

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



Prática Inclusiva para o Ensino Inclusivo de Óptica e Astronomia

Leonardo de Areal Maximiano Roberto

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

Orientador :

Jaime Fernando Villas da Rocha

Rio de Janeiro
Setembro de 2016

Prática Inclusiva para o Ensino Inclusivo de Óptica e Astronomia

Leonardo de Areal Maximiano Roberto

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

Comissão avaliadora:

Dr. Vitor Luiz Bastos de Jesus.

Dr. Leandro Lage dos Santos Guedes.

Dr. Demison Correia Motta.

Dr. Roberto Soares da Cruz Hastenreiter.

Dr^a. Rosana Bulos Santiago.

Orientador:

Dr. Jaime Fernando Villas da Rocha.

Rio de Janeiro
Setembro de 2016

FICHA CATALOGRÁFICA

R639 Roberto, Leonardo de Areal Maximiano.
Prática Inclusiva para o Ensino Inclusivo de Óptica e
Astronomia/ Leonardo de Areal Maximiano Roberto - Rio de Janeiro:
UNIRIO / IBIO, 2016.
5 seções, 113 páginas; Dimensão 29,7 cm x 21,0 cm.
Orientador: Jaime Fernando Villas da Rocha.
Dissertação (mestrado) – UNIRIO / Instituto de Biociências /
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2016.
Referências Bibliográficas: páginas 96, 97 e 98.
1. Ensino de Física 2. Óptica geométrica 3. Astronomia 4. kit
didático 5. Ensino inclusivo 6. Deficiência visual.
I. Jaime Fernando Villas da Rocha.
II. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de
Biociências, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física.
III Prática inclusiva para o ensino inclusivo de Óptica e Astronomia.

Dedico esta dissertação aos meus filhos Rafael e Eduardo
e a todos os alunos de baixa visão e cegos.

Agradecimentos

A Deus.

À CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida.

Ao professor Jaime Fernando Villas da Rocha pela orientação realizada.

À UNIRIO.

Aos Professores do programa do MNPEF do pólo UNIRIO.

Aos professores Flavio Napole Rodrigues, Roberto Soares da Cruz Hastenreiter e André Tato pelo apoio dado no teste dos kits didáticos.

A todos os alunos que participaram das atividades didática envolvendo os kits.

À minha família, em especial à minha esposa Mariana Vieira do Nascimento pelo apoio incondicional.

Ao meu sogro Pedro Ferreira do Nascimento, pelo apoio dado na confecção dos kits.

Ao meu amigo, de longa data, Fabiano de Lima Azevedo por estar ao meu lado durante todo o mestrado.

RESUMO

Prática Inclusiva para o Ensino Inclusivo de Óptica e Astronomia.

Leonardo de Areal Maximiano Roberto.

Orientador:

Jaime Fernando Villas da Rocha.

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

Este trabalho tem como objetivo criar um produto para dar suporte aos professores de Física da rede regular de ensino, pública e particular, possam amenizar suas dificuldades encontradas na produção de material didático e práticas pedagógicas para lidar com o ensino e aprendizagem dos princípios da óptica, comportamento óptico de lentes e astronomia também para alunos com baixa ou nenhuma capacidade de visão. Segundo o artigo 58 do capítulo V lei nº 9.394, da Lei de Diretrizes e Base de 1996, tais alunos com deficiência têm assegurado o direito de se matricularem na rede regular de ensino. Neste sentido, o presente trabalho apresenta um guia didático-ilustrativo que visa a construção de um aparato para o ensino inclusivo de óptica geométrica, comportamento de lentes e astronomia que se apresenta como uma proposta inovadora e complementar a trabalhos já realizados na área. Além de toda parte teórica este trabalho traz uma descrição dos resultados e da experiência docente vivida na aplicação dos kits para alunos videntes e deficientes visuais, no âmbito de um ensino inclusivo.

Palavras-chave: Ensino de Física, Óptica geométrica, Astronomia, kit didático, Ensino inclusivo e deficiência visual.

Rio de Janeiro
Setembro de 2016

ABSTRACT

Inclusive Practice for Inclusive Education Optics and Astronomy.

Leonardo de Areal Maximiano Roberto

Supervisor(s):

Jaime Fernando Villas da Rocha

Abstract of master's thesis submitted to Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da UNIRIO no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), in partial fulfillment of the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

This work aims to create a product to support physics teachers from public and private schools in order to alleviate their difficulties in the production of teaching materials and teaching practices to deal with the teaching and learning of the principles of optical, optics behavior and astronomy for students with low or no clairvoyance ability to attend regular schools. According to Article 58 of Chapter V of Law No. 9.394, from the 1996's Lei de Diretrizes e Bases da Educação, such students with disabilities are guaranteed the right to enroll in regular schools. In this sense, this work presents a didactic and illustrative guide that aims to build an apparatus for inclusive teaching geometrical optics, lenses behavior and astronomy which presents itself as an innovative and complementary proposal for work already done in the area. In addition to all, this theoretical work provides a description of the results and teaching experience lived in application of kits for seers and visually impaired students, as part of an inclusive education.

Keywords: Physics education, geometrical optics, astronomy, teaching kit, inclusive education and visual impairment .

Rio de Janeiro
September ,2016

Lista de Figuras

Figura 1 – Tipos de feixe de luz.....	4
Figura 2 – Raio de luz emitido por um laser.....	4
Figura 3 – Reversibilidade mudando a fonte de posição.....	5
Figura 4 – Luz emitida por holofortes se cruzando.....	5
Figura 5 – Refração do raio de luz.....	6
Figura 6 – Refração de um raio de luz.....	7
Figura 7 – Lentes esféricas delgadas.....	8
Figura 8 – Grupo das lentes.....	9
Figura 9 – Comportamento Óptico.....	9
Figura 10 – Representação gráfica simples.....	10
Figura 11 – Representação gráfica simples dos focos imagem e objeto.....	10
Figura 12 – Representação gráfica simples dos pontos antiprincipais e focos.....	11
Figura 13 – Raios notáveis.....	11
Figura 14. – Raios notáveis.....	12
Figura 15– Raios notáveis.....	12
Figura 16 – Trilho de madeira.....	13
Figura 17 – Trilho de madeira e suportes (mão francesa).....	14
Figura 18 – Molde de lentes.....	14
Figura 19 – Fixação dos ganchos.....	15
Figura 20 – Estrutura final do trilho.....	15
Figura 21 – Feixes de luz.....	16

Figura 22 – Independência dos raios de luz.....	17
Figura 23 – Reversibilidade dos raios de luz.....	17
Figura 24 – Refração dos raios de luz.....	18
Figura 25 – Todo raio que entra paralelo ao eixo principal de uma lente emerge pelo foco.....	18
Figura 26 – Raio de luz incidindo sobre o foco da lente.....	19
Figura 27 – Raio de luz incidindo sobre o centro óptico.....	19
Figura 28 – Associação de lentes.....	20
Figura 29 – As fases da Lua.....	21
Figura 30 – Lua Nova.....	22
Figura 31 – Lua Crescente.....	22
Figura 32 – Lua Cheia.....	23
Figura 33 – Lua Minguante.....	23
Figura 34 – As fases da Lua e como são vistas no hemisfério Sul.....	24
Figura 35 – Eclipse Lunar.....	25
Figura 36 – Eclipse Solar.....	26
Figura 37 – Plano das órbitas.....	27
Figura 38 – Placa de madeira.....	28
Figura 39 – Furos na placa de madeira.....	29
Figura 40 – Furo no canto da placa.....	29
Figura 41 – Calota revestida de papel camurça.....	30
Figura 42 – Calota com um dente revestida de papel camurça.....	30
Figura 43 – Hastes de metal.....	31
Figura 44 – 1-Furo com a haste quente;2-Encaixe da haste.....	32

