendizagem? – fixação, percepção clara da noção a ser aprendida ou quer seja. Mais uma teoria de ensino, que deve estar no âmago da psicologia educacional, deve principalmente concentrar-se em como preparar os ambientes para otimizar a aprendizagem de acordo com critérios diversos – facilitar a transparência ou a recuperação de informações por exemplo. (BRUNER, 1969, p. 53).

Em sua concepção, visando resultados satisfatórios, uma teoria de aprendizagem deve ser capaz de trabalhar com diversas situações e não apenas situações que envolvam um ambiente já preparado anteriormente. Ela deve ser eficaz ou conseguir comportar diversas situações e não apenas casos específicos.

Devido a essa concepção, Bruner estabelece uma teoria de ensino, contemplando quatro características principais:

Em primeiro lugar, deve apontar as experiências mais efetivas para implantar em um indivíduo a predisposição para aprendizagem - aprendizagem em geral, ou qualquer caso particular dela. Por exemplo, quais as relações com que as pessoas coisas, que no ambiente pré-escolar façam despertar na criança a vontade de aprender quando for para escola? (BRUNER, 1969, p. 57).

Uma teoria de ensino deve ser capaz de fornecer condições nas quais o estudante consiga demonstrar um interesse maior em relação a escola, fazendo com que este tenha vontade de estar presente no ambiente escolar. Caso contrário, o estudante apenas cumpre o seu papel de indivíduo passivo na sala de aula, situação muito presente atualmente, na qual o estudante na maioria das vezes apenas ouve e copia o que o professor lhe impõe sem ao menos questionar o motivo de tal tarefa. O ambiente em que o estudante se encontra contribui para o processo de aprendizagem dele, e esse deve ser favorável para que isso aconteça. Quanto mais rico for o ambiente do processo de aprendizagem, haverá maior interesse do estudante em aprender. Entretanto, deve-se levar em conta o tempo de aprendizagem do indivíduo, pois cada um aprende no seu tempo.

Deve, em segundo lugar, especificar como deve ser estruturado um conjunto de conhecimentos, para melhor ser apreendido pelo estudante. A “estrutura ótima”, será constituída de uma série de proposições da qual poderá decorrer um conjunto de conhecimentos de maiores dimensões, sendo característica e dependência da sua formulação para com o grau de adiantamento do campo particular do conhecimento. (BRUNER, 1969, p. 57).

Estabelece a importância de se ter um conjunto de conceitos que serão trabalhados ao longo das aulas, de maneira com que se tenha uma estrutura definida e não algo sem conexões, ou seja, se ensina o que lhe convém ao momento, para que o estudante seja capaz de com essa estrutura fazer por si só as ligações entre um conceito e outro.

Em terceiro lugar uma teoria de ensino deverá citar qual a sequência mais eficiente para apresentar as matérias a serem estudadas. Se alguém quer ensinar a estrutura da teoria da física moderna, como deve fazê-lo? apresentando inicialmente matérias concretas, de maneira a despertar curiosidade sobre as regularidades decorrentes? Ou com uma notação matemática, formal, que simplificará a representação das regularidades a serem encontradas? Quais os resultados de cada método? E qual a mistura ideal. (BRUNER, 1969, p. 57).

Uma teoria de ensino deve fornecer condições para que o estudante consiga acompanhar o que está sendo proposto. Caso contrário, uma teoria de ensino que não considera tais fatores permite que o estudante encontre dificuldades no que está sendo proposto, pois muitas vezes ele não consegue assimilar por falta de informações. Quando o estudante não consegue fazer as ligações dos conceitos que estão sendo ensinados, ele não consegue associá-los, não ocorrendo a aprendizagem. Onde a:

[...] Sequência em que o estudante recebe a matéria de um campo de conhecimento influi na facilidade de sua compreensão. Há sequências diferentes que se mostram de facilidades ou dificuldades equivalente para os estudantes, e não há uma sequência única para todos, dependendo o índice ótimo, em um caso particular, de todo um conjunto de fatores como o cabedal de informações, estágio de desenvolvimento, a natureza da matéria e as diferenças individuais. (BRUNER, 1969, p. 65).

A aprendizagem é realizada por meio de um processo de reconhecimento de padrões. Se não ocorre, o estudante apresenta dificuldade no desenvolvimento de uma atividade e a forma com que cada um aprende e interpreta é diferente. Cada estudante tem uma maneira de fazer suas conexões no cérebro e tirar suas conclusões sobre o que lhe é ensinado. Portanto se o estudante não tem contato com o conteúdo ensinado ele não consegue ver uma associação com o seu dia a dia, dificultando o processo de aprendizagem e diminuindo assim a sua capacidade de entender.

A relação entre professor- estudante no processo da aprendizagem:

São realmente da maior importância tais fatores; há, por exemplo, a relação professor-estudante - qualquer que seja status formal do instrutor - Professor ou pai [...] dessa relação de autoridade se reflete na natureza da aprendizagem, no grau em que o estudante desenvolve uma habilidade independente, na medida em que ele confia na capacidade própria para realizar trabalho sozinho, e assim por diante. As relações entre quem ensina e quem aprende repercutem sempre na aprendizagem. (BRUNER, 1969, p. 58).

A relação entre professor-estudante é fundamental para o processo da aprendizagem, influenciando no comportamento do estudante perante a aula. Se a relação não acontece de uma maneira agradável, ambos não conseguem interagir entre si, tornando o processo da

aprendizagem algo não prazeroso. Se o professor não proporciona uma abertura para o estudante questionar e participar ativamente das aulas, o mesmo estudante não pergunta e isso pode deixá-lo com dúvidas não esclarecidas. Ao mesmo tempo, o estudante deve ser instigado a questionar e debater em sala de aula.

O modo de se apresentar um conteúdo ou assunto de uma aula influencia no processo de aprendizagem:

A economia na representação de um domínio de conhecimento relaciona-se com a quantidade de informação a ser conservada na mente e a ser processada para permitir compreensão. Quanto mais dados se tem que armazenar para entender alguma coisa, ou enfrentar um problema, mais passos sucessivos há que tomar para processar os dados até chegar a uma conclusão, e menor será a economia. (BRUNNER, 1969, p. 62).

Existem momentos em que se deve gastar um pouco mais de tempo para que a compreensão de determinado assunto ocorra no seu formato mais concreto. Um vídeo, uma imagem, um recurso, pode contribuir para que o resultado seja mais significativo, ou seja, para que o conhecimento seja forte é necessário ter um significado. É fundamental começar por um conhecimento básico e aos poucos acrescentar elementos nesse circuito pré-existente, pois assim o estudante tem mais facilidade em entender os conceitos. Toda vez que um professor começa uma aula do zero, acaba dificultando a aprendizagem de seus estudantes porque eles procuram uma relação dos conceitos abordados em sala de aula para agregar com as situações que eles vivenciam no seu cotidiano. Quando isso não acontece, o professor perde o interesse de seu estudante.

[...] A discussão sobre ativação e a manutenção do interesse, é necessário caracterizar, em cada sequência, o grau de incerteza e tensão que deve haver no comportamento de resolução de problemas, e as condições para ativá-lo o que também é uma questão empírica. (BRUNNER, 1969, p. 65).

O professor deve sempre procurar desafiar seus estudantes, para que eles tenham a disposição para entender os conceitos em que lhes são propostos. O aprendizado ocorre quando o estudante é, por si próprio, capaz de repensar ou explica para alguém o que aprendeu. Caso esse não seja capaz de realizar tal tarefa é porque de fato não houve aprendizagem. Além de que:

[...] O Conhecimento de resultados deverá ser dado alguém um momento exato de uma resolução de problemas, quando está comparando os resultados de sua tentativa com o critério que ele procura satisfazer. Se dado antes, não será entendido ou será apenas uma carga adicional na memória imediata. Se dado depois, poderá ser tarde

demais para orientar na escolha de nova hipótese ou tentativa. (BRUNNER, 1969, p. 67).

Durante o momento em que o estudante está realizando uma atividade, o professor é um mediador que auxilia para que este seja capaz de tirar suas próprias conclusões sobre a atividade que está sendo desenvolvida. Quando o estudante pensa no que está fazendo ele busca fazer as conexões com aquilo que ele já tem no seu interior ou gera novas conexões para aprender. É necessário causar o interesse para o estudante durante a aula, para que sua mente seja estimulada, não deixando o estudante se tornar passivo e tornando-o ativo no processo de aprendizagem.

Existe a necessidade de mudar a relação da escola com a sociedade. A criança precisa ver a escola como uma aliada no seu desenvolvimento pessoal, promotora de oportunidades.

É importante que no processo de aprendizagem o estudante tenha compreensão dos objetivos e das utilidades do seu aprendizado. É preciso entender que não é simplesmente para ir bem em uma prova ou concurso. A intenção não pode estar ligada somente ao processo avaliativo. A intenção deve ter uma relevância emocional e, para isso, é importante analisar as expectativas da aprendizagem. Caso contrário, o estudante só memoriza para as avaliações em que é submetido, e não leva o conhecimento para a sua vida cotidiana.

Conforme Cruz, destaca:

Hoje, nosso ensino possui uma visão puramente preparatória. Tudo o que se faz é para passar em algum exame, algum concurso, etc. E a formação para essas situações, onde está? E a formação para encarar a vida, onde ficou? Será que o entendimento real e básico do significado das coisas não é importante e facilitaria a realização de tais atividades? (CRUZ, 2016, p. 38).

Isso está relacionado com o fato de que, na maioria das vezes, como destaca Cruz:

[...] O professor não espera o estudante executar uma tarefa por completo, pois ele é cobrado pelo sistema para cumprir o conteúdo. Além disso, acha que esse tempo é desperdiçado e que o estudante não pode quebrar o ritmo do curso. O sistema não reserva tempo para que o estudante realize seus registros e evolua em seus conhecimentos. [...] é ele que necessita aprender a questionar e logo, a seguir buscar uma resposta à sua indagação. (CRUZ, 2016, p. 79).

Portanto, o próprio sistema educacional na maioria das vezes dificulta com que se tenha uma aprendizagem que seja significativa e que permita que o estudante seja capaz de associar com outras situações cotidianas. Logo o estudante se molda ao comodismo da escola e do próprio professor. Cabe, então, ao professor e a comunidade escolar encontrarem a maneira

para que isso ocorra, e uma das possíveis maneiras é trabalhar a formação do estudante em si, para que ele perceba que é o próprio e responsável pelo seu conhecimento.

Nessa perspectiva o erro não é considerado como uma forma que contribui para a aprendizagem do estudante. Se o estudante não é colocado nesses tipos de situações ele pode não saber como lidar com algo do tipo e ser surpreendido em determinadas ocasiões. A experiência do erro deve estar sempre presente. Você é capaz de experimentar todas as possibilidades, e criar uma cultura que valoriza a questão do erro como forma de aprendizagem. Quando se cria essa concepção, o estudante se torna autônomo, capaz de avaliar o seu conhecimento e, com isso, aprimorar sua aprendizagem. Uma maneira que auxilia nesse processo é a escrita do próprio estudante de sua compreensão de determinado assunto, conforme Cruz:

[...] o ato de escrever é a concretização de um processo de registro real do conhecimento virtual que temos em nossa mente. Ou seja, o documento escrito é o registro real do que está elaborado de forma definitiva em nossa mente. Precisamos entender que tudo é transferido para o exterior com o auxílio da ação motora. (CRUZ, 2016, p. 69).

O estudante só apresenta a capacidade da escrita se entendeu ou compreendeu determinado assunto, quanto mais se estimula a escrita mais este aprimora seu conhecimento e mais estimulada torna-se sua mente pois se esse não consegue escrever sobre determinado assunto é por que não tem as ligações ou lhes falta elementos para a compreensão. Quando isso é dominado pelo estudante ele é capaz de entender qualquer assunto levando em conta o seu grau de dificuldade e etapa do processo de aprendizagem.

4 MATERIAIS E METODOLOGIA

4.1 APLICAÇÃO DO MATERIAL INSTRUCIONAL EM SALA DE AULA

A aplicação do material instrucional em sala de aula foi realizada em seis aulas divididas em seis etapas, onde cada etapa somente pode ser realizada após o término da etapa precedente.

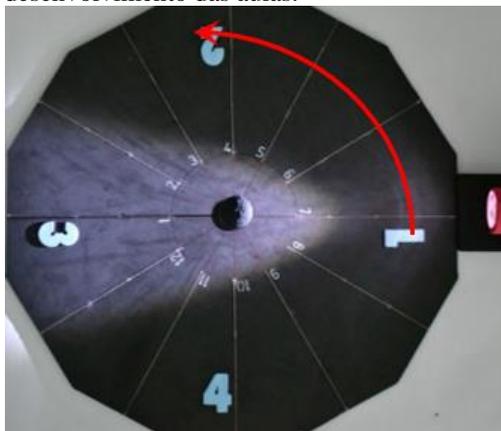
Para a aplicação do material, dependendo do número de estudantes na turma, apenas um conjunto é suficiente. Se a turma for grande é aconselhável a utilização de dois materiais instrucionais.

4.1.1 Primeira Etapa

O professor apresenta o material instrucional aos estudantes e explica o que cada um deve observar as posições 1, 2, 3 e 4. A atividade começa pela posição 1 seguindo no sentido anti-horário conforme indicado na fotografia 5. Para a realização do experimento, a posição da lanterna deve ser mantida fixa na região da posição 01 e em cada observação das posições devem ser respondidas as perguntas da Atividade Escrita 01 (apêndice A) que previamente deverá ser entregue aos estudantes pelo professor. Nessa atividade inicial o professor não explica e não dá detalhes do que os estudantes devem observar e de como devem manuscruver suas observações.

Em seguida, cada estudante individualmente faz a observação de cada posição e responde às perguntas solicitadas na Atividade Escrita 01 com base no conhecimento pré-existente de cada estudante.

Fotografia 5 – Material instrucional utilizado no desenvolvimento das aulas.



Fonte: a autora.

A observação da posição 1 é a posição que aponta na direção e sentido em que aponta a luz da lanterna conforme a fotografia 6:

Fotografia 6 – Observação a partir da posição 01.



Fonte: a autora.

A observação da posição 2 é a posição em que temos 90° no sentido anti-horário em relação a posição inicial, conforme a fotografia 7:

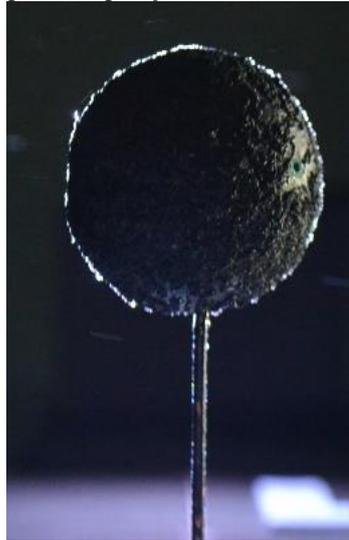
Fotografia 7 – Observação a partir da posição 02.



Fonte: a autora.

A observação da posição 3 é a posição na mesma direção e sentido contrário da posição 1, conforme a fotografia 8:

Fotografia 8 – Observação a partir da posição 03.



Fonte: a autora.

A observação da posição 4 é a posição em que temos 270° no sentido anti-horário em relação a posição inicial, conforme a fotografia 9:

Fotografia 9 – Observação a partir da posição 04.



Fonte: a autora.

Após o término das observações e anotações de cada estudante, o professor recolhe as anotações dos estudantes para que esses não modifiquem suas respostas, prosseguindo para a próxima etapa.

4.1.2 Segunda Etapa

Nessa etapa, o professor explica para os estudantes como eles devem desenvolver as observações e quais os conceitos físicos que permitem a observação de cada posição.

O professor pode utilizar o quadro negro ou multimídia conforme sugere o apêndice E. Esse material de apoio é um auxílio para que os estudantes entendam os conceitos físicos envolvidos e que na realização do experimento passem a associar as atividades propostas com outras situações do seu cotidiano.

Na posição 1, o professor esclarece que observa uma fonte de luz primária e extensa e que ilumina uma esfera e que nesse caso está apenas refletindo a luz. Esclarece que a superfície da esfera é uma fonte secundária de luz, ou seja, caso a luz da lanterna se apague, torna-se impossível perceber a presença da esfera com o ambiente completamente escuro. Nesse momento se faz a distinção de fontes primárias e secundárias de luz, exemplificando com outros exemplos dessas fontes e que estão presentes no material de apoio do apêndice E. Ao mesmo tempo, o professor explica que só é possível enxergar apenas um hemisfério da esfera todo iluminado da posição 1 devido ao princípio de propagação retilínea da luz, ou seja, a luz é emitida pela lanterna e se propaga em linha reta até atingir a superfície da esfera. Na superfície da esfera a luz é refletida de forma difusa, e chega até os nossos olhos. O professor explica que é por isso que enxergamos a superfície da esfera. O professor aproveita para discutir outras situações presentes no dia a dia.

Devido ao fato de a luz propagar-se em linha reta, é possível observar também dessa posição a sombra da esfera sobre a mesa, onde isso também está relacionado com o fato de a esfera ser um corpo opaco a passagem da luz.

O professor explica que a reflexão da luz depende do tipo de superfície que a luz é incidida e refletida, podendo ocasionar a reflexão especular ou difusa. Com o auxílio de um espelho plano o professor demonstra a reflexão especular. Mostra que nesse tipo de reflexão existe a formação de uma imagem do objeto e que para enxergar essa imagem é necessário levar em conta o campo visual do espelho. Então, o professor explica na reflexão difusa um observador pode enxergar um objeto de várias posições, pois a luz reflete difusamente em vários pontos da superfície desse objeto, como é o caso da esfera.

Após a professor definir os conceitos acima, ele segue e faz a observação das demais posições sempre enfatizando a física envolvida em cada posição.

Nas posições 2 e 4, o professor enfatiza que o lado da esfera que está no sentido da luz da lanterna está iluminado, e o lado no sentido oposto à luz da lanterna não é possível se

observar devido à ausência de luz incidindo sobre a superfície. O professor ressalta que em ambas as posições observadas, a luz da lanterna incide de forma oposta: primeiro da direita para a esquerda e depois da esquerda para a direita. Explica que isso acontece porque o ponto de vista da observação é diferente, logo o referencial físico de observação não é o mesmo. Aqui o professor ressalta e mostra que o referencial físico influencia na forma de analisar e observar um fenômeno físico.

Na posição 3, o professor explica que não é possível enxergar a esfera pois não se encontra refletindo luz, logo não enxerga nada dessa posição, ou seja, só é possível enxergar um objeto se houver luz refletida por ele.

Nesse momento o professor toma para si a responsabilidade de realizar a observação do experimento evidenciando aos estudantes a importância de estar atento ao que lhes é pedido e como um detalhe que é não notado pode influenciar em um resultado de determinada tarefa.

Após esclarecimento e entendimento da turma sobre o que lhes é proposto e de como devem realizar a observação o professor passa para a próxima etapa da atividade.

4.1.3 Terceira Etapa

Os estudantes, agora sabendo como observar determinado sistema, realizaram uma segunda observação do experimento, pensando quais os fatores físicos que levam a ocorrer tal fenômeno. Para isso devem responder as perguntas referentes a Atividade Reescrita conforme o (apêndice B), contendo as mesmas perguntas que foram feitas na atividade 01.

Nesse momento os estudantes sabem o que e como fazer, pois o professor já os orientou como realizar a atividade.

Ao final da atividade os estudantes podem comparar o que escreveram na atividade 01 com a 02, e espera-se que seus conceitos e vocabulário tenham se aprimorado.

O professor novamente recolhe as atividades dos estudantes e passa para a próxima etapa, lembrando que o estudante só pode ir para a próxima etapa depois de ter realizado a anterior.

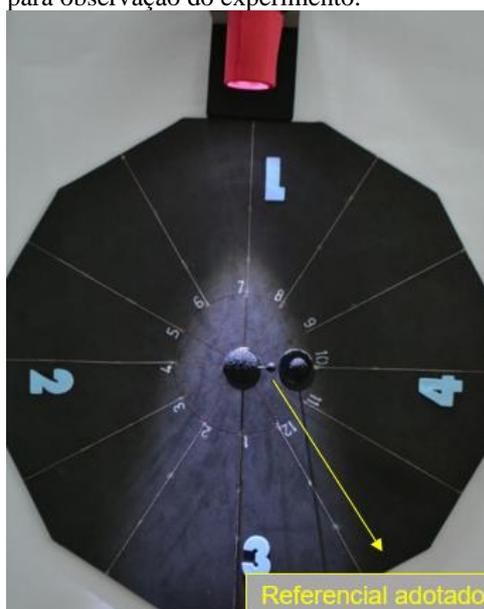
4.1.4 Quarta Etapa

Nessa etapa o professor coloca em teste o conhecimento dos estudantes sobre o que estão observando. Pede para que os estudantes expliquem quais as faces da esfera menor do

sistema serão observadas iluminadas conforme o referencial adotado (Fotografia 10) mudando de posição (1, 2, 3 e 4) em relação a esfera menor e porque isso ocorre.

Espera-se que os estudantes após terem finalizado as etapas 1, 2 e 3 consigam associar a mudança da parte iluminada da esfera ao referencial adotado para a observação e a posição da esfera em relação a fonte de luz primária que ilumina o sistema.

Fotografia 10 – Mudança de referencial para observação do experimento.

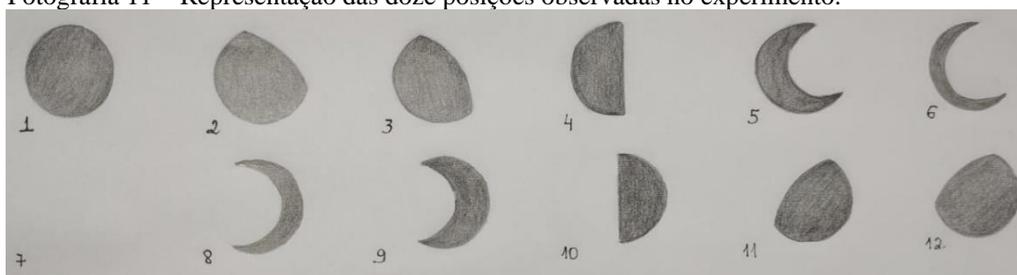


Fonte: a autora.

4.1.5 Quinta Etapa

O professor entrega uma folha em branco para cada estudante realizar a atividade individualmente e orienta que cada estudante realize a observação das doze posições. Agora é solicitado ao estudante que faça uma representação gráfica do formato da parte iluminada da esfera e em seguida pinte-a. Ao final da atividade, a representação deve ser conforme a apresentada na fotografia 11 (apêndice C).

Fotografia 11 – Representação das doze posições observadas no experimento.