Figura 45 – Esfera que representará o Sol: encaixe do elástico.....	32
Figura 46 – Furo vazado na esfera.....	32
Figura 47 – Esferas prontas para serem usadas.....	32
Figura 48 – Esferas que representam a Lua, a Terra e o Sol.....	33
Figura 49 – As setas indicam os locais em que as esferas devem ser encaixadas.....	33
Figura 50 – 1-Incidência da luz do Sol na Lua; 2- Incidência da luz do Sol na Terra; 3- Observador na Terra vendo a Lua em sua fase Nova; 4-Lua Nova.....	34
Figura 51 – As setas indicam os locais em que as esferas devem ser encaixadas.....	35
Figura 52 –1-Incidência da luz do Sol na Terra ; 2-Incidência da luz do Sol na Lua; 3-Observador na Terra vendo a Lua em sua fase Crescente; 4- Lua Crescente.....	35
Figura 53 – As setas indicam os locais em que as esferas devem ser encaixadas.....	36
Figura 54 – 1-Incidência da luz do Sol na Terra; 2-Incidência da luz do Sol na Lua; 3-Observador na Terra vendo a Lua em sua fase Cheia; 4-Lua Cheia.....	37
Figura 55 – As setas indicam os locais em que as esferas devem ser encaixadas.....	37
Figura 56 – 1-Incidência da luz do Sol na Terra; 2-Incidência da luz do Sol na Lua; 3-Observador na Terra vendo a Lua em sua fase Minguante; 4-Lua Minguante.....	38
Figura 57 – As setas indicam os locais em que as esferas devem ser encaixadas.....	39
Figura 58 – Esquema representando o Eclipse solar para um observador na Terra.....	39
Figura 59 – As setas indicam os locais em que as esferas devem ser encaixadas.....	40

Figura 60 – Esquema representando o Eclipse solar para um observador na Terra.....	40
Figura 61 – Final da aula expositiva.....	43
Figura 62 – Alunos utilizando o kit para demonstrar o comportamento de raios notáveis para uma lente biconvexa imersa no ar.....	43
Figura 63 – Alunos utilizando o kit para demonstrar o comportamento de raios notáveis para uma lente bicôncava de índice de refração menor do que o meio que está imersa.....	44
Figura 64 – Alunos utilizando o kit para demonstrar a refração da luz de um meio menos refringente para um meio mais refringente com o raio incidindo obliquamente.....	44
Figura 65 – Alunos utilizando o kit para demonstrar o comportamento de alguns raios notáveis para uma lente plano-côncava imersa em um meio menos refringente.....	45
Figura 66 – Alunos respondendo o questionário antes da intervenção da aula com o uso do kit.....	47
Figura 67 – Explicação oral utilizando o kit.....	48
Figura 68 – Explicação oral utilizando o kit.....	48
Figura 69 – Explicação oral utilizando o kit.....	49
Figura 70 – Explicação oral utilizando o kit.....	49
Figura 71 – Explicação oral utilizando o kit.....	50
Figura 72 – Conversa inicial com os alunos.....	55
Figura 73 – Demonstração dos feixes de luz.....	56
Figura 74 – Raios e feixes de luz.....	57
Figura 75 – Princípio da independência dos raios de luz.....	57
Figura 76 – Refração da luz.....	58
Figura 77– Nomenclatura das lentes.....	58
Figura 78 – Nomenclatura das lentes.....	59

Figura 79 – Comportamento óptico.....	59
Figura 80 – Comportamento óptico.....	60
Figura 81 – Reconhecimento das esferas Sol,Terra e Lua.....	60
Figura 82 – Reconhecimento das esferas Sol,Terra e Lua.....	61
Figura 83 – Horários para um observador na Terra (6h,12h,18h e 0h).....	61
Figura 84 – Fases da Lua.....	62
Figura 85 – Fases da Lua.....	62
Figura 86 – Fases da Lua.....	63
Figura 87 – Eclipses.....	64

Lista de Tabelas

Tabela 1.....	6
Tabela 2 – Distribuição das respostas antes da aplicação do kit de Fases da Lua.....	51
Tabela 3 – Distribuição das respostas depois da aplicação do kit de Fases da Lua.....	52
Tabela 4 – Distribuição das respostas antes da aplicação do kit de Eclipses.....	52
Tabela 5 – Distribuição das respostas depois da aplicação do kit de Eclipses.....	52

Sumário

Capítulo 1: Introdução.....	1
Capítulo 2: Apresentação Geral dos Kits.....	3
2.1 Trilho Óptico.....	3
2.1.1 Princípios da óptica geométrica, refração e o comportamento das lentes.....	3
2.1.2 Construção e Montagem do Trilho Óptico.....	13
2.1.3 Utilizando a Maquete como suporte didático.....	16
2.2 Maquete para o ensino de fases da Lua e Eclipses.....	21
2.2.1 Fases da Lua.....	21
2.2.2 Eclipse Solar e Lunar.....	25
2.2.3 Construção e montagem da maquete para o ensino de fases da Lua e Eclipses.....	27
2.2.4 Utilizando a Maquete como suporte didático.....	33
2.2.4.1 Montagem para Lua Nova.....	33
2.2.4.2 Montagem para Lua Crescente.....	34
2.2.4.3 Montagem para Lua Cheia.....	36
2.2.4.4 Montagem para Lua Minguante.....	37
2.2.4.5 Montagem para o Eclipse Solar.....	38
2.2.4.6 Montagem para o Eclipse Lunar.....	40
Capítulo 3: Aplicação dos kits e análise dos resultados.....	42
3.1 Aplicação do Trilho Óptico para alunos videntes.....	42
3.1.1 Análise dos Resultados.....	45

3.2 Aplicação da Maquete para o ensino das fases da Lua e dos Eclipses para alunos videntes.....	46
3.2.1 Análise dos Resultados.....	51
3.3 Aplicação do trilho óptico e da maquete de fases da Lua e Eclipses para alunos cegos e com baixa visão.....	54
3.3.1 Análise dos resultados.....	64
Capítulo 4: Conclusão.....	67
Apêndice A: Produto Educacional.....	70
Apêndice B: Situações problemas propostas aos alunos para a utilização do kit de óptica.....	91
Apêndice C: Questionário proposto aos alunos para a utilização do kit de fases da Lua e Eclipses.....	94
Referências bibliográficas.....	96

Capítulo 1

Introdução

O ensino inclusivo de Física e de Astronomia carece, de material didático e sua produção, de formação específica dos professores e de infraestrutura na maior parte das escolas públicas. Segundo dados do IBGE [Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística], o número de alunos portadores de necessidades especiais na rede regular de ensino cresceu 249% no período 1998-2007 [CAMARGO e NARDI, 2007]. Esse aumento significativo foi resultado das orientações da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei 9394/96), artigo 4º, parágrafo III, ao recomendar que o atendimento educacional dos alunos com necessidades especiais seja feito, preferencialmente, na rede regular de ensino [BRASIL, 1996].

Ao se preparar uma aula inclusiva de Astronomia, por exemplo, muitos questionamentos são realizados em relação aos professores que vão desde a metodologia a ser utilizada até a formação do próprio docente [Siqueira e Langhi, 2011], o que nos leva a concluir que existem lacunas na formação dos licenciados [BRETONES, 1999; MALUF, 2000; LANGHI, 2009].

Sobre a teoria da aprendizagem para deficientes podemos destacar, principalmente, Vigotsky, que realizou um estudo detalhado na área [VIGOTSKY, 1997]. Em seu trabalho, propõe ele que a transmissão de conhecimento se dá pela mediação com o outro ser social, e não com o sujeito interagindo sobre a realidade. Esta mediação está apoiada na utilização de ferramentas técnicas e signos. Podemos considerar em nosso estudo a fala como signo mediador para promover a aprendizagem e interação social. Ele introduz o conceito de zona de desenvolvimento proximal, por meio de experimentos com crianças com vários tipos de deficiência, o que o leva a concluir que quando a criança interage em grupo a aprendizagem é diferenciada e, portanto, haverá um desenvolvimento cognitivo que se estabelece de fora para dentro. Nessa troca, esses conhecimentos são internalizados, o que permite a construção do conhecimento e formação da

consciência. Para Vigotsky, o funcionamento psíquico das pessoas com deficiência obedece às mesmas leis, embora com uma organização distinta das pessoas sem deficiência. Critica fortemente qualquer forma de discriminação ou de segregação educacional impostas a pessoas com qualquer tipo de deficiência. Afirma, também, que não há forma de compensação do tato e da audição para os cegos e que a compensação se dá por meio da interação social. Nesse aspecto justificamos a elaboração do presente trabalho como sendo uma ferramenta para a interação entre alunos cegos e videntes em uma sala de aula da Educação Básica.

Não queremos discutir aqui as dificuldades inerentes e existentes à implantação da educação inclusiva para deficientes visuais nas escolas de ensino regular em nosso país. O presente trabalho visa construir e aperfeiçoar ferramentas didáticas, para aumentar o nicho de possibilidades de ensino, a fim de que professores possam usar esse material para trabalhar de maneira inclusiva, com alunos cegos, de baixa visão e videntes, conceitos de óptica e astronomia. As ferramentas didáticas são kits, de baixo custo, acompanhados de roteiros de aulas que podem ser reproduzidos e construídos facilmente por qualquer docente. Na parte de óptica construímos um trilho de madeira e perfis de lentes de madeira para trabalharmos os princípios da óptica geométrica, a refração da luz e o comportamento das lentes. Esse kit servirá de apoio para entender a óptica geométrica, objetivando sempre a prática inclusiva tendo o professor e os alunos videntes como mediadores. No que diz respeito aos conteúdos relacionados à astronomia, nos propomos a explicar as configurações da Terra e da Lua em suas órbitas em relação ao Sol, as fases da Lua e os eclipses. Todos esses assuntos são explorados com o auxílio de kits construídos com uma placa de madeira, hastes de metal ou de plástico e bolas de plástico. A reprodução dos mesmos também é simples e viabiliza a prática inclusiva de ensino.

Capítulo 2

Apresentação geral dos kits

Nesse capítulo, iremos descrever a teoria por trás de cada kit que se deseja transmitir em uma aula fazendo o uso do mesmo, bem como o material utilizado para construir a maquete e os roteiros a serem seguidos pelo educador na aplicação deste produto inclusivo de óptica e astronomia em uma sala de aula do ensino regular da educação básica. Inicialmente, iremos abordar o trilho óptico, na seqüência a luneta, o kit das órbitas, fases da lua, eclipses, estações do ano e por último o gnomo solar.

2.1 Trilho óptico

2.1.1 Princípios da óptica geométrica, refração e o comportamento das lentes.

A Óptica geométrica estuda a propagação da luz e os fenômenos luminosos relacionados à sua propagação, não se preocupando em explicar o que é a luz. Seu desenvolvimento se deu a partir da publicação da Teoria Corpuscular da Luz, por Isaac Newton, teoria que admitia que a luz fosse formada por um feixe de partículas. Define-se “luz” como sendo o agente físico que sensibiliza nossos órgãos visuais. A Luz é uma onda eletromagnética e sua velocidade no vácuo é de aproximadamente $3,0 \times 10^8$ m/s. A Óptica Geométrica trata dos fenômenos luminosos baseados em leis de observação, ou seja, experimentais, que são explicados sem que haja necessidade de se conhecer a natureza física da luz. A óptica geométrica usa como ferramenta de estudo a geometria, representando os raios de luz por meio de segmentos de reta orientados que possibilitam a melhor compreensão dos fenômenos. A um conjunto de raios damos o nome de feixe de luz. Os feixes ou pincel de luz podem ser classificados como: convergentes, divergentes ou paralelos, como mostra a figura 1, a seguir.

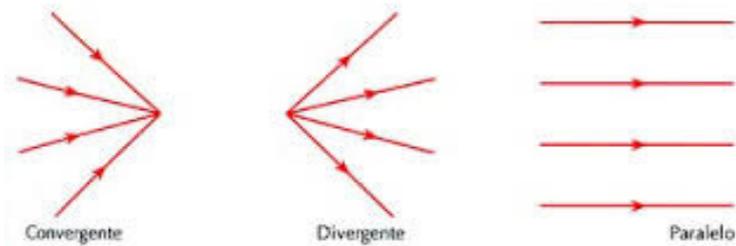


Figura 1 - Tipos de feixe de luz

(Disponível em: <http://WWW.danieladecampos.blogspot.com.br/2011/06/conceitos-primitivos-de-geometria.html>, acessado em 06/11/2015)

Quando nos referimos às fontes de luz, podemos classificá-las em dois tipos: como fontes primárias de luz, que possuem luz própria, ou fontes secundárias de luz, que não possuem luz própria, ou seja, refletem para o espaço a luz que recebem dos corpos luminosos.

A óptica está apoiada sobre três princípios básicos: O princípio de propagação retilínea da luz, O princípio da independência dos raios de luz e o Princípio da reversibilidade dos raios de luz.