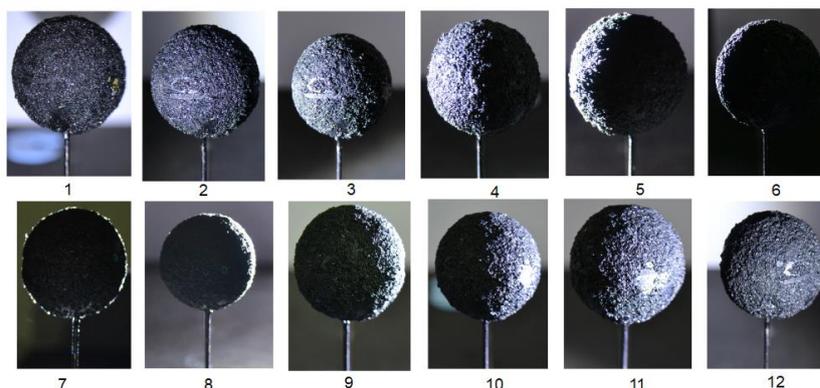
Fonte: a autora.

Após cada estudante fazer a sua observação e representação na forma de desenho de cada uma das posições, o professor questiona os estudantes sobre o que estava sendo proposto nessa atividade para que os estudantes percebam que, se não estiverem atentos e não tiverem entendido os conceitos envolvidos na atividade eles poderão fazer representação de maneira equivocada.

Nesse momento os estudantes já são capazes de associar o fenômeno observado com as fases da Lua e o professor pode pedir para que os estudantes expliquem o motivo das quatro fases observadas.

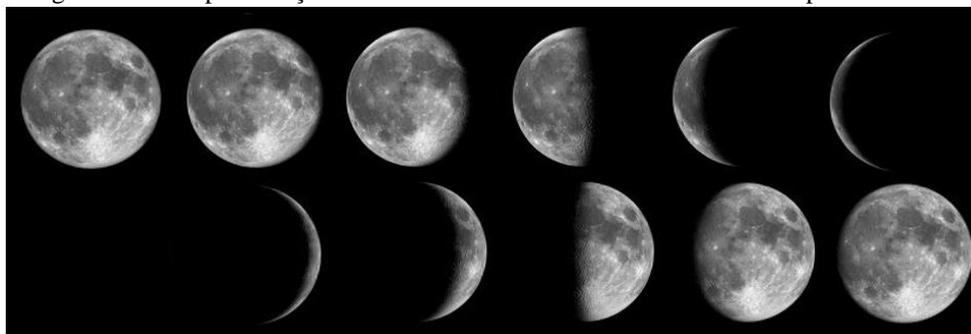
O professor pode, com o auxílio da multimídia, comparar as fotos tiradas antecipadamente das 12 posições conforme a fotografia 19 com as fotos tiradas da superfície da lua, conforme a fotografia 13. Ele compara o que foi desenvolvido na atividade 3 e demonstra como ocorrem as diferentes fases da lua e explica aos estudantes o porquê isso acontece, reforçando os conceitos abordados nas atividades 1 e 2.

Fotografia 12 – Representação do que os estudantes observaram em cada posição.



Fonte: a autora.

Fotografia 13 – Representação das fases da Lua conforme observado no experimento.



Fonte: Adaptado de: RINCÓN, Maria. **Você conhece todas as oito fases da Lua?** Disponível em: <https://www.megacurioso.com.br/educacao/104271-voce-conhece-todas-as-oito-fases-da-lua.htm>. Acesso em: 19 ago. 2020.

Nesse momento o professor também explica aos estudantes que além da Lua, alguns planetas como Mercúrio e Vênus também apresentam fases, explicando que os planetas internos à órbita da Terra apresentam fases e os planetas externos à órbita da Terra não apresentam fases, evidenciando assim a importância do referencial físico e os fenômenos ópticos envolvidos.

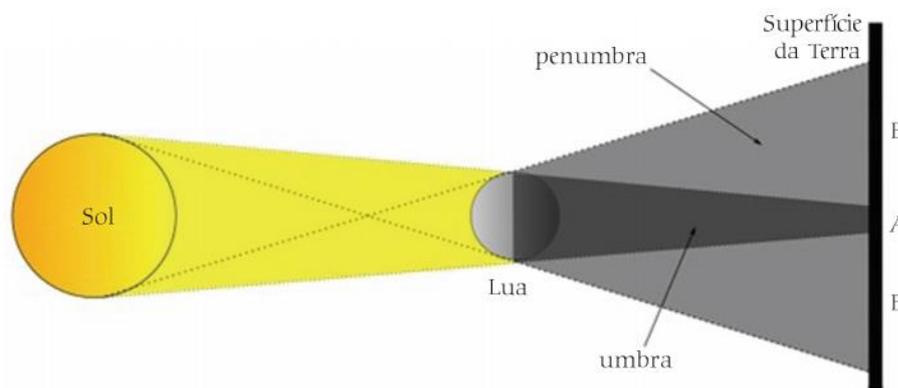
4.1.6 Sexta Etapa

Nessa etapa o professor divide a turma em pequenos grupos e cada grupo fica com um material instrucional do experimento. Devem demonstrar como ocorrem os eclipses solar e lunar utilizando o anteparo do experimento. Para isso, devem utilizar a esfera maior representando a Terra e a menor a Lua com a lanterna representando o Sol.

Cada um dos grupos de estudantes, interagindo entre si, devem formar uma representação do que acontece em cada um dos eclipses utilizando o material instrucional. Para a realização dessa atividade os estudantes têm um tempo para discutir como o fenômeno acontece, e em seguida apresentar para os demais colegas a esquematização de como ocorrem esses fenômenos na natureza e quais fatores ópticos que influenciam em cada um dos fenômenos.

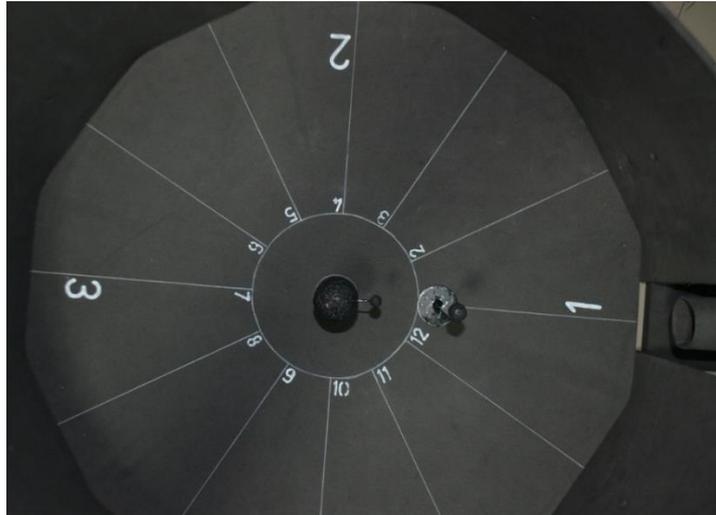
Os grupos foram capazes de realizar tal atividade demonstrando que para que esse fenômeno acontecesse é necessário o alinhamento de três astros (Sol, Terra e Lua), como demonstra a representação das figuras 8 e 9 e as fotografias 14, 15, 16 e 17.

Figura 8 – Representação gráfica do Eclipse Solar.



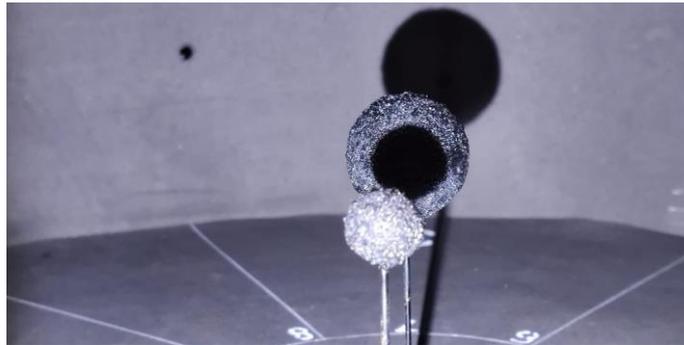
Fonte: KOHATSU, Doris; MURAMATSU, Mikiya. Eclipse em escala. **Física na Escola**, v. 17, n. 1, 2019. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol17-Num1/a03.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2020.

Fotografia 14 – Representação eclipse solar realizada pelos estudantes.



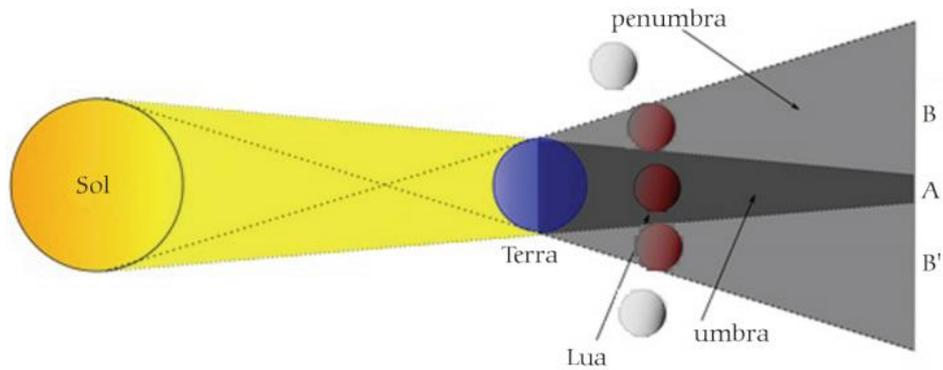
Fonte: a autora.

Fotografia 15 – Foto da representação do Eclipse Solar visto de dentro do material instrucional.



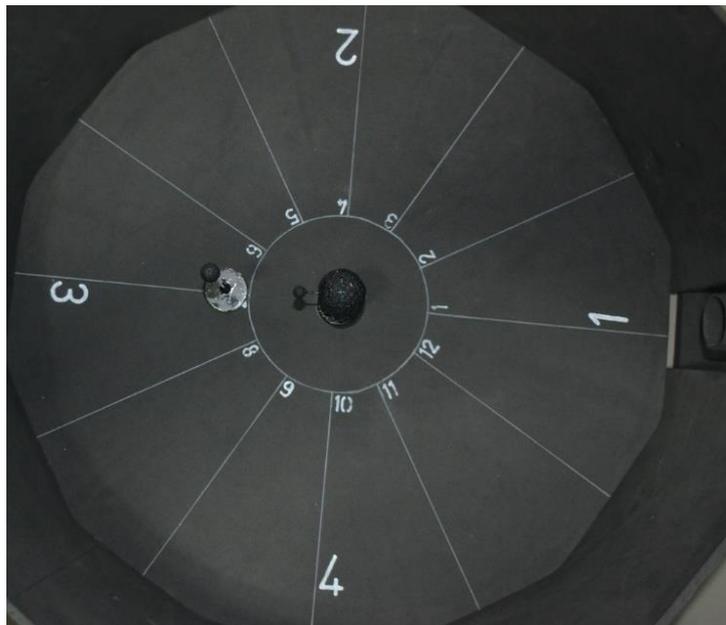
Fonte: a autora.

Figura 9 – Representação gráfica do Eclipse Lunar.



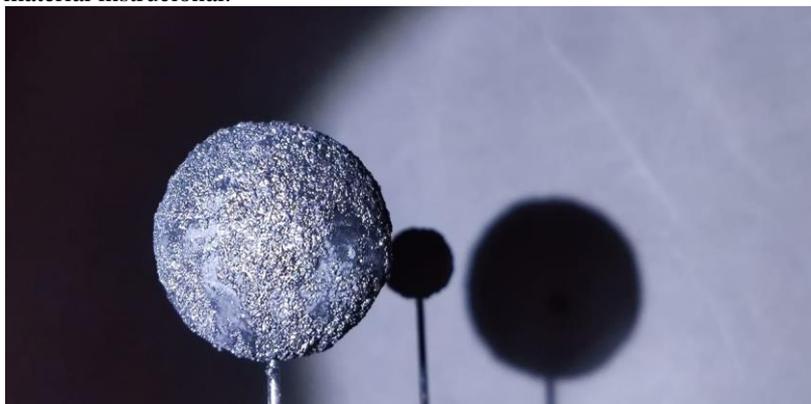
Fonte: KOHATSU, Doris; MURAMATSU, Mikiya. Eclipse em escala. **Física na Escola**, v. 17, n. 1, 2019. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol17-Num1/a03.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2020.

Fotografia 16 – Representação do eclipse lunar realizada pelos estudantes.



Fonte: a autora.

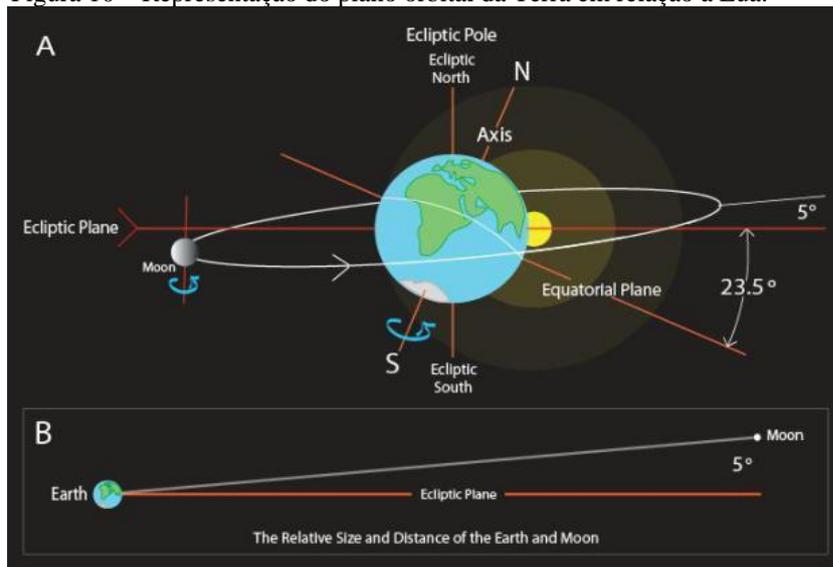
Fotografia 17 – Foto da representação do eclipse lunar visto de dentro do material instrucional.



Fonte: a autora.

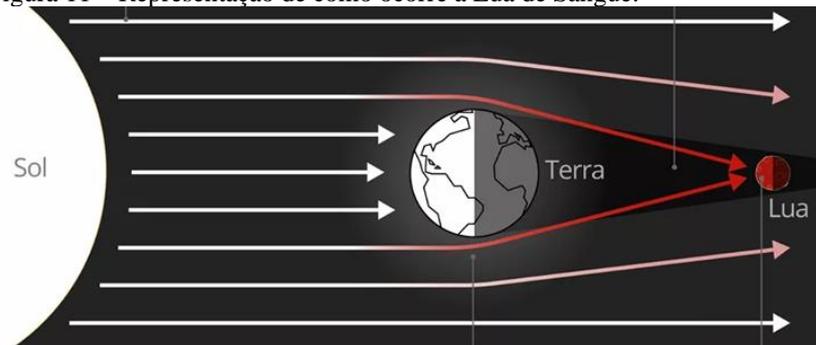
Após a explicação e apresentação dos grupos, o professor questiona os estudantes a razão de não ocorrerem eclipses solar e lunar todo o mês. Em seguida explica que este processo é um fenômeno físico que só ocorre com o alinhamento dos astros, o que não ocorre todo mês devido ao fato de que a órbita da lua e a órbita da Terra sempre estão inclinadas uma em relação a outra, como mostra a figura 10. Quando ocorre o alinhamento dessas órbitas tem-se os fenômenos do eclipse lunar e o eclipse solar. Explica o motivo do porquê em algumas condições específicas é possível a ocorrência da lua de sangue como demonstra a figura 11.

Figura 10 – Representação do plano orbital da Terra em relação a Lua.



Fonte: **I see the moon: introducing our nearest neighbour.** Disponível em: <https://theconversation.com/i-see-the-moon-introducing-our-nearest-neighbour-11499>. Acesso em: 27 jun. 2020.

Figura 11 – Representação de como ocorre a Lua de Sangue.



Fonte: PEREIRA, Roberta. **A mais longa eclipse lunar terá Lua de Sangue e Marte mais perto.** 2018. Disponível em: <https://go.hurb.com/a-mais-longa-eclipse-lunar-tera-lua-de-sangue-e-marte-mais-perto-confira/>. Acesso em 20 ago.2020.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O material instrucional foi aplicado numa turma do terceiro ano do Ensino Médio Regular da Rede Pública, na cidade de Castro - Paraná, com 28 estudantes participantes das atividades propostas pelo material instrucional.

Durante o processo de desenvolvimento da aplicação do material instrucional os estudantes participaram efetivamente de todas as etapas das atividades propostas, a partir da ação, observação e reflexão, visando aulas, onde o estudante foi ativo e produtivo para o processo de aprendizagem.

Cada estudante desenvolveu as atividades 01 e 02 individualmente e respondeu às perguntas (apêndice A e B). Na sequência apresenta-se as respostas de um dos estudantes que desenvolveu a atividade.

ATIVIDADE 01

O que você vê olhando para a esfera a partir da posição 1?

A face visível da bolinha estava toda iluminada. A haste faz uma sombra na frente do objeto.

O que você vê olhando para a esfera a partir da posição 2?

Nessa posição podemos ver que um lado da bolinha estava iluminado e outro lado estava escuro.

O que você vê olhando para a esfera a partir da posição 3?

Nessa posição a esfera a faixa que podemos ver está totalmente completa escura, pois, a luz não consegue passar pois esfera é um objeto

O que você vê olhando para a esfera a partir da posição 4?

Nessa posição como na posição 2 podemos ver metade da bolinha iluminada e metade não.

ATIVIDADE 02

O que você vê olhando para a esfera a partir da posição 1?

A fonte de luz que é a lanterna esta iluminando a esfera no centro do sistema e permitindo que a enxergamos, assim podemos ver que a esfera tem um aspecto rugoso e também podemos visualizar que a luz caminha em linha reta já que podemos ver a sombra da esfera projetada no

anteparo. Conseguimos também perceber que a luz reflete até o meu olho de forma difusa já que posso ver diversos pontos de vista da esfera ainda de onde observo. A luz que sai da lanterna passa pelo ar que é transparente e chega até a esfera, mas por ela não consegue passar pois a esfera é um meio opaco a luz.

O que você vê olhando para a esfera a partir da posição 2?

Desta posição podemos ver apenas metade da esfera e iluminada, o lado esquerdo da esfera de acordo com a posição que estou observando, está iluminado enquanto o lado direito está escuro pois não tem luz refletindo deste lado.

O que você vê olhando para a esfera a partir da posição 3?

Nesta posição a fonte de luz está atrás da esfera, sendo assim esta parte não está iluminada, sendo assim não consigo ver detalhes da esfera pois não tem luz refletindo até meus olhos desta posição.

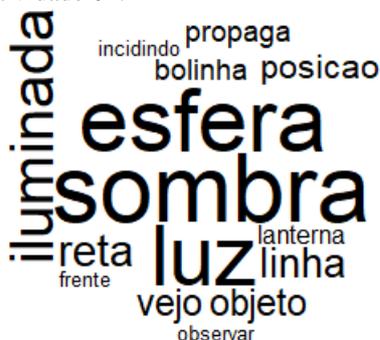
O que você vê olhando para a esfera a partir da posição 4?

Posso ver metade da esfera iluminada, mas como o ponto de vista muda desta vez de acordo com a posição 2 em que está sendo observado o lado direito está iluminado pois a fonte de luz esta desse lado, o lado esquerdo está completamente escuro.

No resultado apresentado acima, ficou evidente a diferença na quantidade de linha escritas e na qualidade do material produzido pelo estudante. Mas é preciso ressaltar que na primeira etapa da atividade cada estudante individualmente realizou a atividade proposta, apenas levando em consideração o que ele observava e com base no seu vocabulário e conhecimento pré-existente.

Cada estudante, nessa etapa fez e descreveu suas observações na Atividade 01, e com base nos dados descritos pelos estudantes nessa etapa e utilizando o programa Iramuteq (PIERRE RATINAUD, 2014) foi possível quantificar suas respostas numa nuvem de palavras que contempla as palavras mais descritas pelos estudantes durante a atividade e para cada pergunta proposta na Atividade 01. Na figura 12 é apresentado o resultado relativo a questão 01 da atividade 01. Observa-se que provavelmente no conhecimento do estudante existe uma associação entre as palavras luz e sombra pois foram as palavras mais utilizadas. E neste caso especificamente associada ainda a palavra esfera que era quem estava produzindo a sombra.

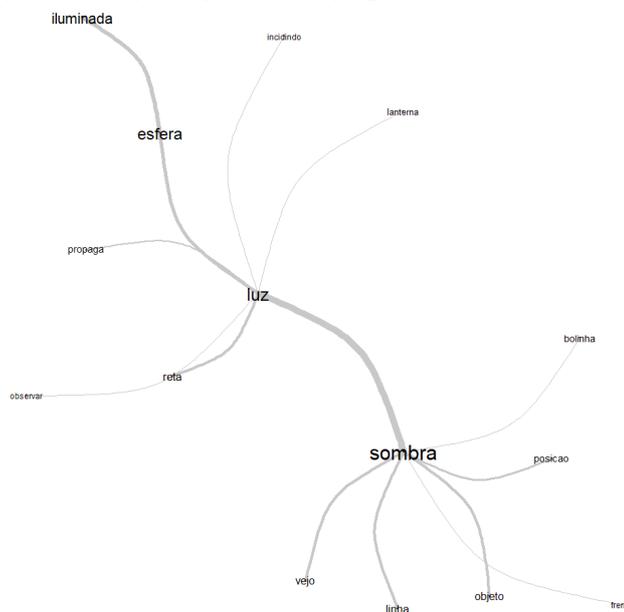
Figura 12 – Representação das palavras mais usadas para descrever o que os estudantes estavam observando na primeira etapa, respondendo à pergunta 01 da Atividade 01.



Fonte: a autora.

A suposição da associação das palavras acima é confirmada pela análise do gráfico de similitude produzido pelo programa Iramuteq (PIERRE RATINAUD, 2014) e que é apresentado na figura 13. Observemos que o eixo norteador do gráfico de similitude é produzido pelas palavras acima indicadas. Percebe-se que os estudantes associaram a esfera iluminada e a sombra como consequência dessa iluminação.

Figura 13 – Rede de similitude das palavras mais usadas para descrever o que os estudantes estavam observando na primeira etapa, respondendo à pergunta 01 da Atividade 01.

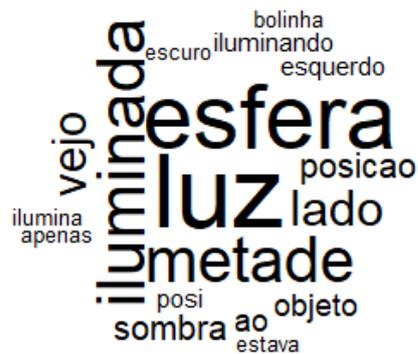


Fonte: a autora.