O princípio da propagação retilínea da luz afirma que nos meios homogêneos e transparentes a luz se propaga em linha reta, veja o raio emitido por um laser na figura 2 abaixo:



Figura 2 - Raio de luz emitida por um laser

(Disponível em: <http://WWW.desconversa.com.br/fisica/resumo-optica-geometrica/>, acessado em 06/11/2015)

O princípio da reversibilidade dos raios de luz afirma que o caminho percorrido por um raio de luz entre dois pontos quaisquer é único independentemente do sentido. Veja figura 3 abaixo:

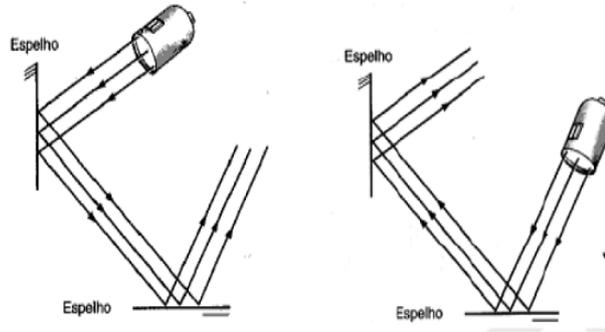


Figura 3 - Reversibilidade mudando a fonte de posição
(Disponível em: <http://WWW.fisikanarede.blogspot.com.br/2012/06/introducao-optica-geometrica.html>, acessado em 06/11/2015)

O princípio da independência dos raios de luz afirma que quando raios luminosos se cruzam, cada um deles segue seu trajeto como se os outros não existissem. Veja figura 4 abaixo:



Figura 4 - Luz emitida por holofotes se cruzando
(Disponível em: <http://WWW.alunosonline.com.br/fisica/principios-optica-geometrica.html>, acessado em 06/11/2015)

A refração da luz é um fenômeno que ocorre com a luz quando ela muda de meio material. Quando a luz se refrata, haverá uma alteração em sua velocidade de propagação, podendo haver também uma mudança no caminho óptico do raio de luz. Define-se n como sendo o índice de refração de um meio n é calculado pela razão entre a velocidade de propagação da luz no vácuo, c , e no meio em que ela está se propagando, v ,

$$n = \frac{c}{v} \quad (1)$$

Quanto maior o índice de refração n menor será a velocidade da luz no referido meio e mais refringente será o meio e maior será o desvio do raio para próximo da reta normal a superfície.

A figura 5 abaixo mostra um raio de luz se refratando de um meio 1 para um meio 2; no primeiro caso, não há desvio, e no segundo há. A reta pontilhada é perpendicular à superfície de separação dos meios materiais, chamada reta normal.

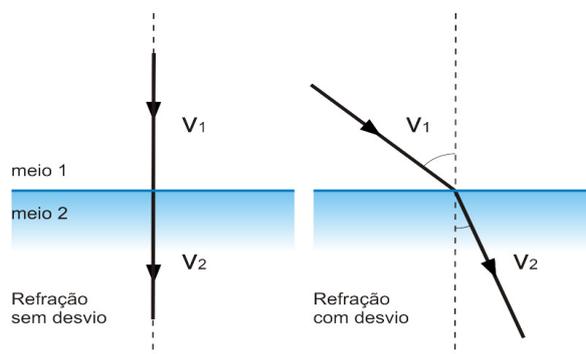


Figura 5 - Refração do raio de luz

(Disponível em: <http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/2013/10/cursos-do-blog-termologia-optica-e-ondas>, acessado em 07/11/2015)

A tabela 1 abaixo mostra o índice de refração n de alguns meios materiais.

Meio material	Índice de refração (n)	Meio material	Índice de refração (n)
ar	1,000	Cr39	1,498
água	1,330	Vidro crown	1,523
glicerina	1,470	Vidro high lite	1,701
vidro	1,500 a 1,900	Policarbonato	1,590
diamante	2,420	Super high lite (lantânio)	1,800
acrílico	1,490	Hiper high lite (lantânio)	1,900

Tabela 1 - Índices de refração

(Disponível em: <http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/2013/10/cursos-do-blog-termologia-optica-e-ondas>, acessado em 07/11/2015)

Nesta mudança de meios, a velocidade da luz é alterada. Com a alteração da velocidade de propagação, ocorre um desvio da direção original.

Para se entender melhor este fenômeno, imagine um raio de luz que passa de um meio para outro de superfície plana, conforme mostra a figura 6 abaixo:

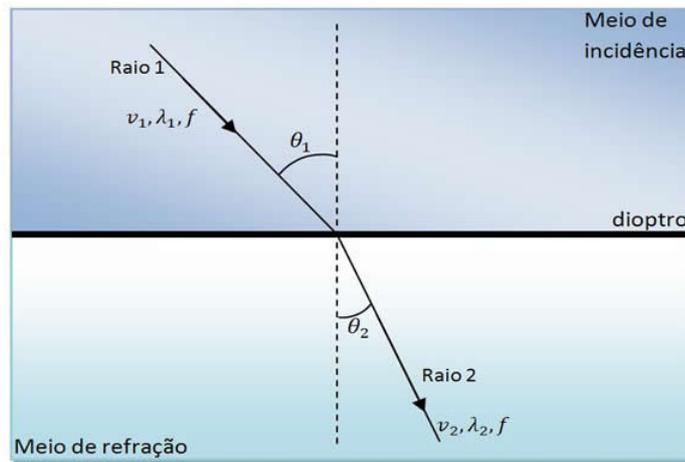


Figura 6 - Refração de um raio de luz

(Disponível em: http://www.sofisica.com.br/conteudos/Otica/Refracaodaluz/leis_de_refracaao, acessado em 07/11/2015)

Onde:

Raio 1 é o raio incidente;

Raio 2 é o raio refratado;

A reta tracejada é a linha normal à superfície;

O ângulo formado entre o raio 1 e a reta normal é o ângulo de incidência;

O ângulo formado entre o raio 2 e a reta normal é o ângulo de refração;

A fronteira entre os dois meios é dito um dióptro plano;

Conhecendo os elementos de uma refração podemos entender o fenômeno através das duas leis que o regem.

A 1ª lei da refração diz que o raio incidente (raio 1, com ângulo θ_1), o raio refratado (raio 2, com ângulo θ_2) e a reta normal ao ponto de incidência (reta tracejada) estão contidos no mesmo plano.

2ª Lei da Refração ou Lei de Snell é utilizada para calcular o desvio dos raios de luz ao mudarem de meio, e é expressa pela equação 2, mostrada abaixo:

$$\frac{\text{sen}\theta_1}{\text{sen}\theta_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad (2)$$

Denomina-se lente esférica qualquer sistema óptico constituído de três meios homogêneos e transparentes, separados dois a dois, por duas superfícies esféricas ou por uma esférica e outra plana chamada de face. Dos três meios, geralmente, o segundo é a lente; em nosso estudo, vamos considerar o primeiro e o terceiro meios idênticos, ou seja, vamos considerar a lente imersa no ar, como está descrito na figura 7.