Na figura 14 é apresentado o resultado relativo ao questionamento 02. O resultado se repete em relação a associação, mas agora aparece a observação de que metade da esfera está

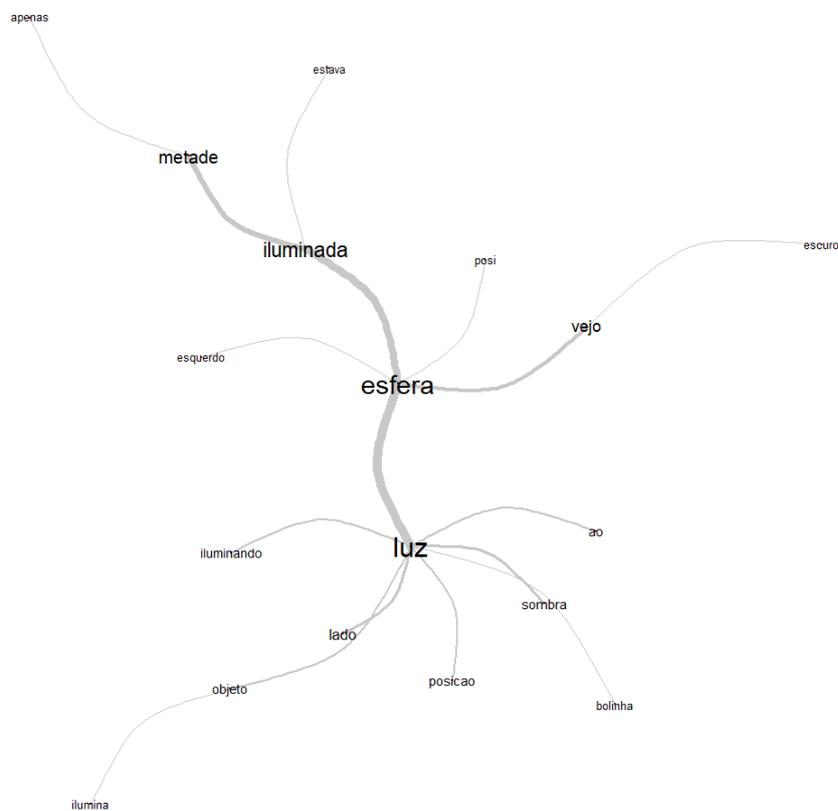
iluminada. O que é o resultado esperado. Entretanto é bom ressaltar que a indicação de que o lado iluminado é o lado aparece com maior intensidade. Na complementação da análise com o gráfico de similitude na figura 15 percebe-se o mesmo eixo norteador anteriormente indicado.

Figura 14 – Representação das palavras mais usadas para descrever o que os estudantes estavam observando na primeira etapa, respondendo à pergunta 02 da Atividade 01.



Fonte: a autora.

Figura 15 – Rede de similitude das palavras mais usadas para descrever o que os estudantes estavam observando na primeira etapa, respondendo à pergunta 02 da Atividade 01.



Fonte: a autora.

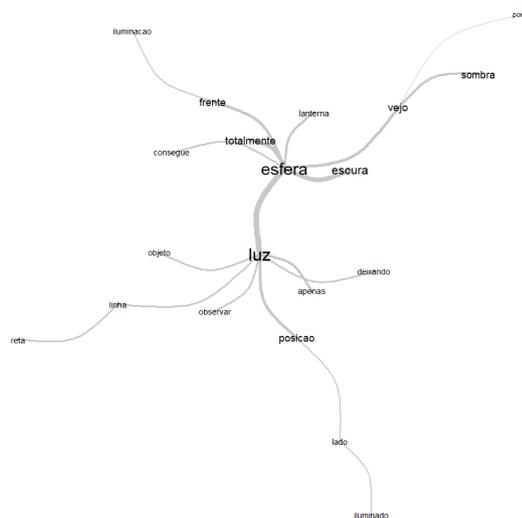
Na figura 16 apresenta – se a análise das respostas obtidas para o questionamento 03. Pode-se observar que não existe uma associação entre a falta de iluminação da superfície com a palavra escura. Essa interpretação fica evidente quando se olha para o gráfico de similitude na figura 17. O resultado demonstra que não existe uma conexão entre as expressões pois não existe um eixo norteador para o direcionamento das repostas. Existe apenas uma conexão entre as palavras luz e esfera, mas sem indicação de uma possível análise de entendimento do que realmente está acontecendo uma vez que a palavra escura está desvinculada de qualquer eixo norteador. Apenas associam que a esfera se encontra escura.

Figura 16 – Representação das palavras mais usadas para descrever o que os estudantes estavam observando na primeira etapa, respondendo à pergunta 03 da Atividade 01.



Fonte: a autora.

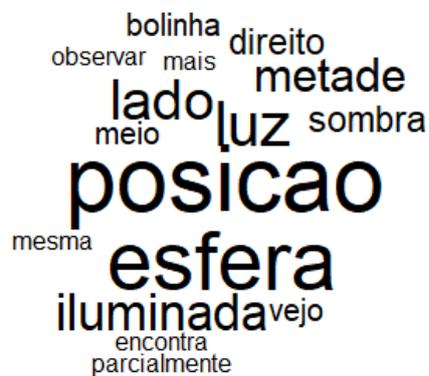
Figura 17 – Rede de similitude das palavras mais usadas para descrever o que os estudantes estavam observando na primeira etapa, respondendo à pergunta 03 da Atividade 01.



Fonte: a autora.

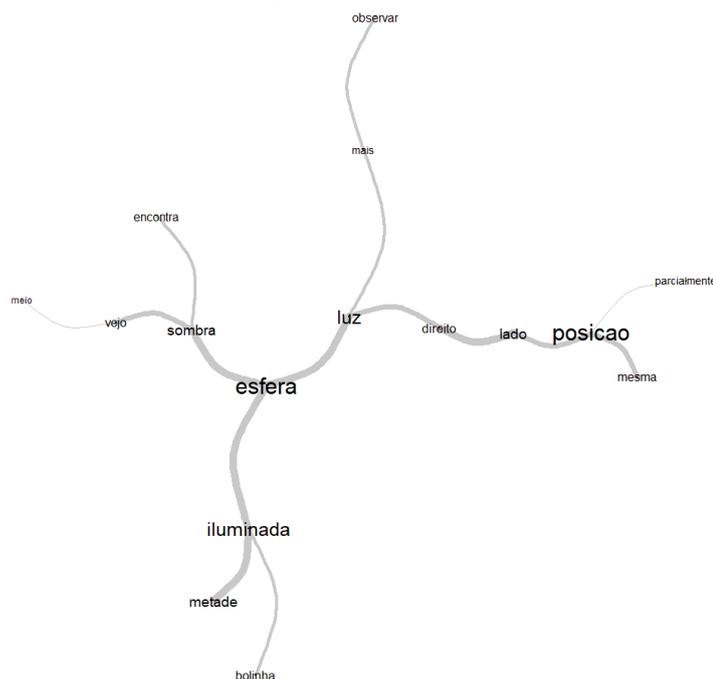
Para a questão 04 da etapa 1 o resultado é apresentado na figura 18. A análise dessa nuvem de palavras reforça o resultado relativo obtido na questão 02. O que se percebe é que falta na descrição o indicativo do lado que está sendo iluminado. Resultado confirmado pelo gráfico de similitude na figura 19 que indica um eixo central, mas que palavra direita aparece numa via secundária de importância. Mas possuem a associação de que apenas o lado direito encontra-se iluminado.

Figura 18 – Representação das palavras mais usadas para descrever o que os estudantes estavam observando na primeira etapa, respondendo à pergunta 04 da Atividade 01.



Fonte: a autora.

Figura 19 – Rede de similitude das palavras mais usadas para descrever o que os estudantes estavam observando na primeira etapa, respondendo à pergunta 03 da Atividade 01.



Fonte: a autora.

De forma geral, com base nas descrições realizadas pelos estudantes nessa etapa, pode-se perceber que muitos dos estudantes que realizaram a atividade, destacaram o que observavam sem muitos detalhes e sem muitos parâmetros do que de fato deviam observar. Mas ressalta-se que nesta primeira etapa não houve um detalhamento específico de como deveriam ser feitas as observações.

Analisando as respostas descritas pelos estudantes na segunda etapa da aplicação do material instrucional (Atividade 02) tem-se um resultado oposto ao descrito na primeira etapa da atividade. Agora os estudantes foram instruídos e sabiam o que era para ser feito e como era para ser feito e quais os fenômenos físicos envolvidos em cada posição observada na etapa. Pôde-se notar uma evolução nas respostas descritivas nessa etapa, mostrando que, quando o estudante entende o que é para ser feito, o desenvolvimento da aprendizagem se torna mais eficaz, apresenta uma expansão de seu vocabulário, aprimora o seu desenvolvimento cognitivo e cria a vontade por verificar se de fato tal fenômeno ocorre. Com isso percebe-se claramente que a presença do professor e a organização dos conceitos a serem ensinados interferem no processo de aprendizagem do estudante, pois quando isso não fica claro durante o desenvolvimento de uma atividade o estudante apresenta dificuldade em realizá-la. E nesta condição o estudante passa a interagir, participar e gerenciar o seu processo de aprendizagem.

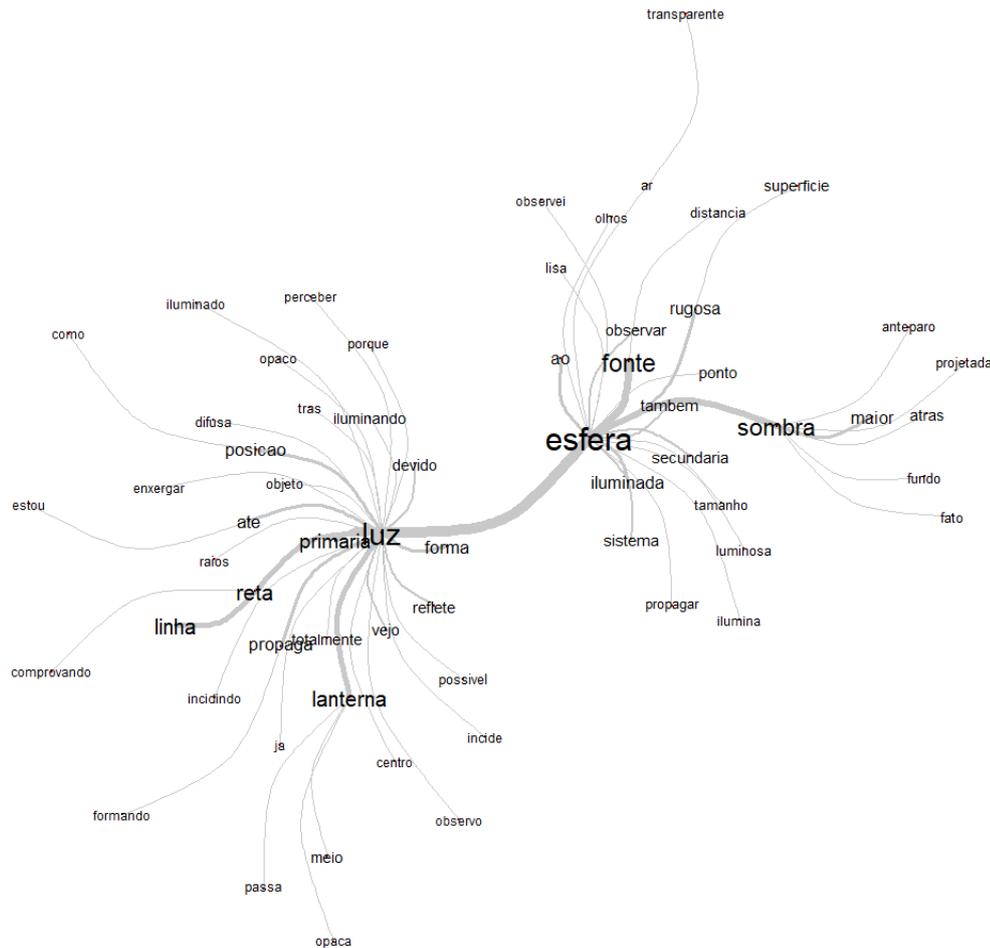
Na figura 20 é apresentado o resultado da avaliação descritiva para o questionamento 01 da atividade 02. Comparando com a figura 12 fica evidente o avanço no número de palavras utilizadas. Na figura 21 é apresentado o gráfico da similitude relativo a mesma questão. Deve-se verificar que o eixo principal agrega as palavras que dão significado a observação. Mas observemos a vinculação de vocabulário agregado ao eixo principal que evoluiu enormemente na atividade 02.

Figura 20 – Representação das palavras mais usadas para descrever o que os estudantes estavam observando na terceira etapa, respondendo à pergunta 01 da Atividade 02.



Fonte: a autora.

Figura 21 – Rede de similitude das palavras mais usadas para descrever o que os estudantes estavam observando na terceira etapa, respondendo à pergunta 01 da Atividade 02.



Fonte: a autora.

Nessa posição, com base na nuvem de palavras e na rede de similitude, pode-se perceber nas respostas descritas pelos estudantes que a maioria deles associou que era possível enxergar a esfera iluminada dessa posição devido uma fonte de luz primária (a lanterna) incidir luz sobre a esfera e esta refletir de forma difusa a luz. Associaram também que o efeito da propagação retilínea da luz permite a formação de uma sombra atrás da esfera por ela ser um meio opaco a luz.

Segue-se abaixo o modelo de uma resposta esperada que os estudantes descrevessem sobre a observação e assimilação do que estavam realizando:

“Eu vejo a luz da lanterna que é a fonte primária de luz do sistema, ou seja, gera sua própria luz, incidindo sobre a esfera que está posicionada na frente da lanterna, onde a esfera é a fonte secundária de luz do sistema. A luz da lanterna é bastante intensa e eu posso enxergar a esfera bastante iluminada no lado em que incide a luz. Eu vejo a esfera porque a luz incide sobre sua superfície e parte é refletida pela superfície na minha direção, devido ao fato da reflexão difusa

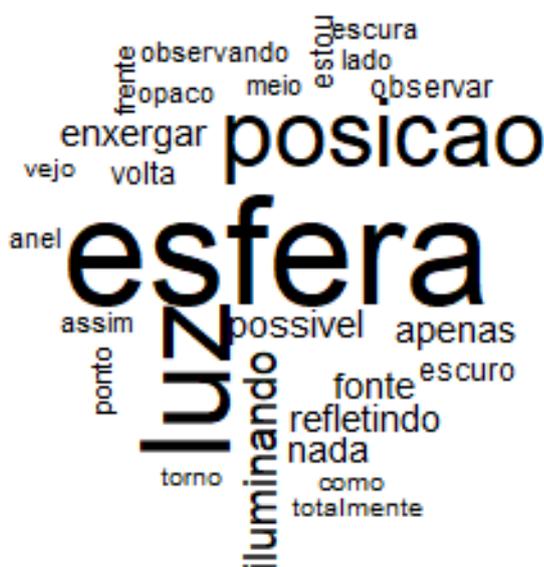
Com base na nuvem de palavras e na rede de similitude, pode-se perceber nas respostas descritas pelos estudantes que a maioria dos estudantes agora associou que era possível enxergar a esfera iluminada dessa posição devido uma fonte de luz primária (a lanterna) incidir luz sobre a esfera e que apenas o lado esquerdo da esfera estava sendo iluminado, pois é o lado de onde a luz está sendo incidida e reflete até a posição observada. E que o lado direito não pode ser visualizado devido não ter luz para refletir.

Uma possível descrição poderia ser a seguinte:

“Eu vejo a luz da lanterna iluminando lateralmente o lado esquerdo da esfera. A luz é incidida no lado esquerdo da esfera, pois é o lado em que a lanterna se encontra, e ao incidir na superfície da esfera é refletida difusamente até a posição que me encontro em relação ao sistema. Desta posição vejo que apenas um quarto da área total da esfera iluminada. E consigo perceber que a superfície da esfera apresenta imperfeições. A região em que a luz não consegue se propagar devido a esfera ser opaca e não consigo analisar suas características, pois não há luz refletindo desse ponto.”

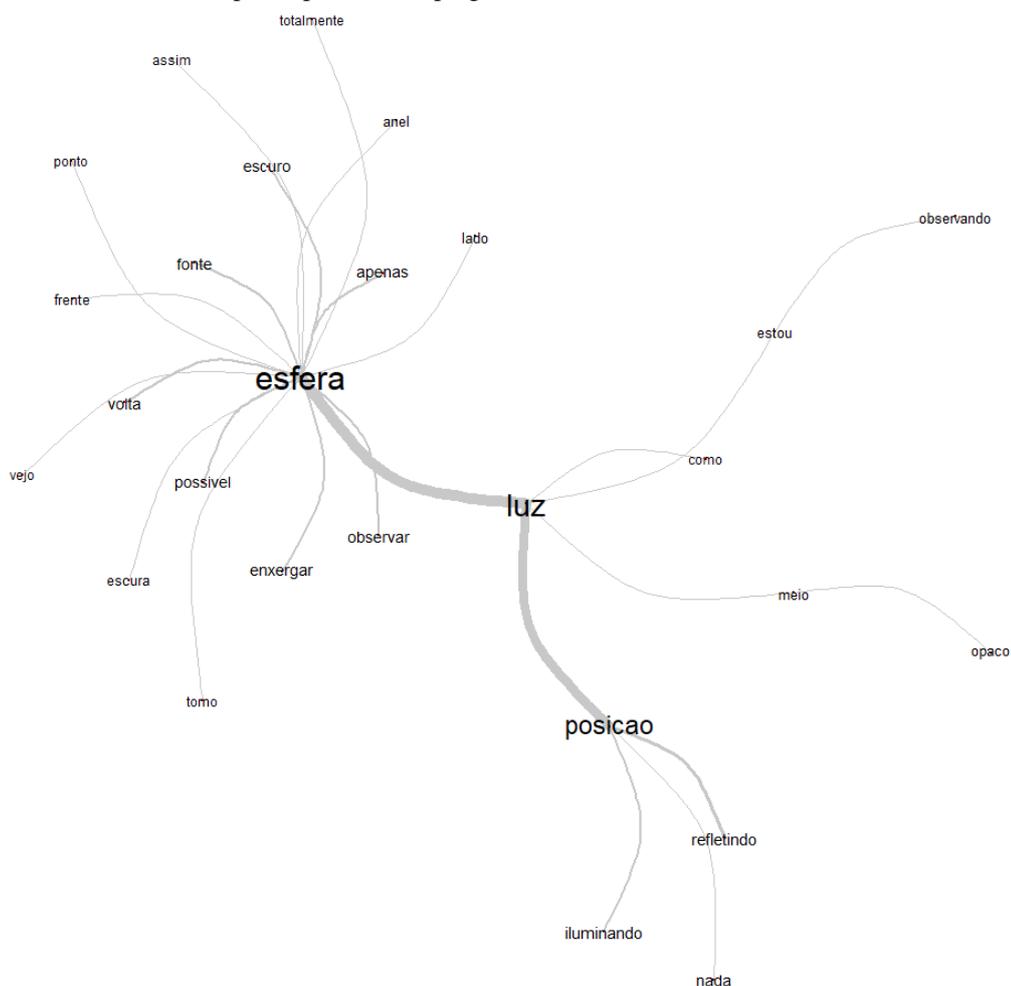
Para a posição 03 vemos que a nuvem de palavras, apresentado na figura 24, reflete claramente o que já foi observado para a posição 02. A mesma observação sendo válida para o gráfico de similitude apresentado na figura 25.

Figura 24 – Representação das palavras mais usadas para descrever o que os estudantes estavam observando na terceira etapa, respondendo à pergunta 03 da Atividade 02.



Fonte: a autora.

Figura 25 – Rede de similitude das palavras mais usadas para descrever o que os estudantes estavam observando na terceira etapa, respondendo à pergunta 03 da Atividade 02.



Fonte: a autora.

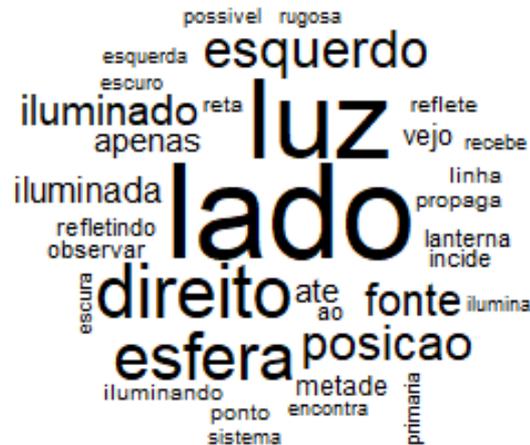
Nesta posição, os estudantes com base na análise das respostas, associaram o fato de não ser possível enxergar a esfera por completo devido à ausência de luz da posição observada, ou seja, só é possível enxergar os objetos quando a luz incidindo e refletindo sobre eles.

Para a posição 03 uma descrição poderia ser:

“Dessa posição não é possível enxergar a esfera por completo, pois como ela é uma fonte secundária de luz ela apenas reflete a luz proveniente de uma fonte primária e como não há luz incidindo na esfera desta posição, não consigo vê-la. Consigo apenas perceber que existe uma fonte de luz atrás da esfera.”

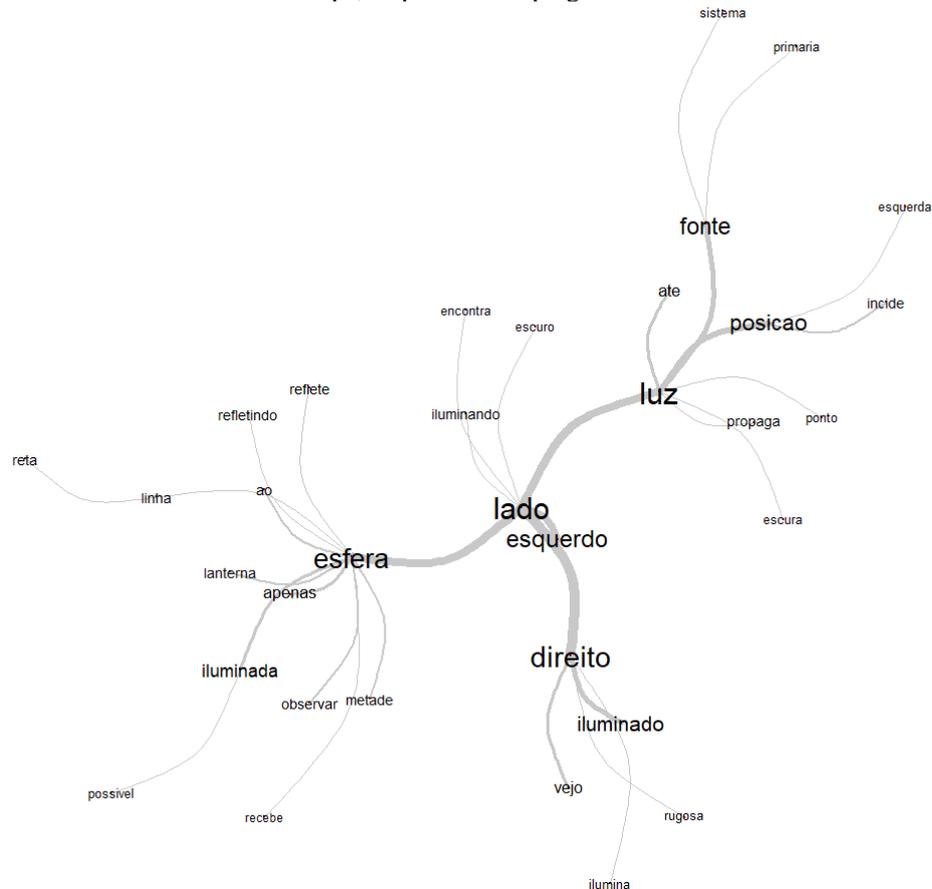
Novamente a nuvem de palavras (figura 26) para a questão 04 reproduz o mesmo resultado das questões anteriores. A rede de similitude apresentada na figura 27 confirma essa interpretação. Chamemos a atenção das palavras esquerdo e direito que evidenciam eixos fortes na conexão entre as palavras.