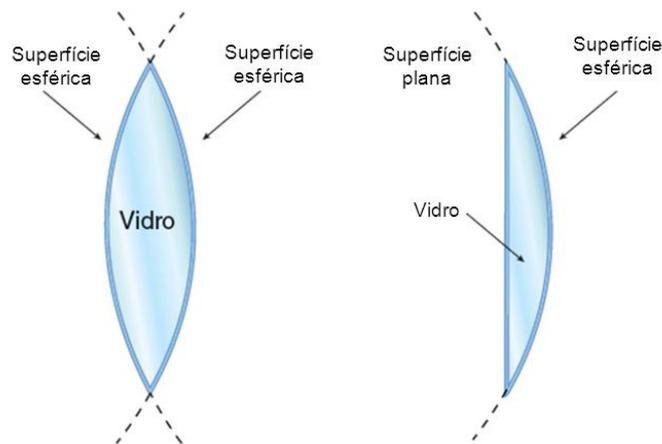
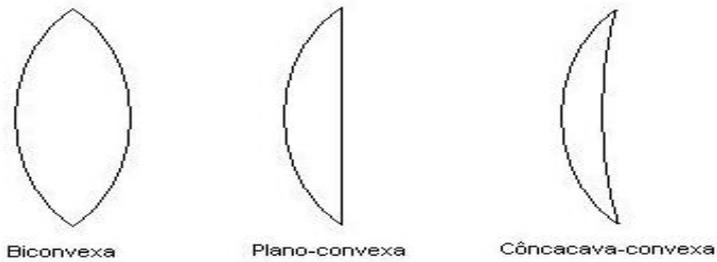


Figura 7 - Lentes delgadas

(Disponível em:[http://WWW. http://slideplayer.com.br/slide/287696/](http://WWW.http://slideplayer.com.br/slide/287696/), acessado em 09/11/2015)

As lentes podem ser divididas em dois grandes grupos: de bordas delgadas ou de bordas espessas, como mostrado na figura 8.

Lentes Esféricas de Bordas Delgadas



Lentes Esféricas de Bordas Espessas

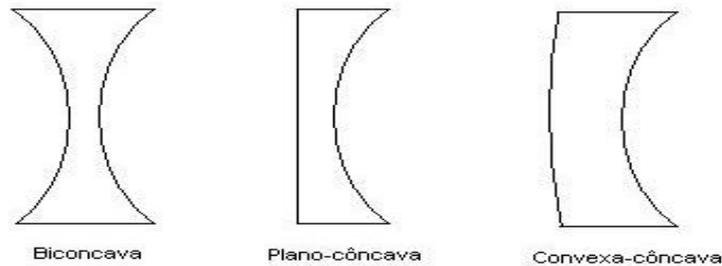


Figura 8 - Grupos das lentes

(Disponível em: <http://WWW.http://elismarsoptica.blogspot.com.br/2012/06/lentes-esfericas.html>, acessado em 09/11/2015)

As faces das lentes podem ser convexas (bordas delgadas) ou côncavas (bordas espessas). Assim para dar nome a lente usa-se primeiro o nome da face de maior raio seguida do nome da face de menor raio.

Ao se incidir um feixe de luz paralelamente ao eixo principal numa das faces de uma lente, verifica-se que o feixe ao emergir da outra face, dependendo dos índices de refração do meio (n_1) e da lente (n_2), pode ser convergente ou divergente, independentemente do tipo da lente (bordas delgadas ou espessas).

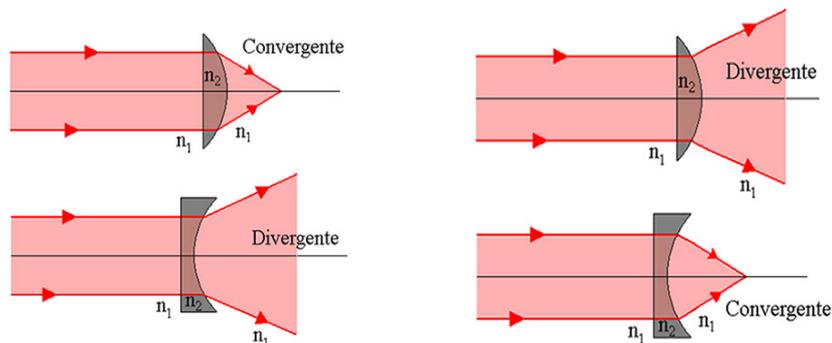


Figura 9 - Comportamento óptico

(Disponível em: <http://www.alunosonline.com.br/fisica/comportamento-optico>, acessado em 10/11/2015)

Portanto para simplificar a representação do comportamento óptico de uma lente utiliza-se um segmento de reta perpendicular ao eixo principal, figura 10. O ponto O é chamado de centro óptico; e as simbologias associadas a direção da seta indicam a característica da lente, convergente apontando para fora e divergente apontando para dentro.

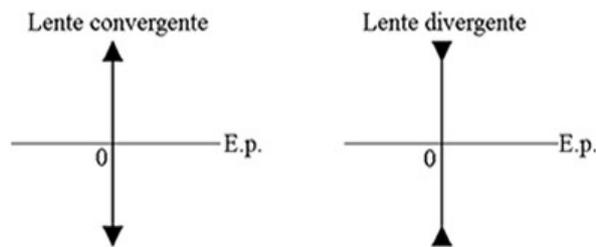


Figura 10 - Representação gráfica simples
(Disponível em: <http://www.alunosonline.com.br/fisica/comportamento-optico>, acessado em 10/11/2015)

Dessa maneira uma lente será classificada como convergente se $n_1 < n_2$, para bordas delgadas, e $n_1 > n_2$ para bordas espessas. Será classificada como divergente se $n_1 < n_2$, para bordas espessas e $n_1 > n_2$ para bordas delgadas.

Uma lente possui um par de focos: Um chamado de foco principal objeto F, e outro, foco principal imagem F', que estão no eixo principal e estão equidistantes em relação à lente. Veja figura 11.

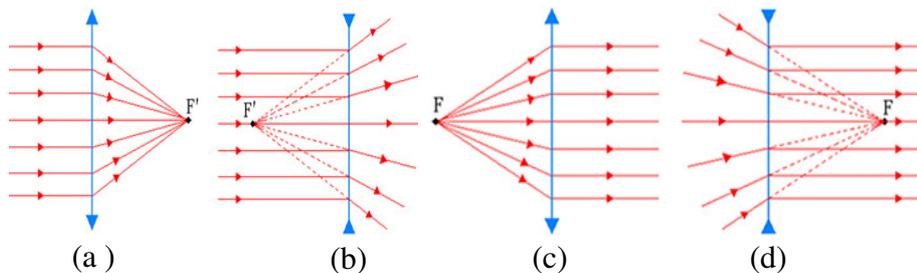


Figura 11 - Representação gráfica simples dos focos imagem e objeto
(Disponível em <http://www.brasilecola.com/fisica/focos-uma-lente-esferica>, acessado em 10/11/2015)

Os focos são obtidos de maneira experimental fazendo-se um feixe incidir sobre a lente de maneira paralela. Observa-se que, ao emergir da lente convergente, os raios convergem em um ponto comum (fig 11-a); o mesmo ocorre com prolongamentos dos raios divergentes da lente divergente (fig 11-b). Tal ponto é o foco da lente. Usando-se o princípio da reversibilidade da luz, verifica-se que se um feixe partir do foco de uma lente convergente ele deve

emergir paralelo ao eixo principal (fig. 11-c). Se um feixe é apontado para o foco da lente divergente ele emergirá paralelo ao eixo principal, veja figura 11 d.

A distância focal (f) é a medida do foco principal F ou F' até o centro óptico da lente. A uma distância $2f$, de cada lente, situam-se no eixo principal, Os pontos antiprincipais A e A'

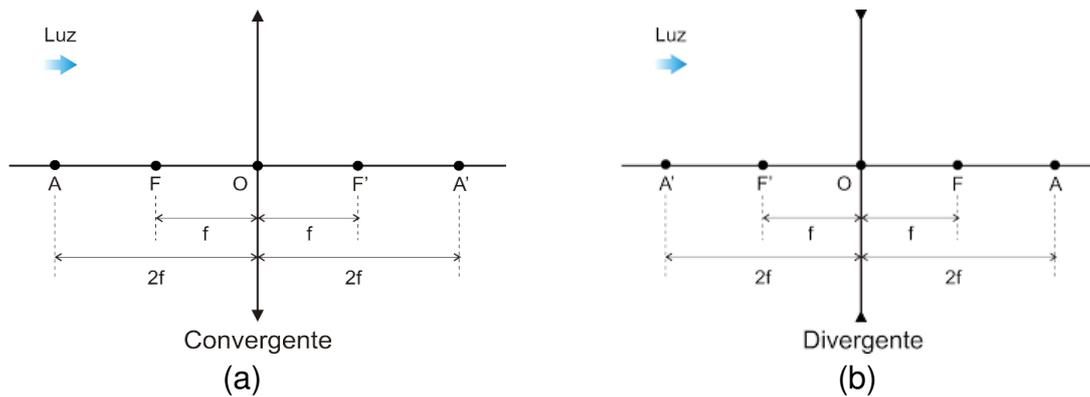


Figura 12 - Representação gráfica simples dos pontos antiprincipais e focos

(Disponível em: http://www.osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/2013/10/cursos-do-blog-termologia-optica-e-ondas_22., acessado em 10/11/2015)

Para o caso da lente está inserida no ar dependendo de como um raio de luz incide em uma de suas faces, ele emerge ou refrata da outra, por uma das três propriedades:

1- Todo raio que incide paralelamente ao eixo principal, emerge na direção do foco principal imagem F' , como mostra a figura 13.

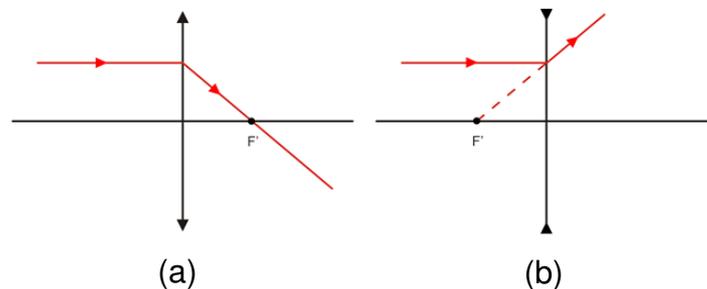


Figura 13 - Raios notáveis

(Disponível em: http://www.osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/2013/10/cursos-do-blog-termologia-optica-e-ondas_22., acessado em 10/11/2015)

2-Um raio incidente na direção do foco principal objeto F, emerge paralelamente ao eixo principal.

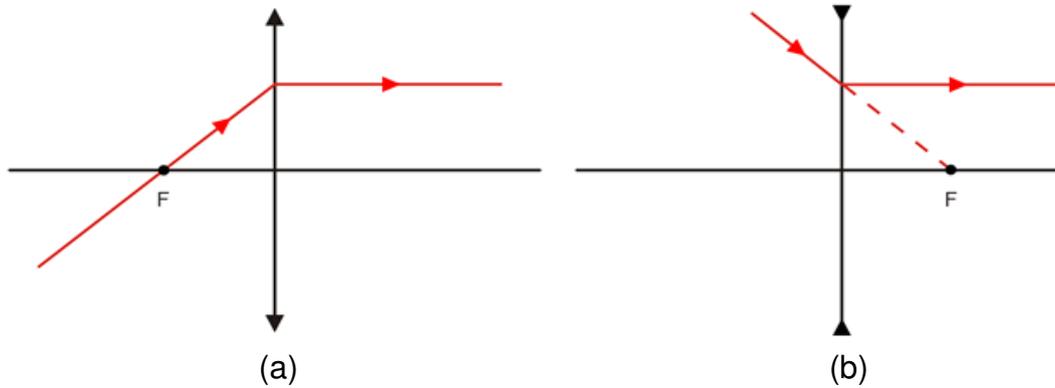


Figura 14 – Raios notáveis.

(Disponível em: http://www.osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/2013/10/cursos-do-blog-termologia-optica-e-ondas_22., acessado em 10/11/2015)

3-Um raio que passa pelo centro óptico O da lente, emerge sem sofrer desvio.

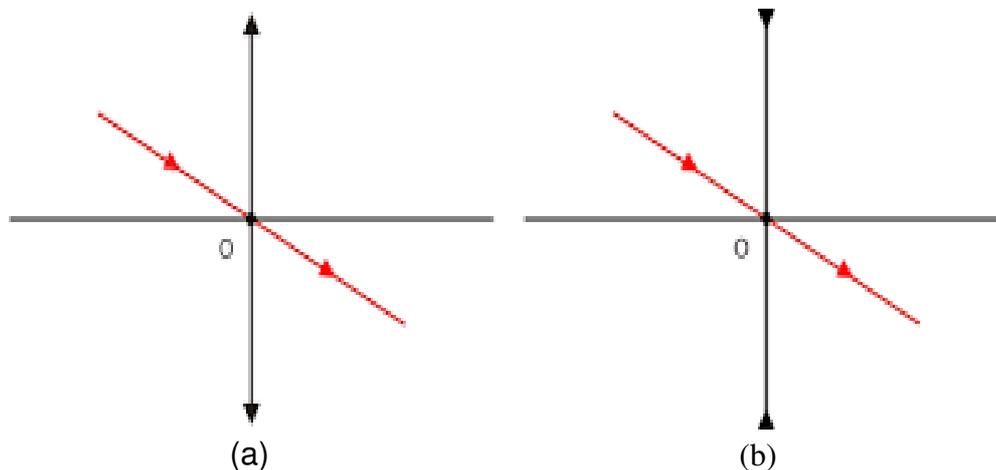


Figura 15 - Raios notáveis

(Disponível em: http://www.osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/2013/10/cursos-do-blog-termologia-optica-e-ondas_22., acessado em 10/11/2015)

2.1.2 Construção e montagem do trilho óptico.

Para facilitar a reprodução do kit, por qualquer educador, sua montagem foi dividida em passos com ilustrações.

Os materiais utilizados foram listados abaixo:

- Uma barra de madeira de 1m de comprimento, três barras de 55 cm de comprimento, duas de 40cm, quatro de 30cm de comprimento, cada uma com 3 cm de espessura;
- Duas cantoneiras de madeira, no formato triangular(base 7cm e altura 7cm) para servir de mão francesa;
- Uma placa de madeira 50cmx50cm;
- Moldes em papel de lentes de borda fina e grossa;
- Elásticos;
- Parafusos;
- Pequenos ganchos;
- Porcas do tipo borboleta;
- Furadeira, maquina e lixa para madeira;

Passo 1:

Com a utilização da furadeira, fazer furos duplos verticais igualmente espaçados de 10 cm na barra de madeira de 1m, lixar para aparar as arestas.