Figura 26 – Representação das palavras mais usadas para descrever o que os estudantes estavam observando na terceira etapa, respondendo à pergunta 04 da Atividade 02.



Fonte: a autora.

Figura 27 – Rede de similitude das palavras mais usadas para descrever o que os estudantes estavam observando na terceira etapa, respondendo à pergunta 04 da Atividade 02.



Fonte: a autora.

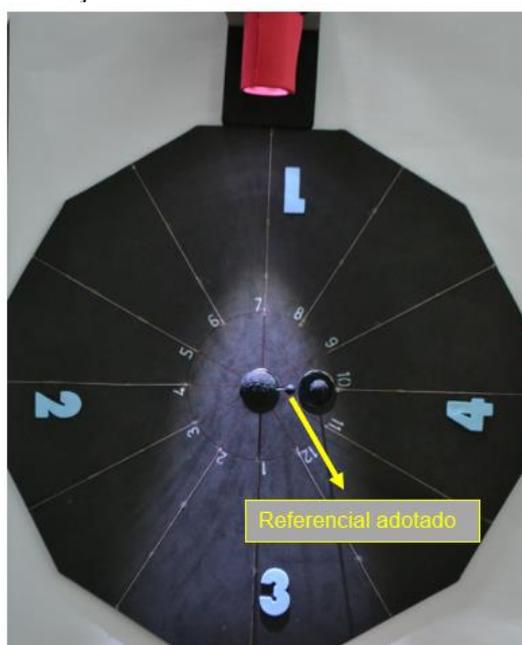
Nesta posição os estudantes descrevem que o é possível observar o lado direito da esfera, pois é o lado onde está iluminado pela fonte de luz. O lado esquerdo da esfera não é perceptível, pois não há luz iluminando-o.

Um modelo de resposta esperada para a descrição da observação na posição 04 poderia ser:

“Eu vejo a luz da lanterna iluminando lateralmente o lado direito da esfera. A luz é incidida no lado direito da esfera, pois é o lado em que a lanterna se encontra, e ao incidir na superfície da esfera é refletida difusamente até a posição que me encontro em relação ao sistema. Desta posição vejo que apenas um quarto da área total da esfera iluminada. E consigo perceber que a superfície da esfera apresenta imperfeições. A região em que a luz não consegue se propagar devido a esfera ser opaca e não consigo analisar suas características, pois não há luz refletindo desse ponto. Percebo também que esta situação simétrica à observação da posição 2, porém altera a área iluminada devido ao fato de o observador mudar de posição em relação ao sistema.”

Com base nas análises das respostas descritas pelos estudantes nessa etapa, pôde-se destacar que, quando o professor fornece condições e orienta o estudante de maneira que ele se sinta parte do desenvolvimento da atividade, esse é capaz de se tornar um ser ativo na elaboração do seu próprio conhecimento e interessando-se por entender o que lhe é proposto. Essa conclusão é sustentada e evidenciada na quarta etapa do desenvolvimento do material instrucional. Nela, os estudantes tinham que descrever o que aconteceria novamente em cada posição, considerando que o referencial adotado (esfera menor) mudava de posição a cada nova posição, conforme a fotografia 18.

Fotografia 18 – Mudança de referencial para observação da esfera.

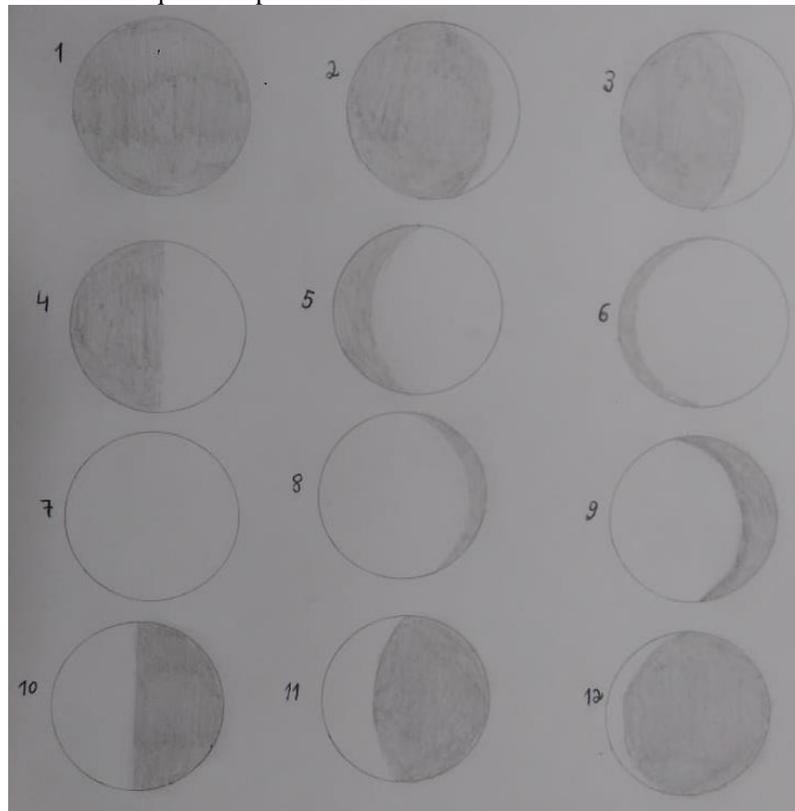


Fonte: a autora.

Os estudantes conseguiram associar que se o referencial muda, a forma ou a parte iluminada da esfera muda, pois ela depende da posição do observador e da posição da fonte de luz. Essa atividade tornando-se possível apenas porque os estudantes já tinham finalizado a aprendizagem das situações realizadas nas atividades anteriores. É nessa etapa que os estudantes associam as observações com as fases da Lua. É preciso ressaltar porém que até o momento o professor não havia mencionado tal associação, ou seja, os estudantes relacionaram o fenômeno observado com uma situação presente no seu cotidiano, deixando claro que, quando o estudante compreende o fenômeno físico ensinado, este consegue associar com situações de sua vivência de forma espontânea.

Na quinta etapa os estudantes são desafiados a pintar apenas a parte iluminada da esfera considerando as doze posições descritas pelo experimento. Alguns estudantes perceberam algumas falhas durante e após a realização da atividade por não terem tomado certo cuidado nas observações realizadas. As representações das doze posições não estavam de acordo com o que estavam observando. Observemos o exemplo de uma das representações realizadas e que é apresentada na fotografia 19.

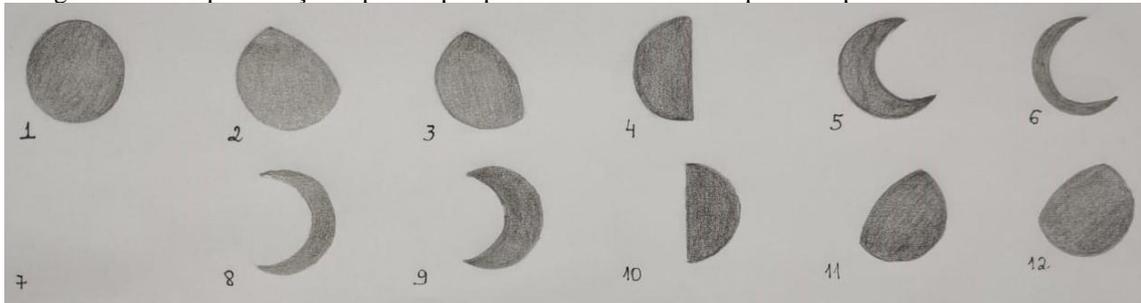
Fotografia 19 – Representação da parte iluminada realizada por um estudante na quinta etapa da atividade.



Fonte: a autora.

Estamos questionando a falha na representação solicitada na etapa cinco da aplicação do material instrucional. Para o entendimento da divergência de solução é apresentado na fotografia 20 o resultado que deveria ter sido gerado:

Fotografia 20 – Representação esperada por parte dos estudantes na quinta etapa da atividade.



Fonte: a autora.

No gráfico 1 apresenta-se uma representação da análise comparativa das respostas. Observa-se que 48% dos estudantes concluiu de forma errada a atividade. Mas neste gráfico é importante ressaltar que 4% dos estudantes não finalizaram a atividade indicando que o processo de aprendizagem para eles não se efetivou. Essa é uma demonstração clara de que o processo utilizado em sala de aula é excludente pois não considera que parte da turma pode não estar preparado para a execução de atividades em nível mais complexo. Que é o caso que aqui se apresenta.

Gráfico 1 – Porcentagem de acertos referente a quinta etapa da atividade.



Fonte: a autora.

Nesta atividade 48 % dos estudantes pintaram apenas a parte iluminada em cada uma das posições conforme a fotografia 20, levando em consideração o fato de que a parte que estava na ausência de luz não foi representada e pintada.

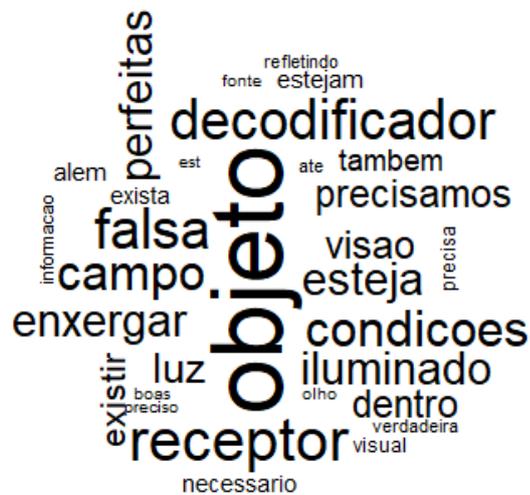
Outros 44 % pintaram a parte iluminada conforme proposto, entretanto desenharam um contorno na parte onde não havia luz, como mostra a fotografia 19. Mas é importante observar que durante a realização da atividade parte dos próprios estudantes perceberam seus equívocos ao comparar seus desenhos com os demais e ao observarem as fases da Lua enfatizaram que a parte que não recebe luz não é observada. Dessa atividade fica evidente que a falta de atenção leva a realização de equívocos na observação. Entretanto esse processo levou a comprovação de que quando a estudante está ativo no processo de aprendizagem ele próprio é capaz de rever sua atividade. Foi o que aconteceu porque ao fazer comparações com os demais colegas e ao ver as fases da Lua eles próprios foram capazes de enxergar seus erros, evidenciando que o processo de aprendizagem está diretamente relacionado com o fato de se cometer e compreender seus erros. Durante a finalização da atividade é de grande importância que o professor esclareça que isso é um processo normal e pode acontecer quando se analisa um fenômeno da natureza. É preciso explicar a importância da autocrítica perante suas falhas, pois isso leva ao aprendizado efetivo do estudante.

Na sexta etapa, os estudantes foram divididos em dois grupos e cada grupo ficou responsável por explicar como são formados os eclipses lunares e solares e explicar os fenômenos físicos envolvidos. Nesta etapa percebeu-se uma interação entre estudantes no desenvolvimento da atividade onde ambos os grupos foram capazes de mostrar como ocorrem os eclipses e quais os fenômenos e condições para que tanto o solar quanto o lunar ocorram. Essa etapa evidenciou que ao se estabelecer condições para que o estudante compreenda uma atividade, ele é capaz de prosseguir para a próxima atividade desde que seus conceitos e pensamentos estejam organizados assim como descreve (BRUNER, 1969) em suas considerações que se deve ter uma sequência no processo de ensino para que os conceitos façam sentido para o estudante, mantendo uma organização e uma profundidade considerável no assunto em questão, evidenciando também a importância do erro e do seu reconhecimento para a aprendizagem do estudante. Mostrando que com isso, é possível ensinar qualquer assunto a qualquer nível de aprendizagem do estudante levando em consideração o nível de evolução desenvolvimento cognitivo.

Como verificação final das atividades propostas pelo material instrucional, após um mês do desenvolvimento da atividade foi realizada a Atividade Avaliativa (apêndice D) dos estudantes conforme as normas do colégio, onde apenas foi descrito aos estudantes que o

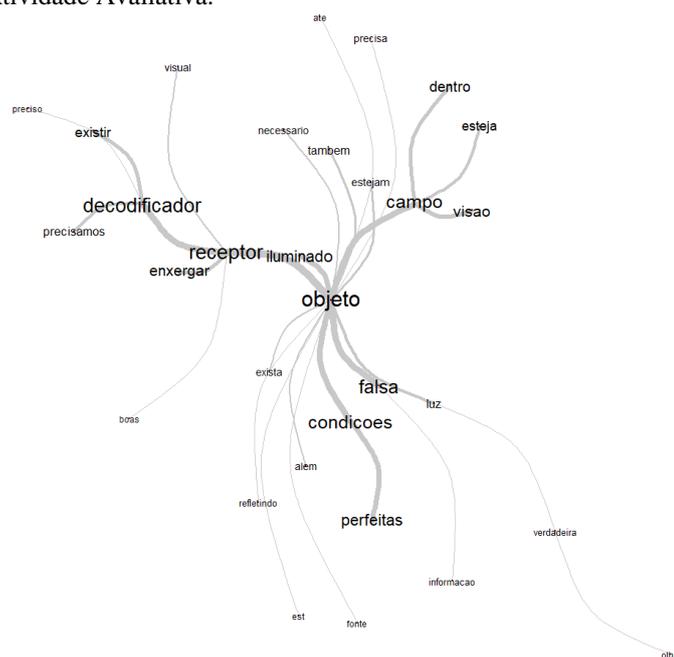
conteúdo da Atividade seria referente ao bimestre. Essa avaliação serviu como base para a verificação da qualidade de resultado de aprendizagem produzida na aplicação do material instrucional desenvolvido. Na figura 28 é apresentado o mapa de palavras utilizadas nas respostas da questão 01 da Atividade Avaliativa e na figura 29 a rede de similitude referente a mesma questão.

Figura 28 – Representação das palavras mais usadas para descrever o que os estudantes responderam referente a questão 01 da Atividade Avaliativa.



Fonte: a autora.

Figura 29 – Rede de similitude das palavras mais usadas para descrever o que os estudantes responderam referente a questão 01 da Atividade Avaliativa.



Fonte: a autora.

várias direções ao mesmo tempo, possibilitando que mais de um observador possa enxergar o mesmo objeto, desde que este esteja dentro desse campo visual.

As questões 05, 06, 07 e 08 da Atividade Avaliativa eram questões objetivas, descritas na Tabela 1, fazendo um comparativo entre o número de acertos e de erros de cada questão da avaliação.

Tabela 1 – Resultados referente as perguntas 05, 06, 07 e 08 da Atividade Avaliativa 01.

Questão	Acertos	Erros
05	9	15
06	21	3
07	18	6
08	21	3

Fonte: a autora.

De um modo geral, percebeu-se que a maneira com que o material instrucional foi desenvolvido levou ao aprendizado. Essa conclusão é sustentada pelo evidente aumento no vocabulário utilizado para descrever os fenômenos ópticos observados conforme as nuvens de palavras, redes de similitude.

6 CONCLUSÕES

A utilização do material instrucional em sala de aula possibilitou uma nova perspectiva para que os estudantes compreendessem os conhecimentos básicos da óptica. Esses conhecimentos, em geral, são explicados de forma convencional e não ficam muito claros ao estudante, pois nem sempre esse consegue fazer do abstrato algo que lhe faça sentido. Quando o estudante é colocado para ele próprio fazer a observação, fica mais fácil o entendimento dos conceitos, pois eles conseguem visualizar o que está acontecendo. Além disso, quando um colega visualiza algo diferente, os demais procuram fazer a verificação. De forma natural e espontânea surge o trabalho em equipe.

Percebeu-se na Atividade 01 que a maioria dos estudantes se sentiu desorientado no que era de fato para fazer na atividade, pois esses não tinham uma orientação do que observar. Mas a partir do momento em que a professora mostrou o quão importante uma observação é para entender os conceitos físicos que envolvem um fenômeno físico, os estudantes passaram a ter uma outra postura sobre a observação. A partir disso suas respostas como descritas na análise de dados aprimoraram-se com uma escrita mais detalhada do fato que estavam observando, evidenciando que a explicação em sala de aula interfere diretamente na aprendizagem do estudante. Mostrando também o quão importante é a organização e o preparo do professor da aula a ser ministrada. O resultado demonstra que o estudante se espelha diretamente no professor e, caso o professor não tenha uma boa preparação ou não tenha esse pensamento de que suas aulas influenciam na vida de seus estudantes, esses podem muitas vezes entender conceitos de forma errônea e que serão levados para a vida do estudante seja ela acadêmica ou não.

O fato de as atividades serem na sua maioria escritas, mostrou-se que o estudante só é capaz de escrever aquilo que ele entendeu sobre o conceito ou conteúdo abordado em sala de aula. Ficou evidente que quando o estudante não entende o conteúdo, ele também não consegue escrever ou explicar para alguém determinado conceito seja ele físico ou não. Isso ficou comprovado durante a aplicação do produto na realização da atividade 03 e na sexta etapa do procedimento. A maioria conseguiu desenvolver de forma eficaz e sabendo o que estava sendo realizado em cada atividade. Mas essa conclusão é fortemente evidenciada e se explicita na Atividade Avaliativa, pois os estudantes não tinham sido informados quais os conteúdos que seriam avaliados pela atividade avaliativa.

Os resultados deste trabalho demonstram que o material instrucional proposto utilizando conceitos básicos da óptica geométrica permitiu que os estudantes compreendessem como

ocorrem as fases da Lua e outros conceitos físicos associados. Permitiu demonstrar que quando o estudante participa do processo de sua aprendizagem, ele participa de forma a se fazer presente na aula atuando como o agente de seu próprio conhecimento e não como um ser passivo e mero expectador.

O material instrucional é simples, fácil de se construir e de fácil manuseio. É também um material que abre um leque de possibilidades para estudo de conceitos básicos da óptica geométrica e que permite ao estudante compreender como e porque temos a ocorrência das fases da lua, e indo além, pois possibilita o entendimento do aparecimento dos eclipses solar e lunares. Ainda se mostra acessível para qualquer turma seja do ensino médio ou até mesmo para o ensino fundamental, onde conceitos são ensinados e nem sempre o estudante consegue associá-los, possibilitando assim uma forma de ensinar a óptica geométrica com a participação direta do estudante.

REFERÊNCIAS

- BESSA, V. H. **Teorias de aprendizagem**. Curitiba: IESDE Brasil S.A, 2008. 204 p. Disponível em: http://files.psicologandoja.webnode.com.br/200000064-e4114e50b2/teorias_da_aprendizagem_online.pdf. Acesso em: 29 set. 2019.
- BIZERRA, A; URSI, S. **Aplicando a concepção de aprendizagem**. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1800346/mod_resource/content/1/Teorias%20da%20Aprendizagem%20II.pdf. Acesso em: 29 set. 2019.
- BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. LDB - **Lei nº 9394/96**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 1996.
- BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. **PCNs + ensino médio. Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC-SEMTEC, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 01 out. 2019.
- BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. **Orientações curriculares para o ensino médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias (Orientações curriculares para o ensino médio: volume 2)**. Brasília: MEC, 2006. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf. Acesso em: 03 out. 2019.
- BRUNER, J. S. **Uma nova teoria de aprendizagem**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bloch, 1969. 191 p.
- COSTA, L. G; BARROS, M. A. O ensino de física no Brasil: Problemas e desafios. *In: XII Congresso Nacional de Educação, Anais [...]* Curitiba: PUC – PR, 2015. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/21042_8347.pdf. Acesso em: 29 set. 2019.
- CRUZ, G. K. **A criação do conhecimento real exterior**. 1. ed. Curitiba: Appris, 2016. 169 p.
- FILHO, K. S.O; SARAIVA, M. F. **Astronomia e astrofísica**. Porto Alegre. 2014. 784 p. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/livro.pdf>. Acesso em: 29 set. 2019.
- KOHATSU, D; MURAMATSU, M. Eclipse em escala. **Física na Escola**, v. 17, n. 1, p. 9-15, 2019. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol17-Num1/a03.pdf>. Acesso em: 29 set. 2019.
- LIMA, F. P; ROCHA, J. F. V. Eclipses Solares e Lunares. **Física na Escola**, v. 5, n. 1, p. 22-24, 2004. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol5/Num1/v5n1a08.pdf>. Acesso em: 29 set. 2019.
- MICHA, D. N. Fotos da Lua pelo Mundo: um projeto observacional registrado em fotografia sobre como as fases da Lua se comparam quando observadas dos Hemisférios Norte e Sul. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 3, e3310-1-e3310-8, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v40n3/1806-9126-RBEF-40-3-e3310.pdf>. Acesso em: 29 set. 2019.

MILONE, A. C. et al. **Introdução a astronomia e astrofísica**. São José dos Campos. INEP. 2018. 433 p. Disponível em: http://www.inpe.br/ciaa2018/arquivos/pdfs/apostila_completa_2018.pdf. Acesso em: 29 set. 2019.

MOREIRA, M. A. Grandes desafios para o ensino da física na física contemporânea. Conferência proferida na XI Conferência Interamericana sobre Enseñanza de la Física, Guayaquil, Equador, julho de 2013 e durante o Ciclo de palestras dos 50 Anos do Instituto de Física da UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, março de 2014. Disponível em: https://www.if.ufrj.br/~pef/aulas_seminarios/seminarios/2014_Moreira_DesafiosEnsinoFisica.pdf. Acesso em: 29 set. 2019.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação (SEED). **Diretrizes curriculares da educação básica: física**. Paraná, 2008. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce_fis.pdf. Acesso em: 03 out. 2019.

PRASS, A. R. **Teorias de aprendizagem**. ScriniaLibris. 2012. Disponível em: https://www.fisica.net/monografias/Teorias_de_Aprendizagem.pdf. Acesso em: 29 set. 2019.

PIERRE RATINAUD. **Copyright**: Software Iramuteq. Versão 0.7 alpha 2. [S. l.], 22 dez. 2014. Disponível em: <http://www.iramuteq.org/>. Acesso em: 31 ago. 2020.

RICARDO, E. C. **Física**. Brasília. 2004. 26 p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/08Fisica.pdf>. Acesso em: 29 set. 2019.

ROCHA, J. F. M. **Origens e evolução das ideias da física**. Salvador. EDUFBA, 2011. 374 p. Disponível em: <https://www.doccity.com/pt/origens-e-evolucao-das-ideias-da-fisica/4895784/>. Acesso em: 29 set. 2019.

SILVA, A. A. **Crônicas da luz**: Uma breve história da óptica. 2006. 36 p. Monografia para obtenção do título de licenciado em física. Uberlândia. 2006. Disponível em: http://www.infis.ufu.br/infis_sys/pdf/ADRIANO%20APARECIDO%20DA%20SILVA.pdf. Acesso em: 29 set. 2019.

SILVA, L. F. **Introdução à astronomia através de uma proposta interdisciplinar**. 2002. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/mpef/mef008/mef008_02/Lucia/astrologia/paginaeclipse.html. Acesso em: 28 set. 2019.

SILVA, M. A. et al. A importância do Ensino da óptica para o desenvolvimento das tecnologias modernas. *In*: XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, **Anais** [...]. Rio de Janeiro: CEFET/RJ, 2005. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0017-3.pdf>. Acesso em: 29 set. 2019.

APÊNDICE A – ATIVIDADE ESCRITA 01



Nome: _____ N° _____ Série: _____ Data: ____/____/____

ATIVIDADE ESCRITA 01

01. O que você vê olhando para a esfera a partir da posição 1?

02. O que você vê olhando para a esfera a partir da posição 2?

03. O que você vê olhando para a esfera a partir da posição 3?

04. O que você vê olhando para a esfera a partir da posição 4?

APÊNDICE B – ATIVIDADE REESCRITA 02



Nome: _____ Nº _____ Série: _____ Data: ____/____/____

ATIVIDADE REESCRITA 02

01. O que você vê olhando para a esfera a partir da posição 1?

02. O que você vê olhando para a esfera a partir da posição 2?

03. O que você vê olhando para a esfera a partir da posição 3?

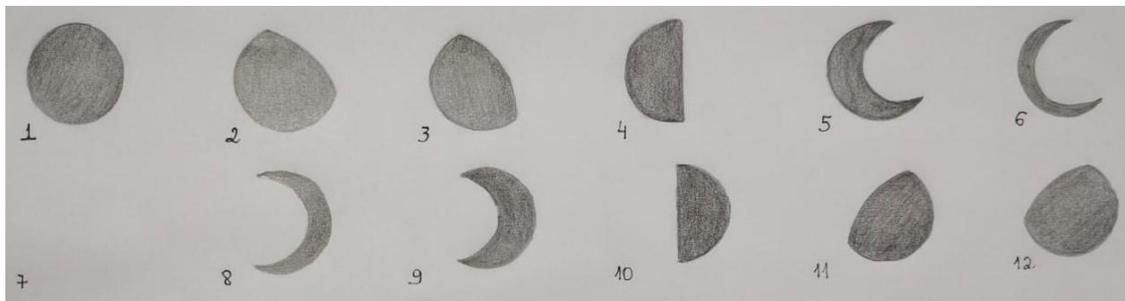
04. O que você vê olhando para a esfera a partir da posição 4?

APÊNDICE C – ATIVIDADE REPRESENTAÇÃO DAS DOZE POSIÇÕES



Nome: _____ Nº _____ Série: _____ Data: ____/____/____

ATIVIDADE REPRESENTAÇÃO DAS DOZE POSIÇÕES



Fonte: a autora.

APÊNDICE D – ATIVIDADE AVALIATIVA



Nome: _____ Nº _____ Série: _____ Data: ____/____/____

ATIVIDADE AVALIATIVA

01. A afirmação abaixo é verdadeira ou falsa? Justifique.

“Para podermos enxergar um objeto, é necessário apenas que ele esteja iluminado.” Explique sua resposta

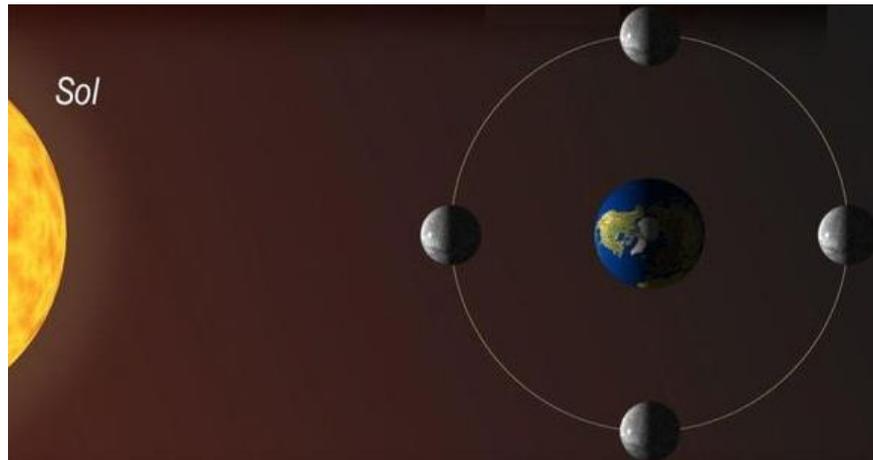
02. Classifique as seguintes fontes de luz como primárias ou secundárias:

- a) Estrelas: _____
 b) Lâmpada de luz fria (apagada): _____
 c) Planetas do Sistema solar: _____
 d) Lua: _____
 e) Lâmpada de filamento (acesa): _____
 f) Corpo Humano: _____

03. Com base nos conceitos ópticos estudados em sala de aula, na sua opinião por que a lua muda de fase? Explique sua resposta.

04. Com base nos conceitos da reflexão da Luz, explique o que é a reflexão difusa da luz:

05. A figura representa a Lua em diferentes posições de sua órbita ao redor da Terra. As fases da Lua ocorrem em que ordem? Considere o ponto de referência de observação no lado esquerdo da Terra e sentido anti-horário.



- a) 1. Cheia, 2. Nova, 3. Crescente e 4. Minguante.
- b) 1. Cheia, 2. Minguante, 3. Nova e 4. Crescente.
- c) 1. Nova, 2. Crescente, 3. Cheia e 4. Minguante.
- d) 1. Nova, 2. Minguante, 3. Cheia e 4. Crescente.
- e) 1. Cheia, 2. Crescente, 3. Minguante e 4. Nova.

06. Por que não ocorrem eclipses todos os meses?

- a) porque a cada mês ocorrem duas luas cheias.
- b) 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.
- c) porque a inclinação da órbita da Lua em relação à da Terra permite que os alinhamentos Sol – Terra – Lua ocorram com maior frequência.
- d) porque a órbita da Lua e a órbita da Terra estão no mesmo plano.
- e) porque a cada mês ocorre um alinhamento Sol – Terra – Lua.

07. O eclipse é um evento astronômico que acontece quando um objeto celeste se move para a sombra de outro. O eclipse lunar ocorre, quando:

- a) O tipo de eclipse solar depende da distância da Lua à Terra durante o evento.
- b) Quando a sombra da Lua cruza a superfície da Terra.
- c) A Terra fica entre a Lua e o Sol, assim o nosso planeta projeta uma sombra sobre a Lua, nosso satélite natural.
- d) Quando a Lua fica parcialmente iluminada.
- e) Eclipses lunares acontecem quando o Sol passa pela sombra da Terra.

08. O eclipse solar é um fenômeno de alinhamento de corpos celestes. Ele ocorre quando:

- a) o planeta se coloca em linha reta entre o Sol e a Lua.
- b) a Lua reflete a luz solar na Terra.
- c) o sol projeta diretamente seu brilho a terra.
- d) o sol está alinhado com a terra.
- e) a Lua se posiciona entre o Sol e a Terra, fazendo com que essa perca a iluminação dada pelo Sol.

APÊNDICE E – SLIDES UTILIZADOS PARA AUXILIAR NA APLICAÇÃO DO MATERIAL INSTRUCIONAL

SLIDES UTILIZADOS PARA AUXILIAR NA APLICAÇÃO DO MATERIAL INSTRUCIONAL



Princípios da Óptica Geométrica

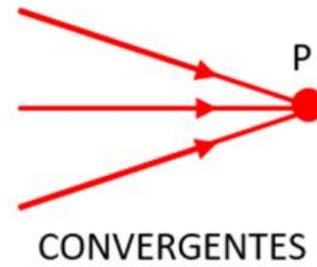
Professora: Pâmela Sofia Krzysynski



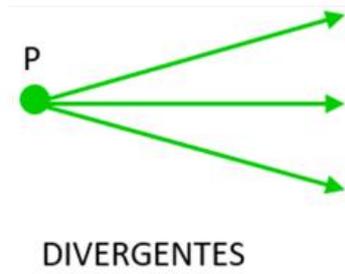
Fontes Primárias de Luz



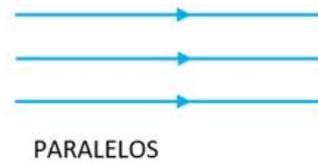
Fontes Secundárias de Luz



Raios de Luz



Raios de Luz



Raios de Luz



Propagação Retilínea da Luz



Meios de propagação da Luz



Meios de propagação da Luz

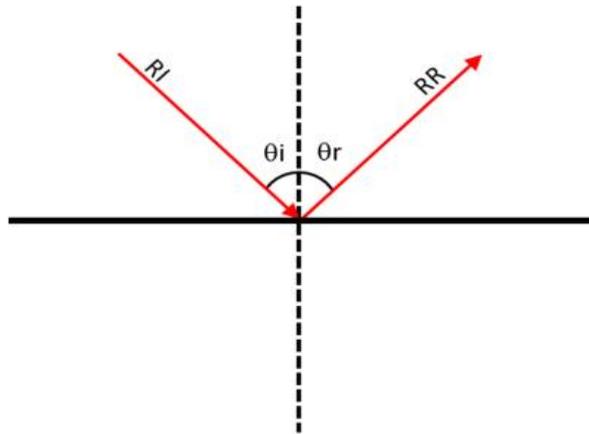


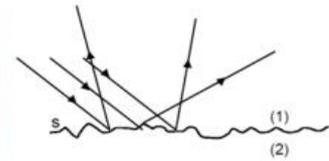
Meios de propagação da Luz



Sombra e Penumbra

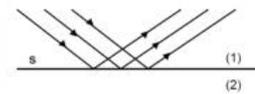
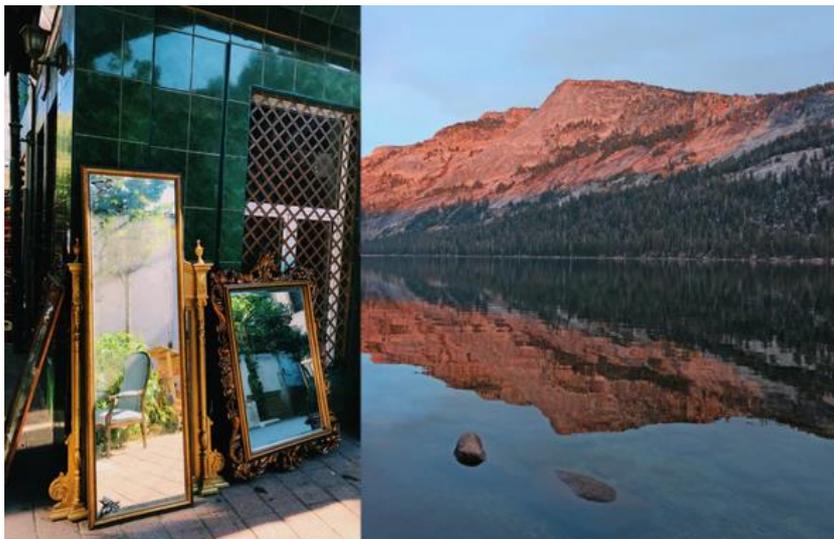
Reflexão da Luz





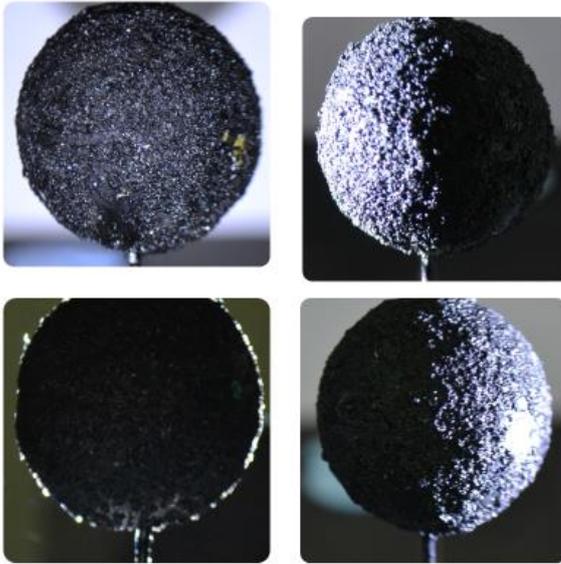
<https://lusoacademia.files.wordpress.com/2015/08/reflexaodifusa.png?w=300>

Reflexão Difusa



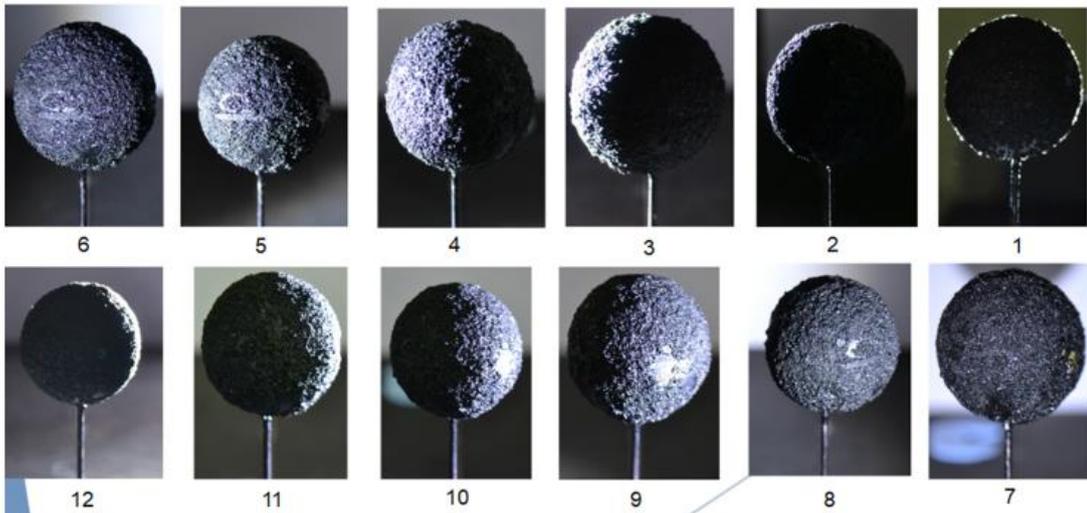
<https://lusoacademia.files.wordpress.com/2015/08/reflexaoregular.png?w=300>

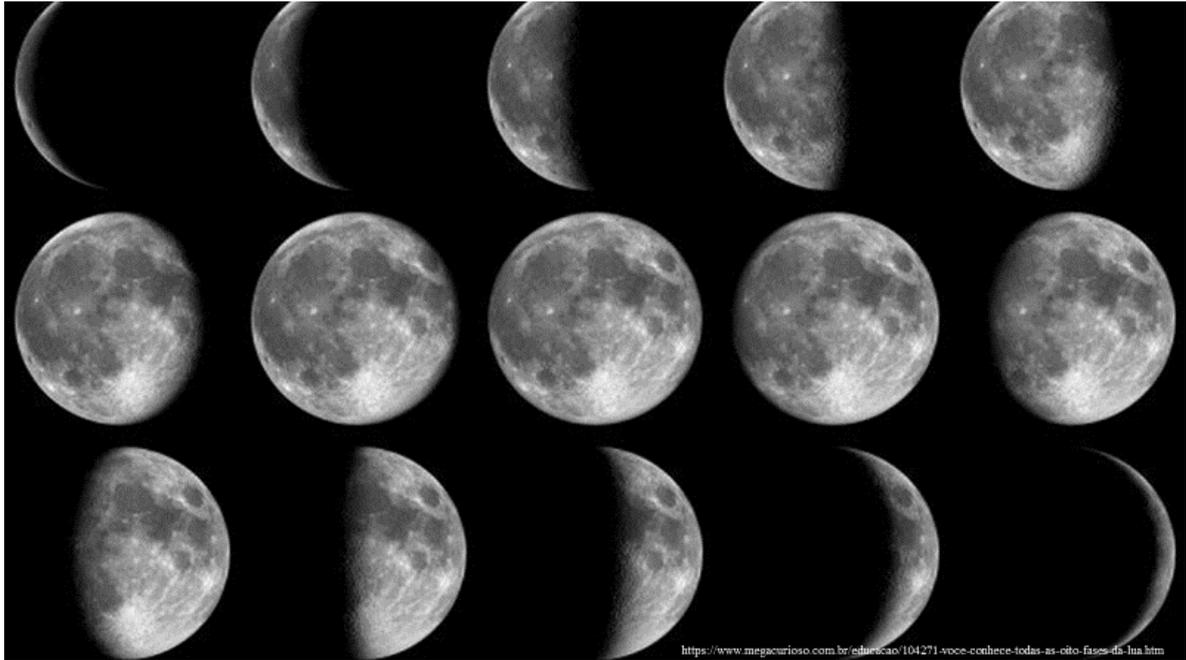
Reflexão Regular



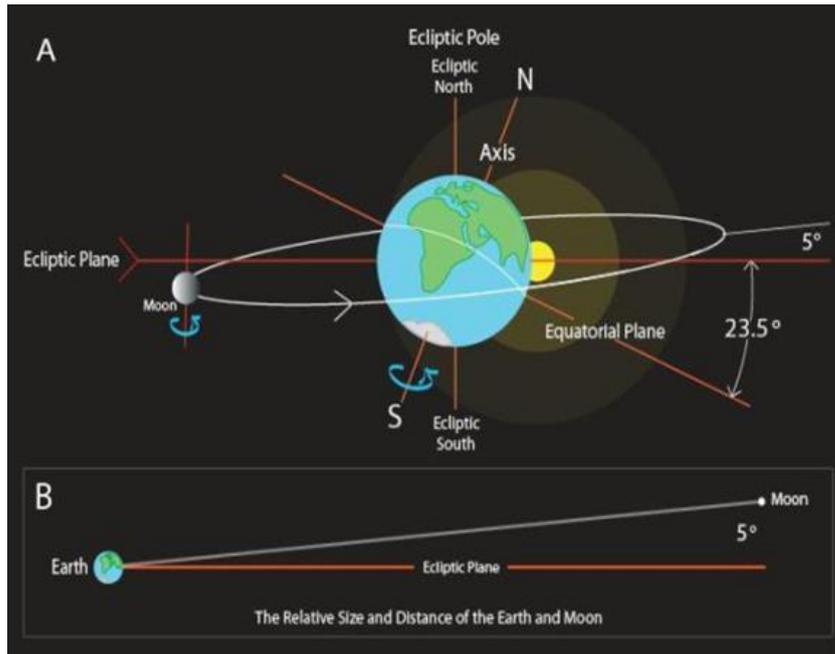
Posições
Observadas na
Primeira Etapa

Terceira Etapa



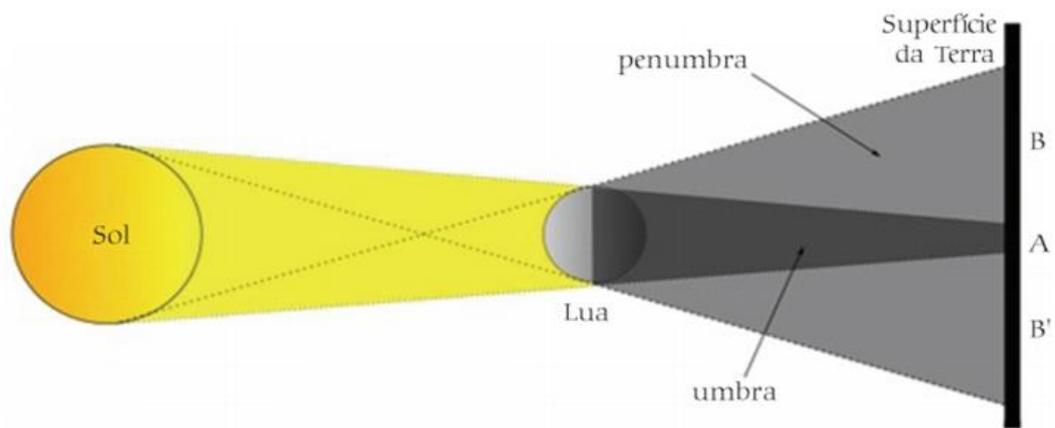


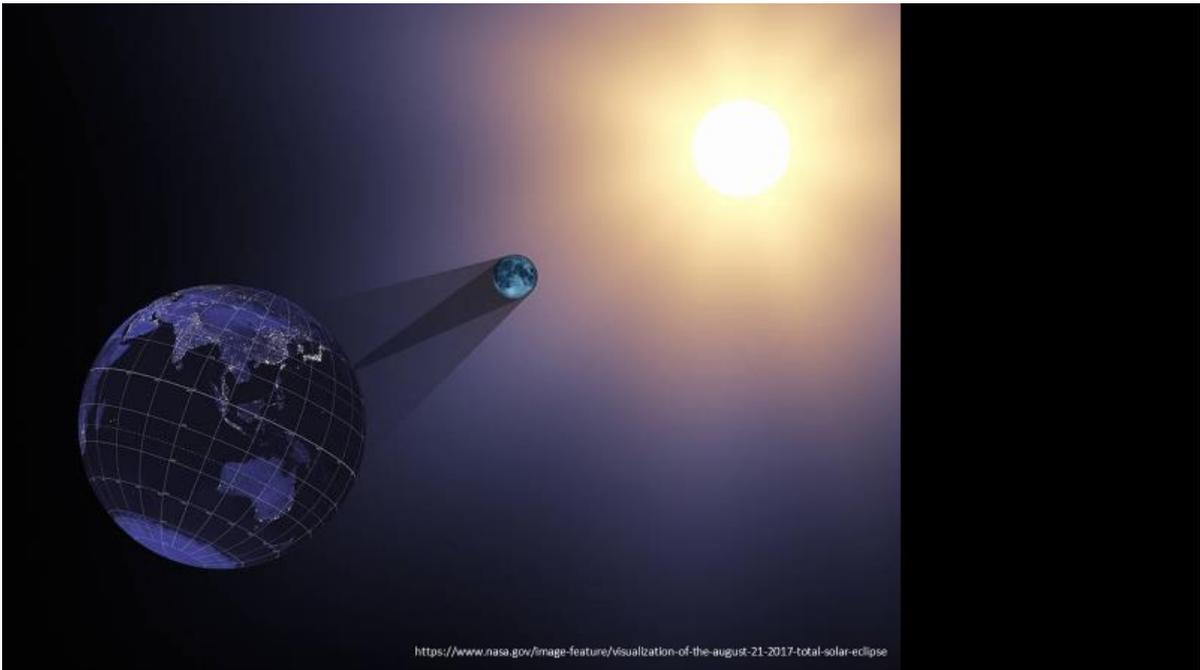
Fases de Vênus



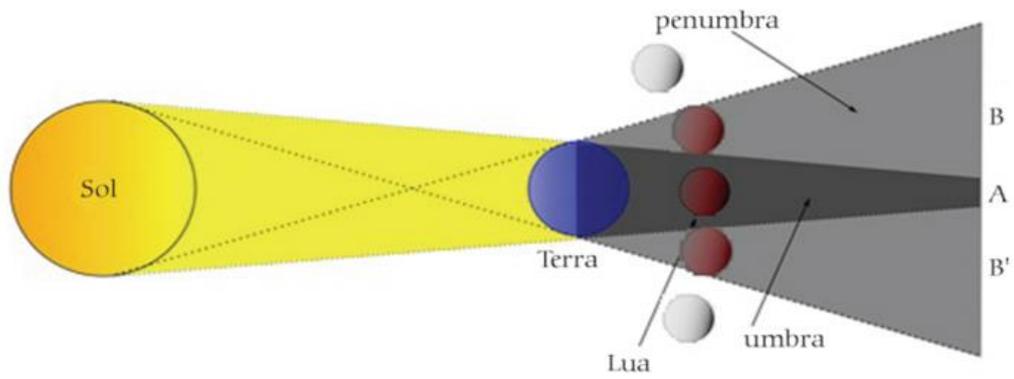
Órbita da Lua e Terra

Eclipse Solar





Eclipse Lunar



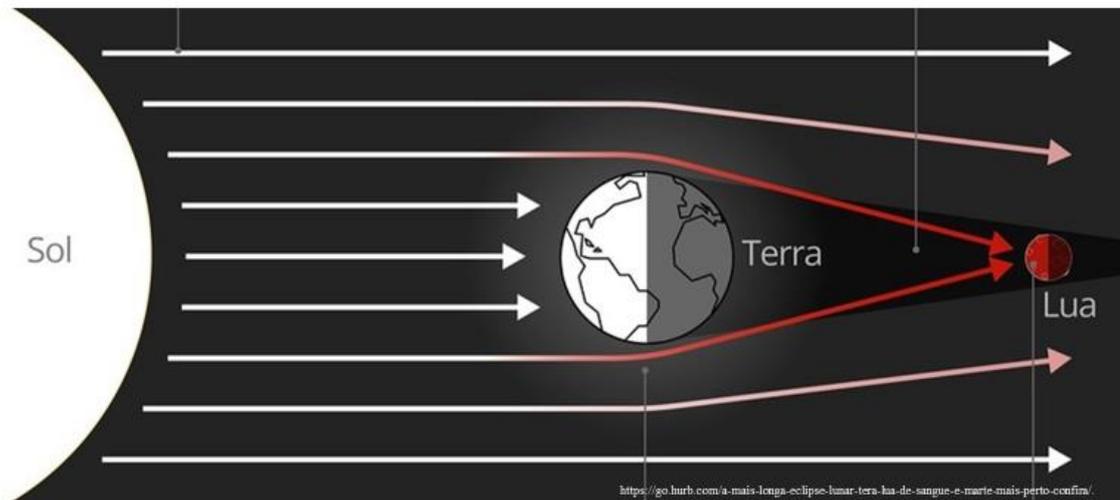
<http://www1.fisica.org.br/fe/phiocadownload/Vol17-Num1/a03.pdf>