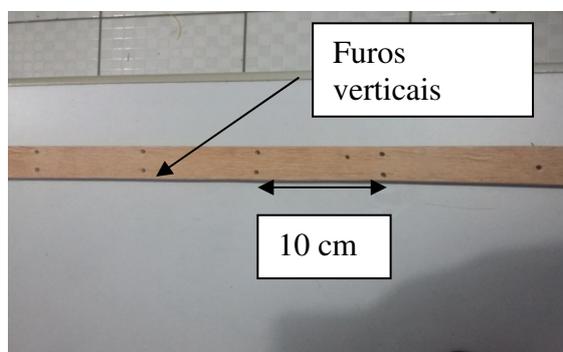


Figura 16¹ - Trilho de madeira

¹ As figuras nesse trabalho sem identificação de origem pertencem ao acervo pessoal do autor deste trabalho.

Passo 2 :

Com as quatro barras menores de 30cm construir o suporte para a barra maior junto com as cantoneiras. Após isso prender a barra maior no suporte com o auxílio do parafuso e da porca borboleta.

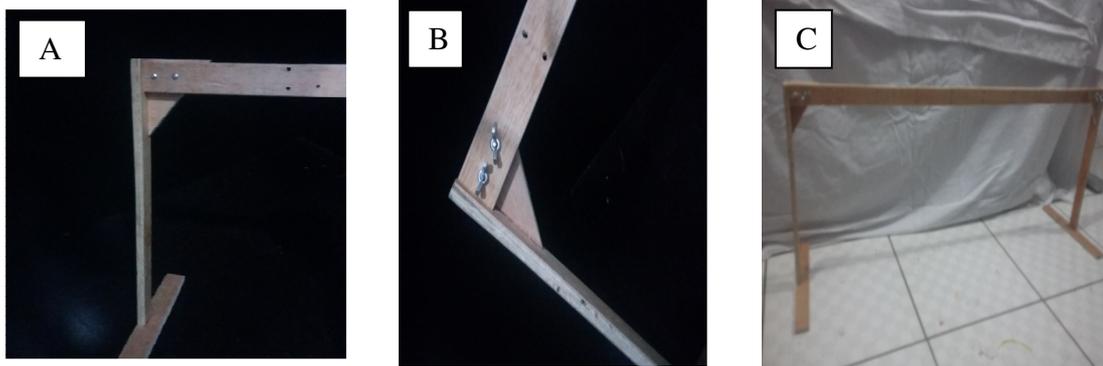


Figura 17 - Trilho de madeira e suportes(mão francesa)

Passo 3 :

Marcar a placa de madeira no formato das lentes. Recortar com o auxílio de uma serra; lixar para aparar as arestas.

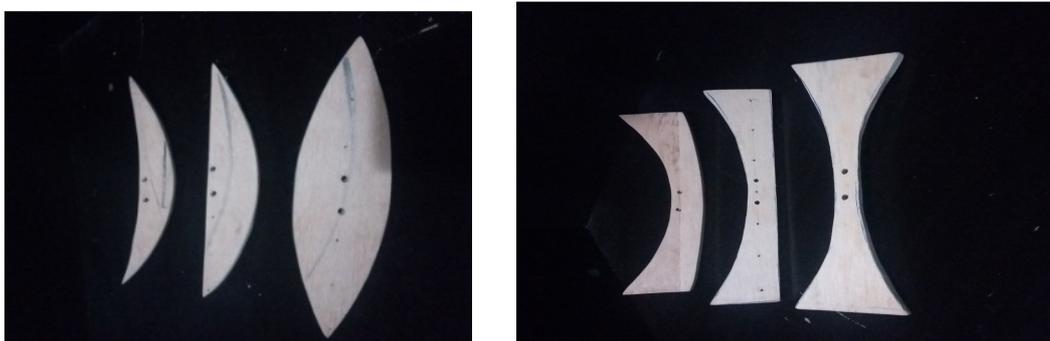


Figura 18 - Molde das lentes

Passo 4 :

Fixação dos ganchos nas lentes e também em duas barras de 55 cm; os espaçamentos devem ser uniformes de 3cm.



Figura 19 - Fixação dos ganchos

Passo 5 :

Fixação das barras verticais no trilho com o auxílio de parafusos e das porcas borboletas. Assim o aparato está pronto para ser usado.



Figura 20 - Estrutura final do trilho

2.1.3 Utilizando a maquete como suporte didático.

Para uma sala de aula do ensino regular que possua alunos com deficiência visual a prática sugerida é a que se segue. Caso a turma não possua alunos deficientes visuais, o professor deve fazer as montagens abaixo e introduzir os conceitos da óptica geométrica e comportamento de lentes. Inicialmente, deve-se introduzir o conceito de representação geométrica de um raio de luz associando este a um elástico esticado; deste modo, o professor pode introduzir o princípio de propagação retilínea da luz levando o dedo do aluno cego ou baixa visão por todo o elástico, bem como, introduzir os conceitos de feixes de luz, paralelo, convergente e divergente, sempre utilizando a mão do aluno sobre os feixes que estão expostos no aparato, como mostra a figura abaixo:

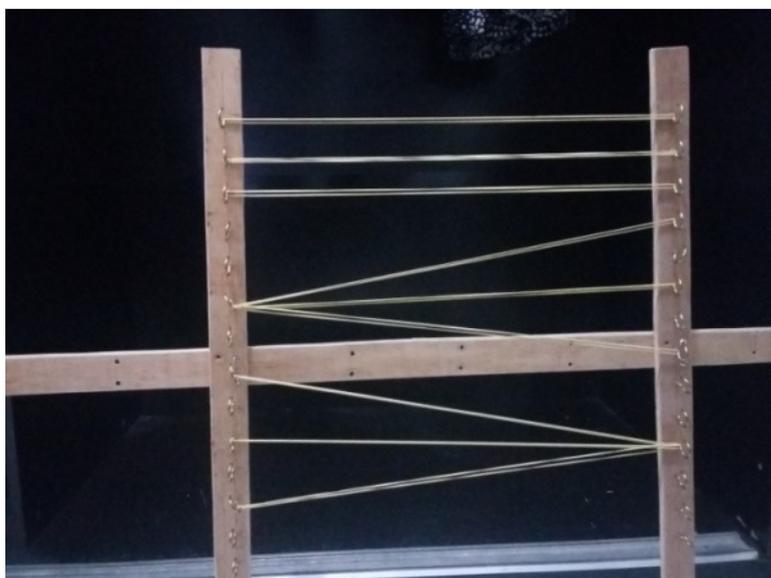


Figura 21 - Feixes de luz

Para representar o princípio da independência dos raios de luz é necessário configurar o instrumento como mostra a figura 22. Através do toque do aluno ele poderá compreender que após o cruzamento de dois ou mais

raios de luz, nada acontece com os raios, eles permanecem em seu caminho, ou seja, o trajeto não se altera.



Figura 22 - Independência dos raios de luz

Para evidenciar o princípio da reversibilidade da luz o dispositivo deve ser configurado conforme a figura 23. O dedo do aluno deve ser guiado indo e voltando pelo elástico, mostrando, assim, que o caminho de ida da luz é o mesmo da volta.