Eclipse Lunar



<https://p1.pxfuel.com/preview/464/269/325/moon-eclipse-phases-full-moon.jpg>

Lua de Sangue



APÊNDICE F – PRODUTO EDUCACIONAL

PÂMELA SOFIA KRZYSYNSKI

ENTENDENDO AS FASES DA LUA A PARTIR DE UM MATERIAL
INSTRUCIONAL BASEADO NO MÉTODO DE ORIENTAÇÃO INDIRETA

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Gerson Kniphoff da Cruz

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Base do material instrucional com indicação das direções perpendiculares entre si.	6
Figura 2 – EVA cortado para a base do material instrucional com as dozes posições definidas e finalizada como um dodecágono.	6
Figura 3 – Representação gráfica do Eclipse Solar.	20
Figura 4 – Representação gráfica do Eclipse Lunar.	21
Figura 5 – Representação do plano orbital da Terra em relação a Lua.	23
Figura 6 – Representação de como ocorre a Lua de Sangue.	23

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 – Demarcações das doze posições do sistema de referencial central para a observação da esfera.	6
Fotografia 2 – Furos das laterais com 8 cm de altura em relação a base principal para as doze posições observadas.....	7
Fotografia 3 – Visão da parte externa do material instrucional mostrando em detalhe a fenda para posicionar a lanterna.	8
Fotografia 4 – Uma visão externa do material instrucional.	8
Fotografia 5 – Uma visão da parte interna do material instrucional.	9
Fotografia 6 – Suporte desenvolvido para fixar a lanterna.	9
Fotografia 7 – Lanterna fixa no suporte.	10
Fotografia 8 – Colimador para eliminar a influência da luz espalhada lateralmente pela lanterna.	10
Fotografia 9 – Um detalhe da tampa produzida para reduzir a intensidade de luz no experimento.....	11
Fotografia 10 – Esfera de látex utilizada para preparar o experimento.	11
Fotografia 11 – Esferas finalizadas para o experimento.	12
Fotografia 12 – Representação da primeira etapa do experimento.	13
Fotografia 13 – Observação a partir da posição 01.	14
Fotografia 14 – Observação a partir da posição 02.....	14
Fotografia 15 – Observação a partir da posição 03.....	15
Fotografia 16 – Observação a partir da posição 04.....	15
Fotografia 17 – Mudança de referencial para observação do experimento.....	18
Fotografia 18 – Representação das doze posições observadas no experimento.	18
Fotografia 19 – Fotos das doze posições que os estudantes observaram.	19
Fotografia 20 – Representação das fases da Lua conforme observado no experimento.	19
Fotografia 21 – Representação eclipse solar realizada pelos estudantes.	21
Fotografia 22 – Foto da representação do Eclipse Solar visto de dentro do material instrucional.	21
Fotografia 23 – Representação do eclipse lunar realizada pelos estudantes.	22
Fotografia 24 – Foto da representação do eclipse lunar visto de dentro do material instrucional.	22

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	4
1.1	GUIA DO PROFESSOR.....	4
2	MATERIAL INSTRUCIONAL	5
2.1	CONSTRUÇÃO DO MATERIAL INSTRUCIONAL.....	5
2.1.1	Materiais Utilizados	5
2.1.2	Construção: Estrutura da Base	6
2.1.3	Suporte para a Lanterna.....	9
2.1.4	Lanterna.....	10
2.1.5	Preparação das Esferas	11
3	APLICAÇÃO DO MATERIAL INSTRUCIONAL	13
3.1.1	Primeira Etapa	13
3.1.2	Segunda Etapa	16
3.1.3	Terceira Etapa.....	17
3.1.4	Quarta Etapa.....	17
3.1.5	Quinta Etapa.....	18
3.1.6	Sexta Etapa.....	20
4	CONCLUSÃO	24
	REFERÊNCIAS	25
	APÊNDICE A – ATIVIDADE ESCRITA 01	26
	APÊNDICE B – ATIVIDADE REESCRITA 02	27
	APÊNDICE C – ATIVIDADE REPRESENTAÇÃO DAS DOZE POSIÇÕES	28
	APÊNDICE D – SLIDES UTILIZADOS PARA AUXILIAR NA APLICAÇÃO DO MATERIAL INSTRUCIONAL	29

1 INTRODUÇÃO

Esse produto educacional foi desenvolvido com o objetivo de ensinar conceitos básicos da óptica geométrica a partir de um fenômeno físico que em algum momento da vida de um estudante ele já parou para observar: as fases da lua. É um produto educacional que pode ser adaptado para qualquer faixa etária dos estudantes, seja no ensino fundamental, médio ou superior. A justificativa da construção e desenvolvimento desse produto é devido ao fato de que no Ensino Médio as aulas de física sobre óptica geométrica são abordadas de maneira matematizada, onde muitas vezes o estudante não consegue associar o que aprende em sala de aula com situações presentes em seu cotidiano e ao fato de que, em alguns casos, o professor não possui um laboratório ou um material que lhe forneça condições de desenvolver aulas que façam com que o estudante veja na prática os conceitos da óptica geométrica.

1.1 GUIA DO PROFESSOR

O material instrucional permite que o professor consiga abordar conceitos da óptica geométrica conforme o desenvolvimento de suas aulas, onde o professor opta pela melhor maneira de utilizá-lo em sala de aula de acordo com a sua realidade escolar.

Ao utilizar o material instrucional professor notará uma mudança no comportamento dos seus estudantes a partir do momento que esses se veem como parte fundamental do processo de aprendizagem e como responsáveis pelo próprio conhecimento, onde ele só escreve o que de fato aprendeu e, para que isso ocorra, é necessário que o professor desenvolva a aplicação do material instrucional conforme sugerido nas instruções desse produto educacional.

O professor deve planejar o desenvolvimento das atividades com antecedência e estar preparado para todas as possibilidades e dúvidas que os estudantes possam ter durante o desenvolvimento das etapas da aplicação do material instrucional e não deixar que os estudantes pulem essas etapas do processo, visto que o processo de avaliação depende de cada etapa realizada. Uma aula bem elaborada e organizada torna a aplicação desse material instrucional ainda mais eficiente.

2 MATERIAL INSTRUCIONAL

2.1 CONSTRUÇÃO DO MATERIAL INSTRUCIONAL

2.1.1 Materiais Utilizados

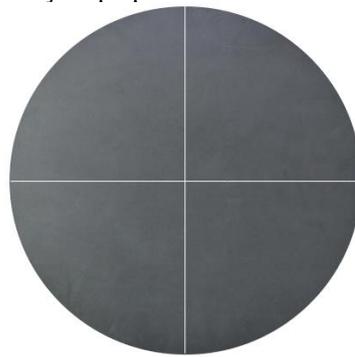
Para a construção do material instrucional foram utilizados os seguintes materiais:

- (10 x 140) cm de EVA de 10 mm;
- (2 x 1,4) m de EVA de 5 mm;
- Lanterna com adaptador ou lanterna com pilhas;
- Esfera de Látex com aproximadamente 3 cm diâmetro;
- Duas esferas rígidas com aproximadamente 1,4 cm de diâmetro;
- 1 Esfera rígida com aproximadamente 8 mm diâmetro;
- Haste cilíndrica de metal rígido com 9,5 cm de comprimento e 2,5 mm de diâmetro;
- 2 hastes cilíndricas de metal rígido com 6,5 cm de comprimento e 2,5 mm de diâmetro;
- Haste cilíndrica de metal com 2 cm de comprimento e 2,5 mm de diâmetro;
- 3 arruelas de 3 cm de diâmetro com um furo de 5 mm.
- Super cola (adesivo instantâneo);
- Tinta spray preta fosca;
- Alfinetes com cabeça esférica.

2.1.2 Construção: Estrutura da Base

Para montar a base do material, utiliza-se o EVA de 5 mm, onde com o auxílio de um compasso deve-se demarcar um círculo com raio de 25 cm, cortando-se o círculo em seguida. Após, define-se dois eixos perpendiculares entre si que passem pelo centro conforme a figura 1.

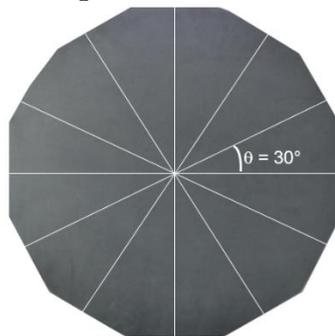
Figura 1 – Base do material instrucional com indicação das direções perpendiculares entre si.



Fonte: a autora.

Então, marca-se na base com o auxílio de uma régua, transferidor e caneta branca as dozes posições utilizadas para o experimento conforme a figura 2. Na base também se indica as quatro posições principais e as demais posições conforme a fotografia 1. Também se define no centro a região para posicionamento da esfera que será observada na aplicação do material. Para finalizar a base a transforma-se do formato circular para o formato de dodecágono.

Figura 2 – EVA cortado para a base do material instrucional com as dozes posições definidas e finalizada como um dodecágono.



Fonte: a autora.

Fotografia 1 – Demarcações das doze posições do sistema de

referencial central para a observação da esfera.

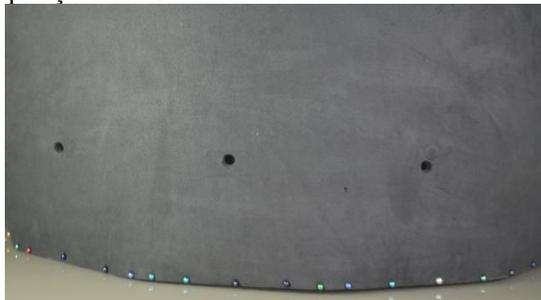


Fonte: a autora.

Para não existir interferência da luz ambiente do local em que o material será aplicado, construiu-se uma parede lateral circular de 20 cm de altura onde, para cada uma das posições observadas no experimento, deve ser feito um furo de 8 mm de diâmetro a uma altura de 8 cm. Essa proteção tem a função de isolar o ambiente permitindo que somente a luz da lanterna ilumine o sistema a ser investigado durante a aplicação do material. Essa parede lateral é fixada com auxílio de alfinetes ao redor da base central de modo que o professor possa desmontar o material quando necessário, conforme demonstra a fotografia 2.

Na base lateral deve ser deixado uma pequena fenda de 6 cm de largura, região onde a lanterna ficará fixa em relação ao sistema, e para que o professor consiga ter acesso para inserir a esfera que será utilizada para observação. Nesta fenda foi feito um furo de 3,5 cm de diâmetro (conforme o tamanho da lanterna) para encaixar a lanterna, conforme mostra a fotografia 3 e um furo de 8 mm para a realização da observação dessa posição.

Fotografia 2 – Furos das laterais com 8 cm de altura em relação a base principal para as doze posições observadas.



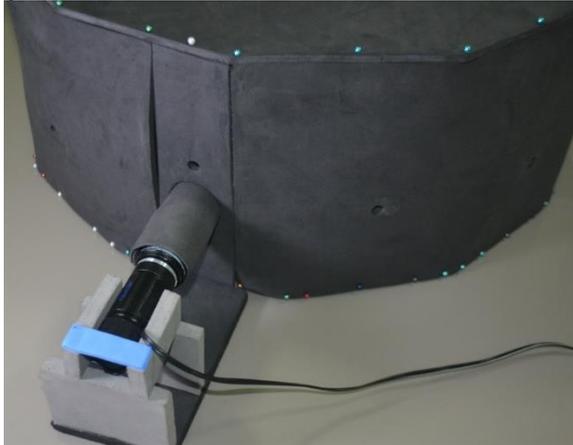
Fonte: a autora.

Em seguida, constrói-se a parte superior do material instrucional seguindo o mesmo formato do corte da base. Esse fechamento é necessário para garantir que a luz externa não

interfira no experimento de nenhuma maneira. Essa tampa pode ser fixada com alfinetes pois em nenhuma etapa da aplicação do material é necessário que ela seja retirada.

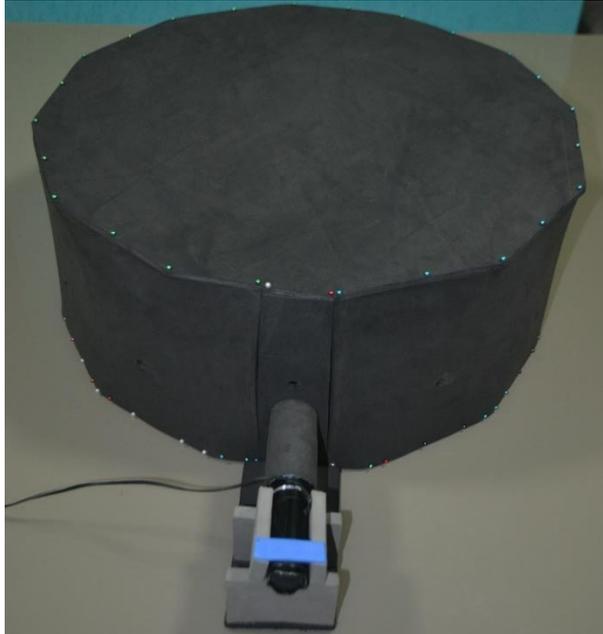
Dessa forma, o material instrucional pode ser utilizado durante o dia pois não teremos interferência da luz externa na sua aplicação. Detalhes do material instrucional finalizado são apresentados nas fotografias 3 e 4 (parte externa) e fotografia 5 (parte interna).

Fotografia 3 – Visão da parte externa do material instrucional mostrando em detalhe a fenda para posicionar a lanterna.



Fonte: a autora.

Fotografia 4 – Uma visão externa do material instrucional.



Fonte: a autora.

Fotografia 5 – Uma visão da parte interna do material instrucional.

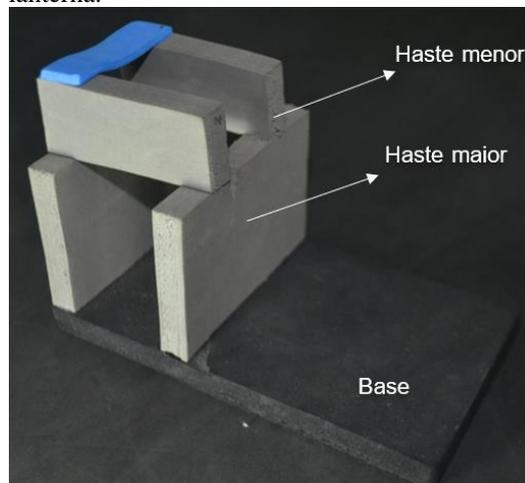


Fonte: a autora.

2.1.3 Suporte para a Lanterna

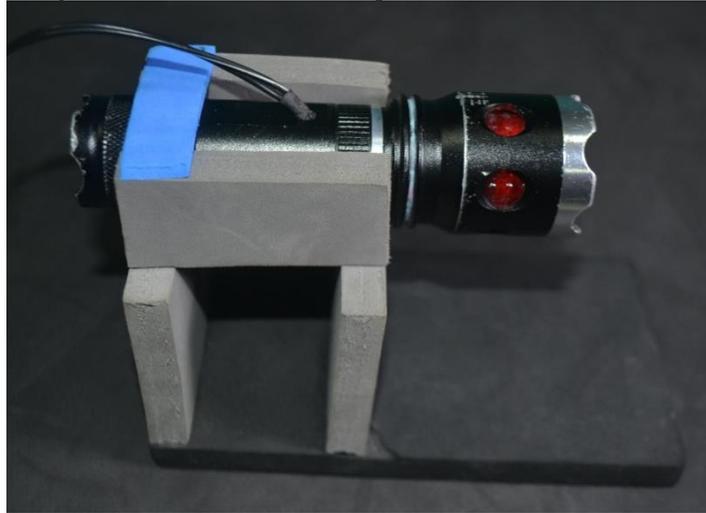
Para que a lanterna esteja na mesma altura do centro da esfera de observação foi construído um suporte para apoiá-la. Foi utilizado para isso EVA de 10 mm nas dimensões de 15 cm x 8 cm. Sobre essa base foram colados com super cola instantânea as duas laterais maiores de EVA de 10 mm nas dimensões de 8 cm x 5,5 cm e as laterais menores de EVA de 10 mm nas dimensões de 6 cm x 2,5 cm. O resultado dessa montagem é apresentado na fotografia 6. Na fotografia 7 é apresentado o resultado mostrando a lanterna fixa sobre o suporte.

Fotografia 6 – Suporte desenvolvido para fixar a lanterna.



Fonte: a autora.

Fotografia 7 – Lanterna fixa no suporte.



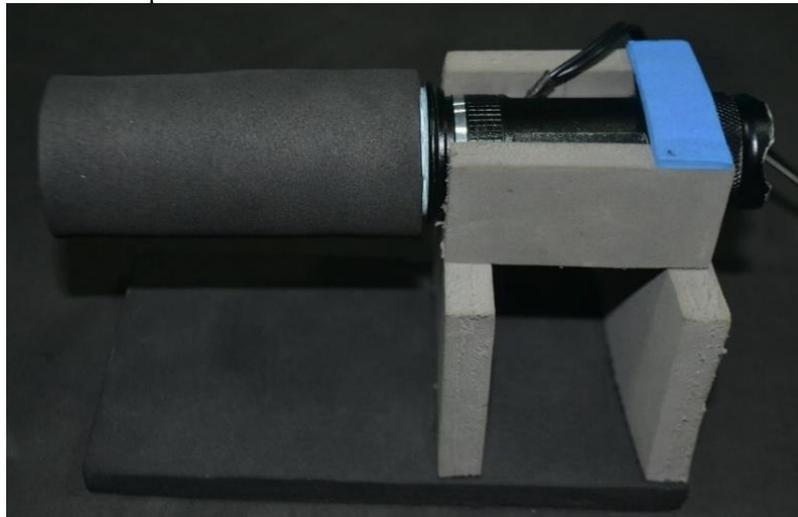
Fonte: a autora.

2.1.4 Lanterna

Para a realização do experimento a lanterna utilizada foi adaptada para utilizar a rede elétrica, entretanto pode-se utilizar uma lanterna convencional a pilhas.

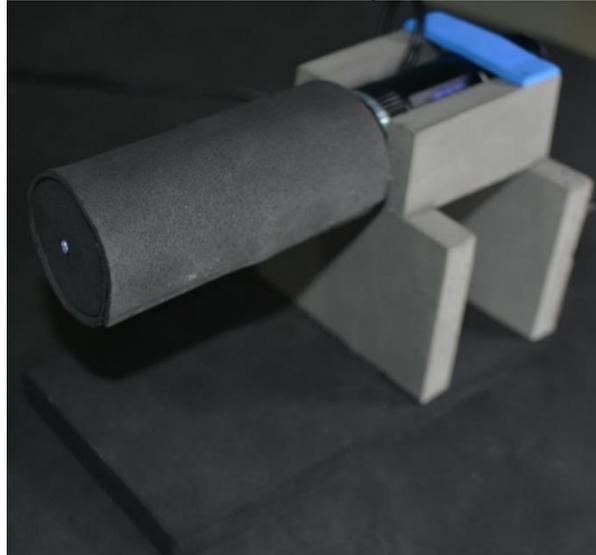
Para que a luz espalhada lateralmente pela lanterna não interfira no experimento feito construído um colimador cilíndrico no diâmetro da lanterna e com 8 cm de comprimento como mostra a fotografia 8. E para produzir uma redução na intensidade de luz que irá iluminar o objeto a ser investigado foi produzido uma tampa com um furo de 4 mm de diâmetro e posicionado na extremidade do cilindro conforme mostra a fotografia 9.

Fotografia 8 – Colimador para eliminar a influência da luz espalhada lateralmente pela lanterna.



Fonte: a autora.

Fotografia 9 – Um detalhe da tampa produzida para reduzir a intensidade de luz no experimento.



Fonte: a autora.

2.1.5 Preparação das Esferas

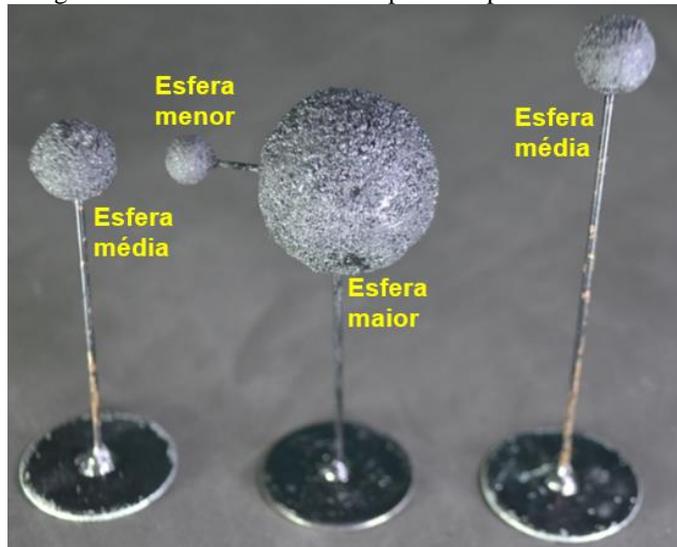
Para a preparação das esferas utiliza-se esferas de látex conforme a fotografia 10. Para que as esferas fiquem com aspecto áspero para produzir reflexão difusa ao incidir a luz da lanterna, passa-se um pouco de super cola instantânea em sua superfície e em seguida inserida a esfera em areia. Assim a areia gruda na cola e a esfera adquire uma superfície áspera. Após a secagem da cola, pinta-se a esfera com tinta spray preta fosca. O resultado do processo é apresentado na fotografia 11. Para a haste que suspende a esfera utiliza-se de uma haste cilíndrica de metal, de 9,5 cm de comprimento para a esfera média e de 6,5 cm de comprimento para as duas esferas (média e maior) e de 2 cm de comprimento para a esfera menor. As hastes das esferas maior e média foram soldadas nas arruelas de metal de 3 cm de diâmetro com um furo central de 5 mm, conforme a fotografia 11.

Fotografia 10 – Esfera de látex utilizada para preparar o experimento.



Fonte: a autora.

Fotografia 11 – Esferas finalizadas para o experimento.



Fonte: a autora.

3 APLICAÇÃO DO MATERIAL INSTRUCIONAL

3.1 SEQUÊNCIA DE APLICAÇÃO DO MATERIAL INSTRUCIONAL

Uma sugestão do desenvolvimento do material instrucional em sala de aula pode ser desenvolvida entre seis a oito aulas divididas em seis etapas, dependendo do que o professor pretende explorar com o material instrucional. Cada etapa somente pode ser realizada após o término da etapa precedente.

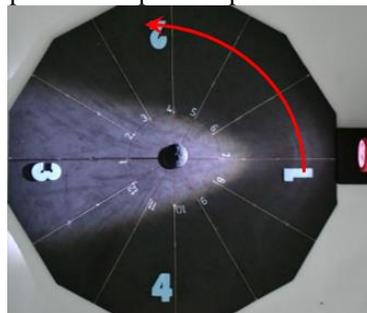
Para a aplicação do material, dependendo do número de estudantes na turma, apenas um conjunto é suficiente. Se a turma for grande é aconselhável a utilização de dois materiais instrucionais.

3.1.1 Primeira Etapa

O professor apresenta o material instrucional aos estudantes e explica o que cada um deve observar as posições 1, 2, 3 e 4. A atividade começa pela posição 1 seguindo no sentido anti-horário conforme indicado na fotografia 12. Para a realização do experimento, a posição da lanterna deve ser mantida fixa na região da posição 1 e em cada observação das posições devem ser respondidas as perguntas da Atividade Escrita 01 (apêndice A) que previamente deverá ser entregue aos estudantes pelo professor. Nessa atividade inicial o professor não explica e não dá detalhes do que os estudantes devem observar e de como devem manuscruver suas observações.

Em seguida, cada estudante individualmente faz a observação de cada posição e responde às perguntas solicitadas na Atividade Escrita 01 com base no conhecimento pré-existente de cada estudante.

Fotografia 12 – Representação da primeira etapa do experimento.



Fonte: a autora.

A observação da posição 1 é a posição que aponta na direção e sentido em que aponta a luz da lanterna conforme a fotografia 13:

Fotografia 13 – Observação a partir da posição 01.



Fonte: a autora.

A observação da posição 2 é a posição em que temos 90° no sentido anti-horário em relação a posição inicial, conforme a fotografia 14:

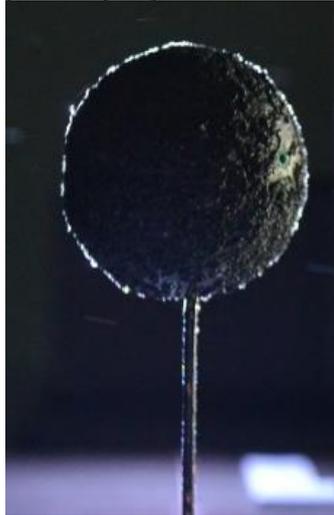
Fotografia 14 – Observação a partir da posição 02.



Fonte: a autora.

A observação da posição 3 é a posição na mesma direção e sentido contrário da posição 1, conforme a fotografia 15:

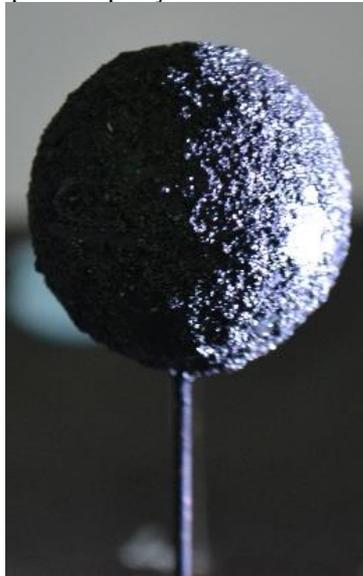
Fotografia 15 – Observação a partir da posição 03.



Fonte: a autora.

A observação da posição 4 é a posição em que temos 270° no sentido anti-horário em relação a posição inicial, conforme a fotografia 16:

Fotografia 16 – Observação a partir da posição 04.



Fonte: a autora.

Após o término das observações e anotações de cada estudante, o professor recolhe as anotações dos estudantes para que esses não modifiquem suas respostas, prosseguindo para a próxima etapa.

3.1.2 Segunda Etapa

Nessa etapa, o professor explica para os estudantes como eles devem desenvolver as observações e quais os conceitos físicos que permitem a observação de cada posição.

O professor pode utilizar o quadro negro ou multimídia conforme sugere o apêndice D. Esse material de apoio é um auxílio para que os estudantes entendam os conceitos físicos envolvidos e que na realização do experimento passem a associar as atividades propostas com outras situações do seu cotidiano.

Na posição 1, o professor esclarece que observa uma fonte de luz primária e extensa e que ilumina uma esfera que nesse caso está apenas refletindo a luz. Esclarece que a superfície da esfera é uma fonte secundária de luz, ou seja, caso a luz da lanterna se apague, torna-se impossível perceber a presença da esfera com o ambiente completamente escuro. Nesse momento se faz a distinção de fontes primárias e secundárias de luz, exemplificando com outros exemplos dessas fontes e que estão presentes no material de apoio do apêndice D. Ao mesmo tempo, o professor explica que só é possível enxergar apenas um hemisfério da esfera todo iluminado da posição 1 devido ao princípio de propagação retilínea da luz, ou seja, a luz é emitida pela lanterna e se propaga em linha reta até atingir a superfície da esfera. Na superfície da lanterna a luz é refletida de forma difusa, e chega até os nossos olhos. O professor explica que é por isso que enxergamos a superfície da esfera. O professor aproveita para discutir outras situações presentes no dia a dia.

Devido ao fato de a luz propagar-se em linha reta, é possível observar também dessa posição a sombra da esfera sobre a mesa, onde isso também está relacionado com o fato de a esfera ser um corpo opaco a passagem da luz.

O professor explica que a reflexão da luz depende do tipo de superfície que a luz é incidida e refletida, podendo ocasionar a reflexão especular ou difusa. Com o auxílio de um espelho plano o professor demonstra a reflexão especular. Mostra que nesse tipo de reflexão existe a formação de uma imagem do objeto e que para enxergar essa imagem é necessário levar em conta o campo visual do espelho. Então, o professor explica na reflexão difusa um observador pode enxergar um objeto de várias posições, pois a luz reflete difusamente em vários pontos da superfície desse objeto, como é o caso da esfera.

Após a professor definir os conceitos acima, ele segue e faz a observação das demais posições sempre enfatizando a física envolvida em cada posição.

Nas posições 2 e 4, o professor enfatiza que o lado da esfera que está no sentido da luz da lanterna está iluminado, e o lado no sentido oposto à luz da lanterna não é possível se

observar devido à ausência de luz incidindo sobre a superfície. O professor ressalta que em ambas as posições observadas, a luz da lanterna incide de forma oposta: primeiro da direita para a esquerda e depois da esquerda para a direita. Explica que isso acontece porque o ponto de vista da observação é diferente, logo o referencial físico de observação não é o mesmo. Aqui o professor ressalta e mostra que o referencial físico influencia na forma de analisar e observar um fenômeno físico.

Na posição 3, o professor explica que não é possível enxergar a esfera pois não se encontra refletindo luz, logo não enxerga nada dessa posição, ou seja, só é possível enxergar um objeto se houver luz refletida por ele.

Nesse momento o professor toma para si a responsabilidade de realizar a observação do experimento evidenciando aos estudantes a importância de estar atento ao que lhes é pedido e como um detalhe que não é notado pode influenciar em um resultado de determinada tarefa. Após esclarecimento e entendimento da turma sobre o que lhes é proposto e de como devem realizar a observação o professor passa para a próxima etapa da atividade.

3.1.3 Terceira Etapa

Os estudantes, agora sabendo como observar determinado sistema, realizaram uma segunda observação do experimento, pensando quais os fatores físicos que levam a ocorrer tal fenômeno. Para isso devem responder as perguntas referentes a Atividade Reescrita conforme o (apêndice B), contendo as mesmas perguntas que foram feitas na atividade 01.

Nesse momento os estudantes sabem o que e como fazer, pois o professor já os orientou como realizar a atividade.

Ao final da atividade os estudantes podem comparar o que escreveram na atividade 01 com a 02, e espera-se que seus conceitos e vocabulário tenham se aprimorado.

O professor novamente recolhe as atividades dos estudantes e passa para a próxima etapa, lembrando que o estudante só pode ir para a próxima etapa depois de ter realizado a anterior.

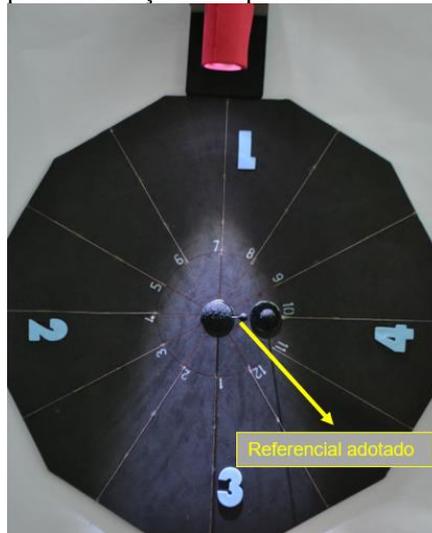
3.1.4 Quarta Etapa

Nessa etapa o professor coloca em teste o conhecimento dos estudantes sobre o que estão observando. Pede para que os estudantes expliquem quais as faces da esfera menor do

sistema serão observadas iluminadas conforme o referencial adotado na fotografia 17 mudando de posição (1, 2, 3 e 4) em relação a esfera menor e porque isso ocorre.

Espera-se que os estudantes após terem finalizado as etapas 1, 2 e 3 consigam associar a mudança da parte iluminada da esfera ao referencial adotado para a observação e a posição da esfera em relação a fonte de luz primária que ilumina o sistema.

Fotografia 17 – Mudança de referencial para observação do experimento.

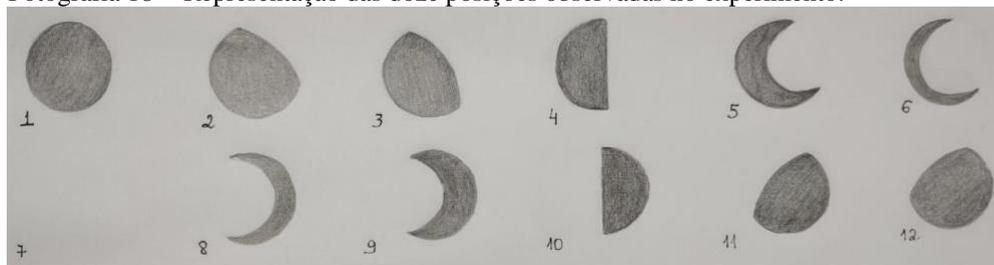


Fonte: a autora.

3.1.5 Quinta Etapa

O professor deve entregar uma folha em branco para cada estudante realizar a atividade individualmente e orientar que cada estudante realize a observação das doze posições. Agora é solicitado ao estudante que faça uma representação gráfica do formato da parte iluminada da esfera e em seguida pinte-a. Ao final da atividade, a representação deve ser conforme a apresentada na fotografia 18 (apêndice C).

Fotografia 18 – Representação das doze posições observadas no experimento.



Fonte: a autora.

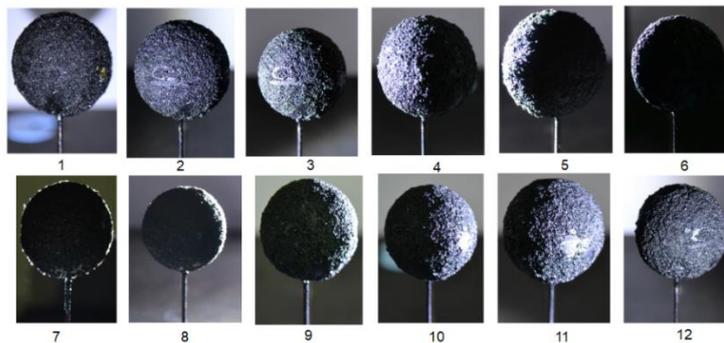
Após cada estudante fazer a sua observação e representação na forma de desenho de cada uma das posições, o professor questiona os estudantes sobre o que estava sendo proposto

nessa atividade para que os estudantes percebam que, se não estiverem atentos e não tiverem entendido os conceitos envolvidos na atividade eles poderão fazer representação de maneira equivocadas.

Nesse momento os estudantes já são capazes de associar o fenômeno observado com as fases da Lua e o professor pode pedir para que os estudantes expliquem o motivo das quatro fases observadas.

O professor pode com o auxílio da multimídia comparar as fotos tiradas antecipadamente das 12 posições conforme a fotografia 19 com as fotos tiradas da superfície da lua, conforme a fotografia 20. Ele compara o que foi desenvolvido na atividade 3 e demonstra como ocorrem as diferentes fases da lua e explica aos estudantes o porquê isso acontece reforçando os conceitos abordados nas atividades 1 e 2.

Fotografia 19 – Fotos das doze posições que os estudantes observaram.



Fonte: a autora.

Fotografia 20 – Representação das fases da Lua conforme observado no experimento.



Fonte: Adaptado de: RINCÓN, Maria. **Você conhece todas as oito fases da Lua?** Disponível em: <https://www.megacurioso.com.br/educacao/104271-voce-conhece-todas-as-oito-fases-da-lua.htm>. Acesso em: 19 ago. 2020.

Nesse momento o professor também explica aos estudantes que além da Lua, alguns planetas como Mercúrio e Vênus também apresentam fases, explicando que os planetas internos

à órbita da Terra apresentam fases e os planetas externos à órbita da Terra não apresentam fases, evidenciando assim a importância do referencial físico e os fenômenos ópticos envolvidos.

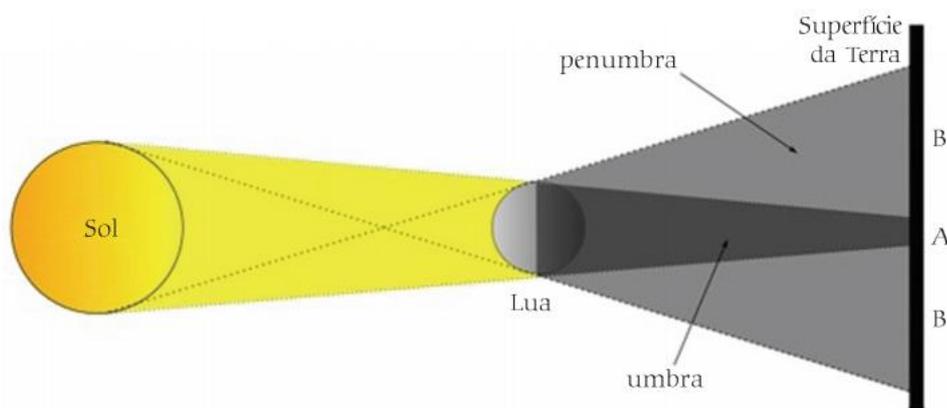
3.1.6 Sexta Etapa

Nessa etapa o professor divide a turma em pequenos grupos e cada grupo fica com um material instrucional do experimento. Sugere que demonstrem como ocorrem os eclipses solar e lunar utilizando o anteparo do experimento. Para isso, devem utilizar a esfera maior representando a Terra e a menor a Lua com a lanterna representando o Sol.

Cada um dos grupos de estudantes, interagindo entre si, devem formar uma representação do que acontece em cada um dos eclipses utilizando o material instrucional. Para a realização dessa atividade os estudantes têm um tempo para discutir como o fenômeno acontece, e em seguida apresentar para os demais colegas a esquematização de como ocorrem esses fenômenos na natureza e quais fatores ópticos que influenciam em cada um dos fenômenos.

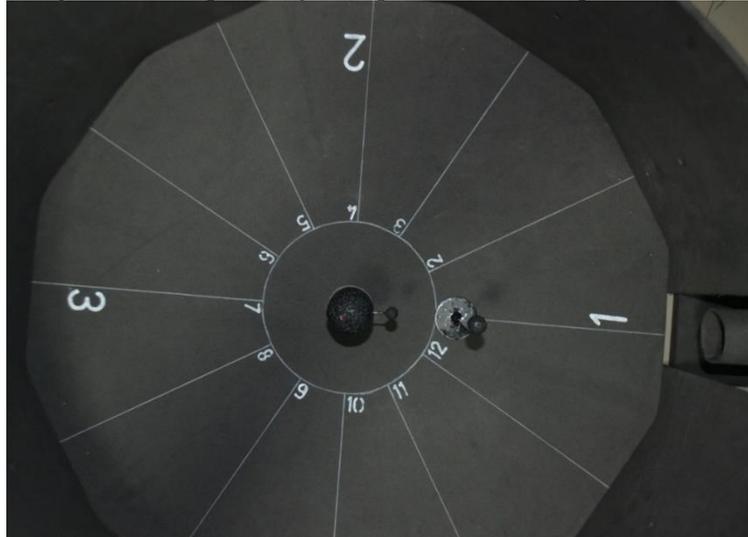
No momento da apresentação dos estudantes a configuração do sistema Sol – Terra e Lua devem estar associados conforme a figuras 3 e 4 e as fotografias 21 e 22 para o eclipse solar e as fotografias 23 e 24 para o eclipse lunar.

Figura 3 – Representação gráfica do Eclipse Solar.



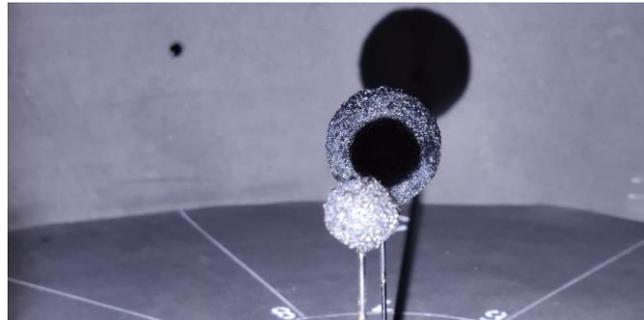
Fonte: KOHATSU, Doris; MURAMATSU, Mikiya. Eclipse em escala. **Física na Escola**, v. 17, n. 1, 2019. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol17-Num1/a03.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2020.

Fotografia 21 – Representação eclipse solar realizada pelos estudantes.



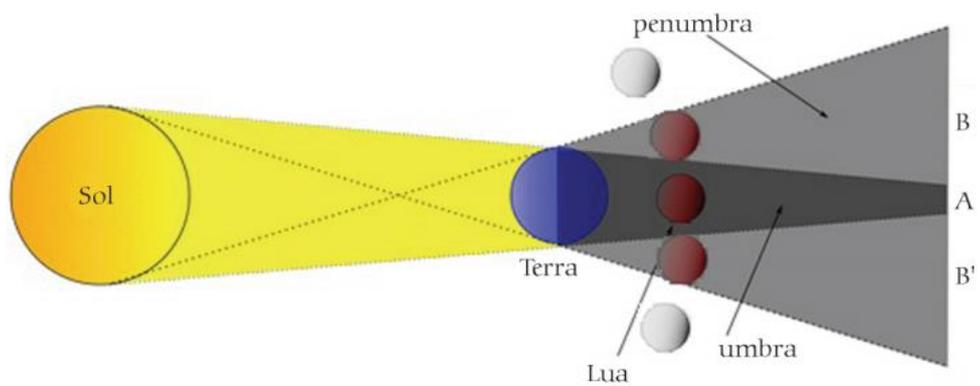
Fonte: a autora.

Fotografia 22 – Foto da representação do Eclipse Solar visto de dentro do material instrucional.



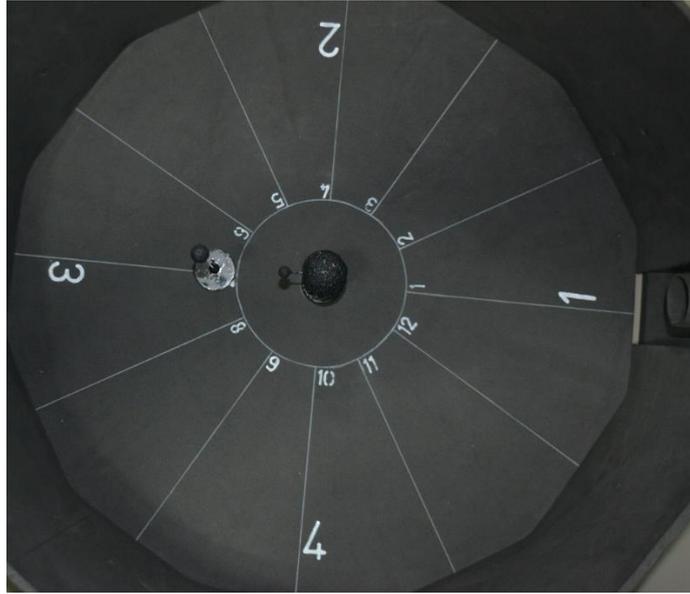
Fonte: a autora.

Figura 4 – Representação gráfica do Eclipse Lunar.



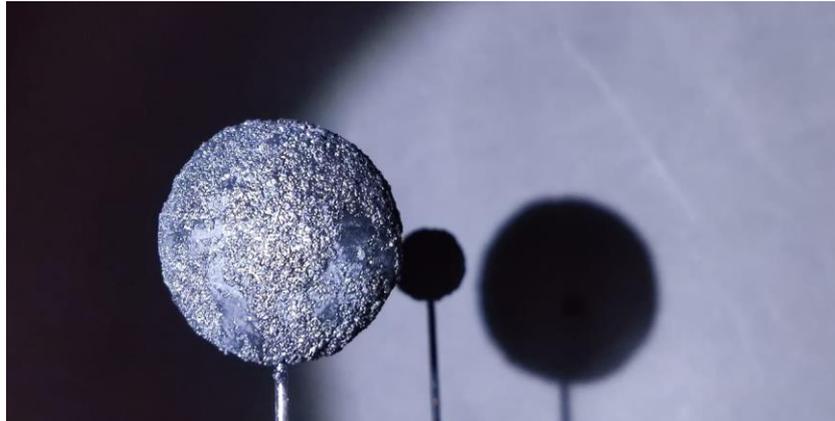
Fonte: KOHATSU, Doris; MURAMATSU, Mikiya. Eclipse em escala. **Física na Escola**, v. 17, n. 1, 2019. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol17-Num1/a03.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2020.

Fotografia 23 – Representação do eclipse lunar realizada pelos estudantes.



Fonte: a autora.

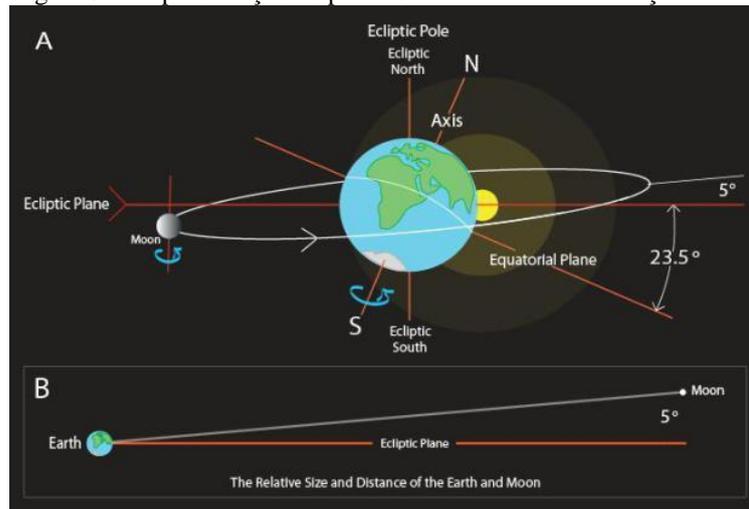
Fotografia 24 – Foto da representação do eclipse lunar visto de dentro do material instrucional.



Fonte: a autora.

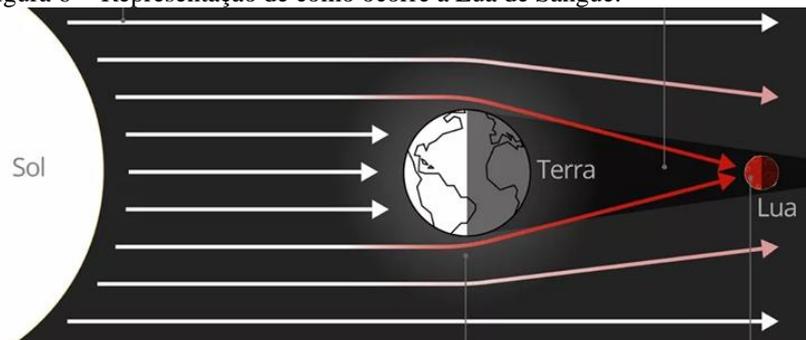
Após a explicação e apresentação dos grupos, o professor questiona os estudantes a razão de não ocorrerem eclipses solar e lunar todo o mês. Em seguida explica que este processo é um fenômeno físico que só ocorre com o alinhamento dos astros, o que não ocorre todo mês devido ao fato de que a órbita da lua e a órbita da Terra sempre estão inclinadas uma em relação a outra, como mostra a figura 5. Quando ocorre o alinhamento dessas órbitas tem-se os fenômenos do eclipse lunar e o eclipse solar. Explica o motivo do porquê em algumas condições específicas é possível a ocorrência da lua de sangue como demonstra a figura 6.

Figura 5 – Representação do plano orbital da Terra em relação a Lua.



Fonte: **I see the moon: introducing our nearest neighbour.** Disponível em: <https://theconversation.com/i-see-the-moon-introducing-our-nearest-neighbour-11499>. Acesso em: 27 jun. 2020.

Figura 6 – Representação de como ocorre a Lua de Sangue.



Fonte: PEREIRA, Roberta. **A mais longa eclipse lunar terá Lua de Sangue e Marte mais perto.** 2018. Disponível em: <https://go.hurb.com/a-mais-longa-eclipse-lunar-tera-lua-de-sangue-e-marte-mais-perto-confira/>. Acesso em 20 ago.2020.

4 CONCLUSÃO

O material instrucional proposto permite que os alunos compreendam como ocorrem as fases da Lua e outros conceitos físicos associados, sendo um material simples, fácil de se construir e de fácil manuseio.

O material instrucional abre um leque de possibilidades para estudo de conceitos básicos da óptica geométrica permitindo ao aluno compreender como e porque temos a ocorrência das fases da lua, possibilitando o entendimento do aparecimento dos eclipses solar e lunar. Também se mostra acessível para qualquer turma seja do ensino médio ou até mesmo para o ensino fundamental, onde conceitos são ensinados e nem sempre o aluno consegue associá-los, possibilitando assim uma forma de ensinar a óptica geométrica com a participação direta do aluno.

REFERÊNCIAS

- BRUNER, Jerome S. **Uma nova teoria de aprendizagem**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bloch, 1969. 191 p.
- CRUZ, G. K. **A criação do conhecimento real exterior**. 1. ed. Curitiba: Appris, 2016. 169 p.
- FILHO, K. S.O; SARAIVA, M. F. **Astronomia e astrofísica**. Porto Alegre. 2014. 784 p. Disponível em: <<http://astro.if.ufrgs.br/livro.pdf>> Acesso em: 29/09/2019.
- KOHATSU, D; MURAMATSU, M. Eclipse em escala. **Física na Escola**, v. 17, n. 1, p. 9-15, 2019. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol17-Num1/a03.pdf>. Acesso em: 29/09/2019.
- LIMA, F. P; ROCHA, J. F. V. Eclipses Solares e Lunares. **Física na Escola**, v. 5, n. 1, p. 22-24, 2004. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol5/Num1/v5n1a08.pdf>. Acesso em: 29/09/2019.
- MILONE, A. C. et al. **Introdução a astronomia e astrofísica**. São José dos Campos. INEP. 2018. 433 p. Disponível em: http://www.inpe.br/ciaa2018/arquivos/pdfs/apostila_completa_2018.pdf. Acesso em: 29/09/2019.
- SILVA, L. F. **Introdução à astronomia através de uma proposta interdisciplinar**. 2002. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/mpef/mef008/mef008_02/Lucia/astrofísica/paginaeclipse.html. Acesso em: 28/09/2019.

APÊNDICE A – ATIVIDADE ESCRITA 01



Nome: _____ N° _____ Série: _____ Data: ____/____/____

ATIVIDADE ESCRITA 01

01. O que você vê olhando para a esfera a partir da posição 1?

02. O que você vê olhando para a esfera a partir da posição 2?

03. O que você vê olhando para a esfera a partir da posição 3?

04. O que você vê olhando para a esfera a partir da posição 4?

APÊNDICE B – ATIVIDADE REESCRITA 02



Nome: _____ Nº _____ Série: _____ Data: ____/____/____

ATIVIDADE REESCRITA 02

01. O que você vê olhando para a esfera a partir da posição 1?

02. O que você vê olhando para a esfera a partir da posição 2?

03. O que você vê olhando para a esfera a partir da posição 3?

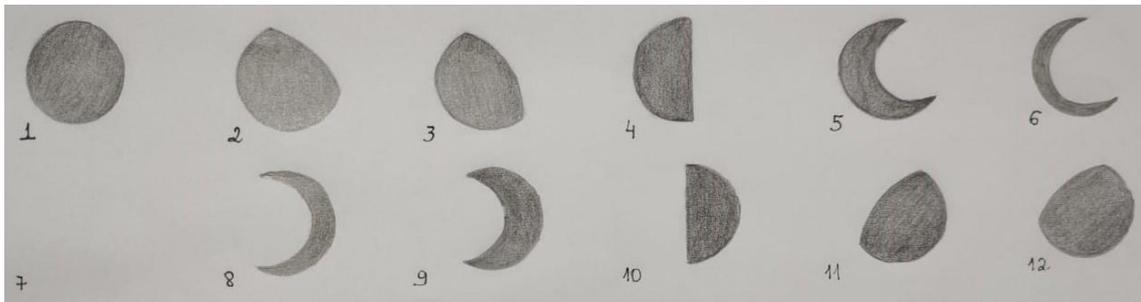
04. O que você vê olhando para a esfera a partir da posição 4?

APÊNDICE C – ATIVIDADE REPRESENTAÇÃO DAS DOZE POSIÇÕES



Nome: _____ Nº _____ Série: _____ Data: ____/____/____

ATIVIDADE REPRESENTAÇÃO DAS DOZE POSIÇÕES



Fonte: a autora

APÊNDICE D – SLIDES UTILIZADOS PARA AUXILIAR NA APLICAÇÃO DO MATERIAL INSTRUCIONAL

SLIDES UTILIZADOS PARA AUXILIAR NA APLICAÇÃO DO MATERIAL INSTRUCIONAL



Princípios da Óptica Geométrica

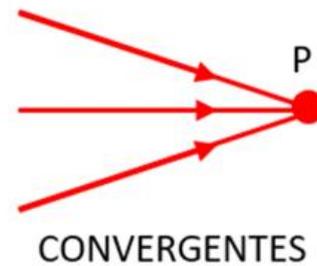
Professora: Pâmela Sofia Krzysynski



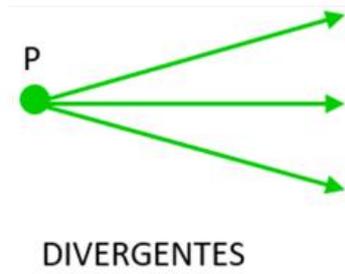
Fontes Primárias de Luz



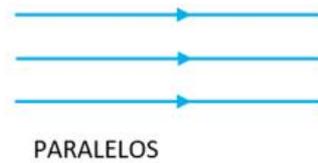
Fontes Secundárias de Luz



Raios de Luz



Raios de Luz



Raios de Luz



Propagação Retilínea da Luz



Meios de propagação da Luz



Meios de propagação da Luz

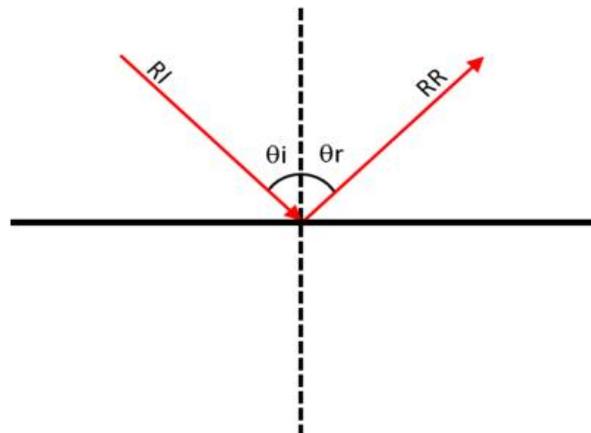


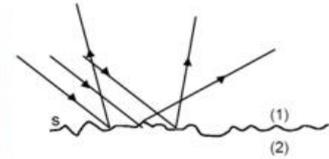
Meios de propagação da Luz



Sombra e Penumbra

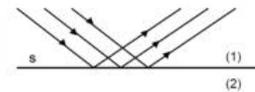
Reflexão da Luz





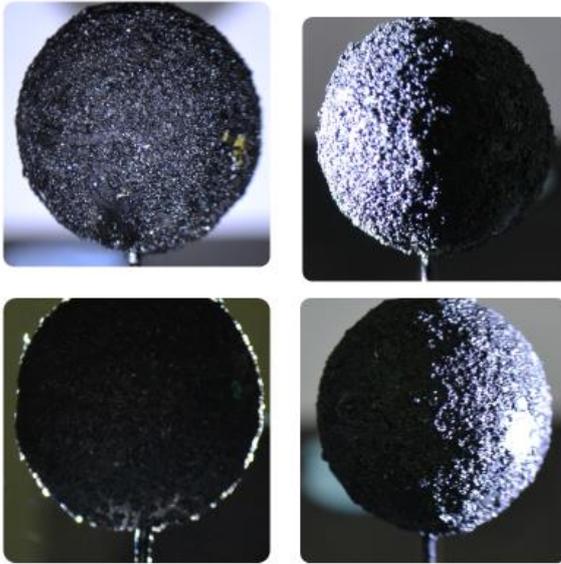
<https://lusoacademia.files.wordpress.com/2015/08/reflexaodifusa.png?w=300>

Reflexão Difusa



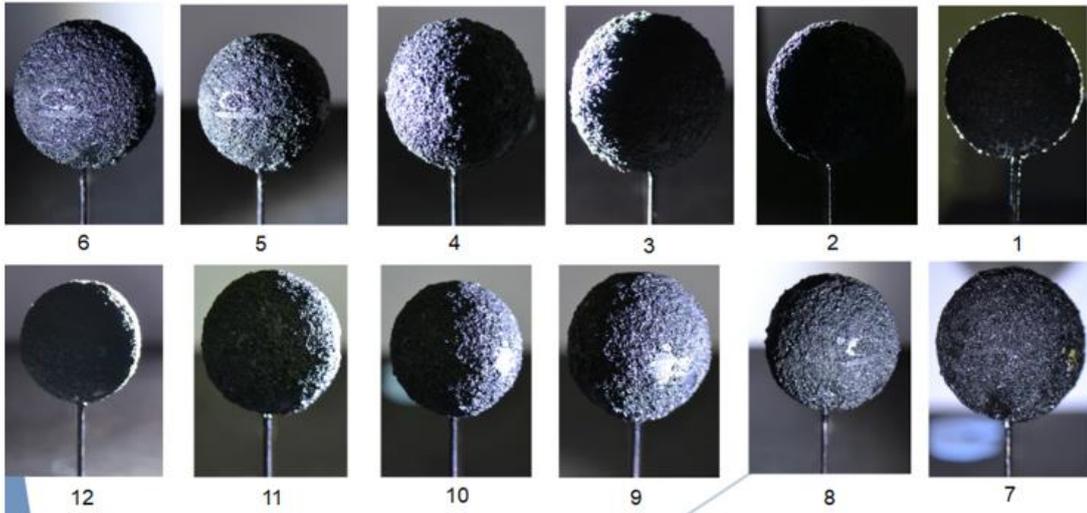
<https://lusoacademia.files.wordpress.com/2015/08/reflexaoregular.png?w=300>

Reflexão Regular



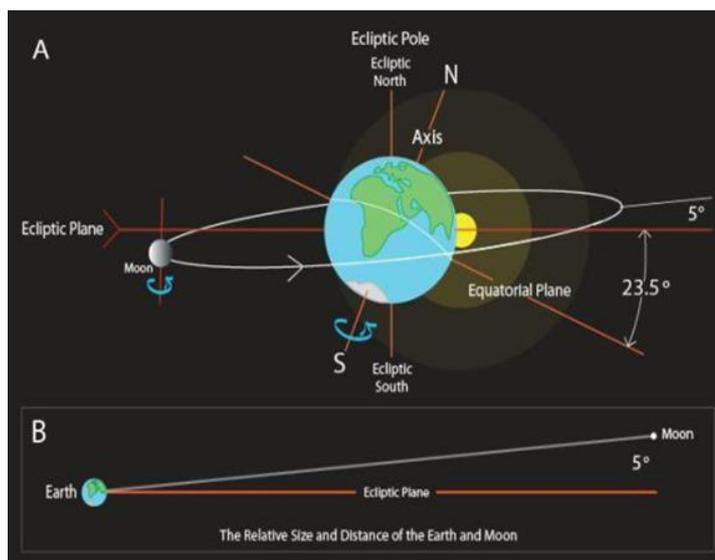
Posições
Observadas na
Primeira Etapa

Terceira Etapa





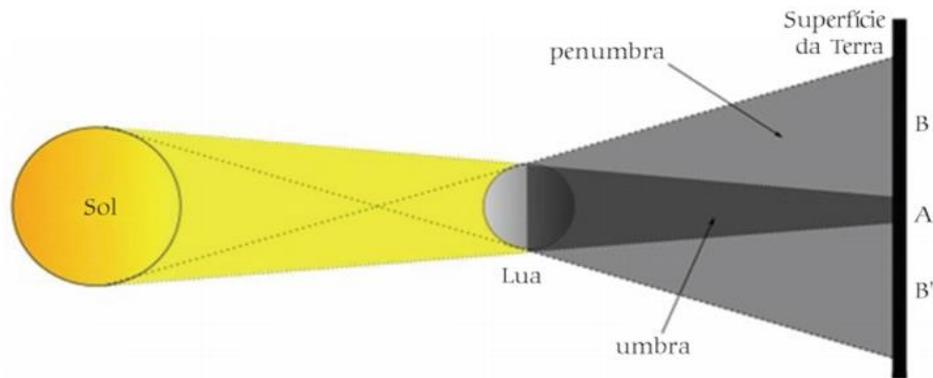
Fases de Vênus



Órbita da Lua e Terra

<https://theconversation.com/i-see-the-moon-introducing-our-nearest-neighbour-11499>

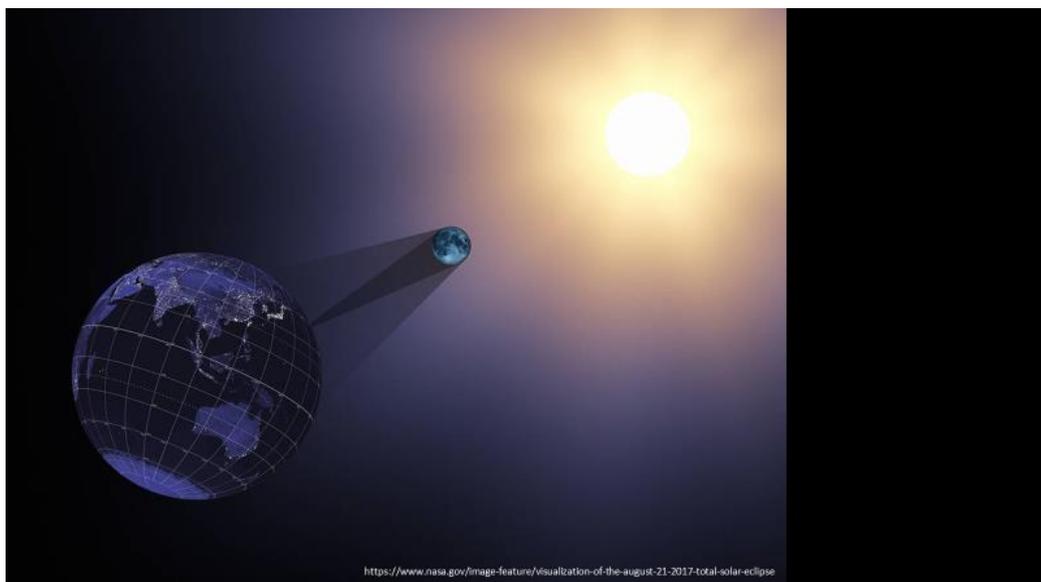
Eclipse Solar



<http://www1.fisica.org.br/fie/phocadownload/Vol17-Num1/a03.pdf>

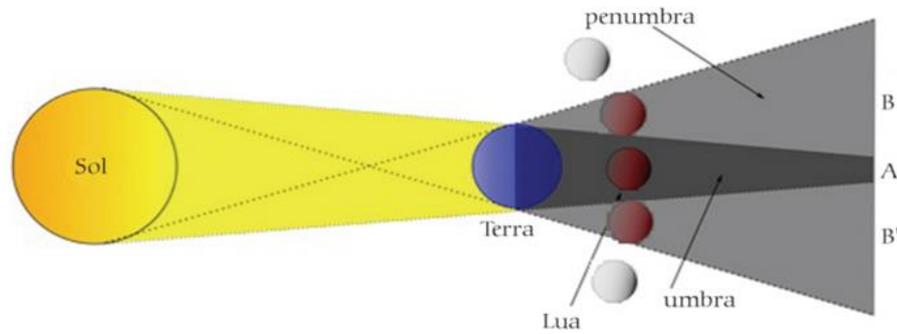


https://cdn.imaggio.edu/media/thumb/previews/2018/02/14/12904.jpg.1024x768_g85.webp



<https://www.nasa.gov/image-feature/Visualization-of-the-august-21-2017-total-solar-eclipse>

Eclipse Lunar



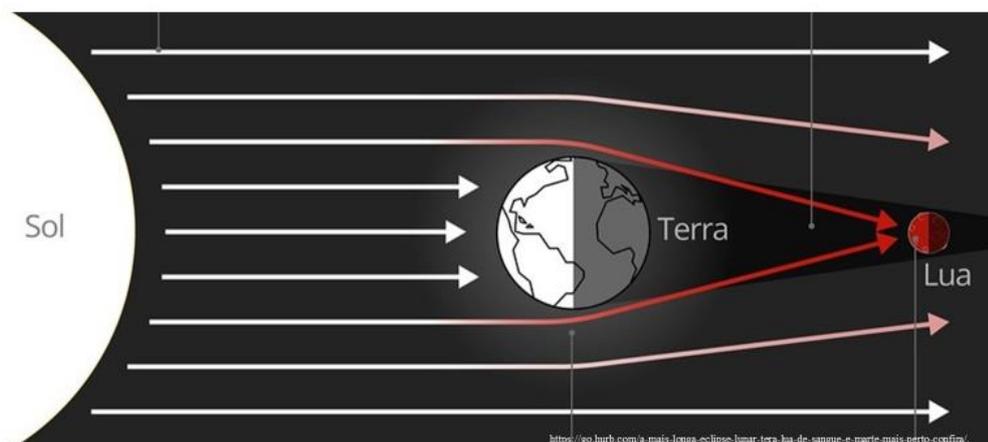
<http://www1.fisica.org.br/fie/phocadownload/Vol17-Num1/a03.pdf>

Eclipse Lunar



<https://p1.pixfuel.com/preview/464/269/125/moon-eclipse-phases-full-moon.jpg>

Lua de Sangue



<https://go.hurb.com/a-mais-longa-eclipse-lunar-tera-ka-de-sangue-e-marie-mais-perto-confira/>