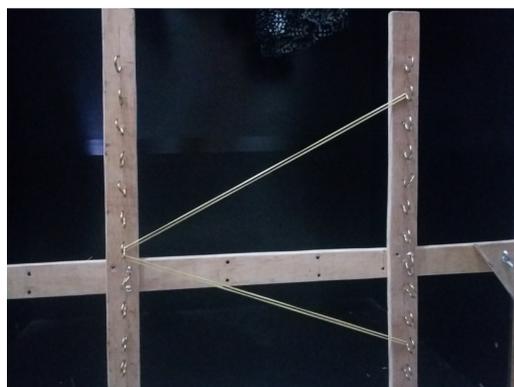


Figura 23 - Reversibilidade dos raios de luz

Após apresentar os princípios da óptica, introduzimos o conceito de refração da luz e para isso devemos configurar a nossa maquete de acordo com a figura 24. Dessa maneira, podemos levar o aluno a entender o desvio da luz quando ela muda de meio de propagação. Devemos guiá-lo mostrando o quanto o elástico está afastado da barra de madeira que está na vertical, associando a idéia de que quanto mais próximo estiver o elástico dessa

madeira menor será a velocidade da luz no meio e maior será o seu desvio em relação ao trajeto anterior; e no caso contrário, quanto mais afastado estiver maior será sua velocidade.



Figura 24 - Refração dos raios de luz

O passo seguinte é mostrar o comportamento de raios de luz particulares incidindo sobre uma lente convergente e divergente. Para isso, devemos configurar a nossa maquete tátil como mostra a figura 25, utilizando uma das lentes de madeira de borda fina ou grossa, sendo essa escolha a critério do professor, pois a disposição mostrada na figura permite a utilização de qualquer uma das lentes produzidas. Na situação abaixo optamos por uma lente biconvexa. Vale lembrar, que devemos guiar os dedos dos alunos pelos elásticos e bordas das lentes utilizadas para que o entendimento seja pleno.

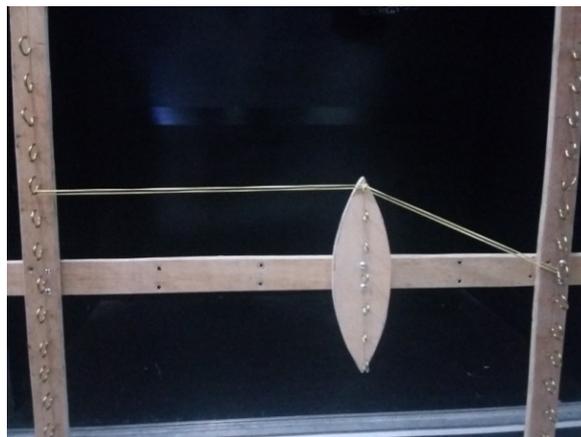


Figura 25 - Todo raio que entra paralelo ao eixo principal de uma lente emerge pelo foco

Todo raio que entra pelo foco emerge paralelo, figura 26.

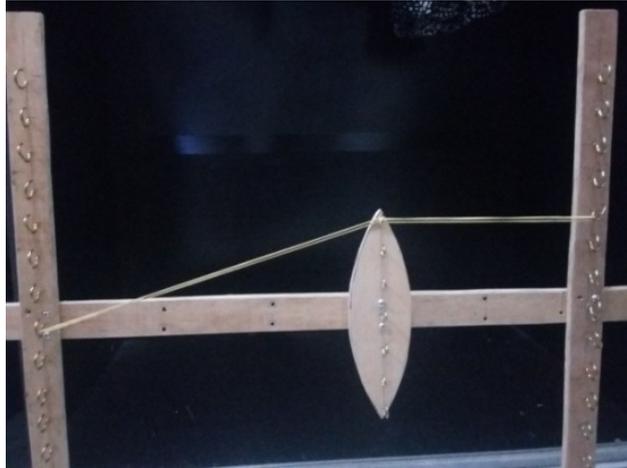


Figura 26 - Raio de luz incidindo sobre o foco da lente

Todo raio que incide no centro óptico da lente não sofre desvio em seu caminho óptico, veja a figura 27.

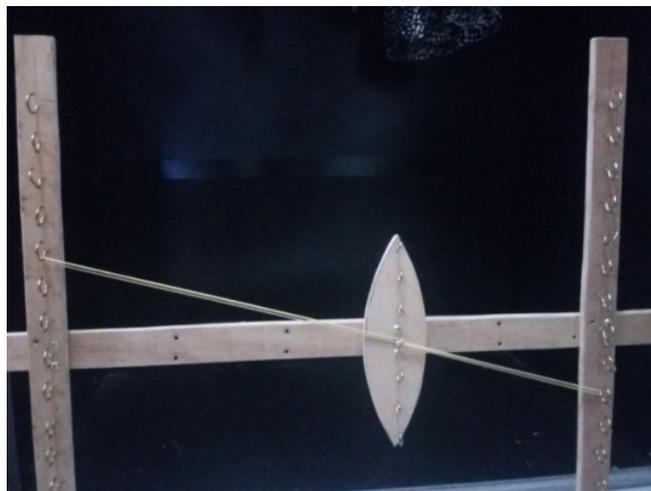


Figura 27 - Raio de luz incidindo sobre o centro óptico

Os passos acima descritos podem ser repetidos utilizando uma lente de borda grossa, ou seja, divergente. Pode-se também construir a associação de lentes. Abaixo na figura 28, mostramos um feixe paralelo chegando em uma lente divergente e ao emergir incide sobre uma lente convergente.

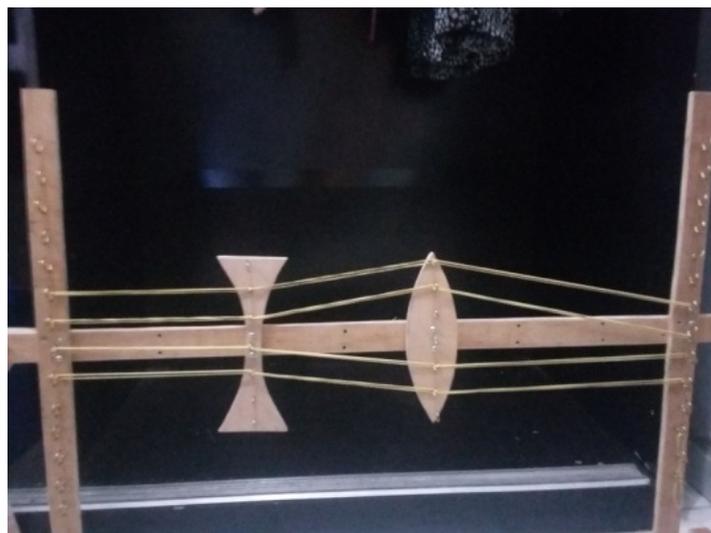


Figura 28 - Associação de lentes

Com esse instrumento podemos descrever várias situações, como as descritas acima, no que diz respeito ao comportamento óptico da luz utilizando lentes, este trabalho ficaria muito extenso se registrássemos todas as configurações possíveis mas o intuito do trabalho não é esse. Nosso objetivo é dar um suporte didático para professores poderem tornar inclusivo o ensino de óptica em sua sala de aula. Vale ressaltar, que esse instrumento pode ser utilizado também em sala de aula, onde os alunos não apresentam deficiência. As demais configurações ficam a critério das necessidades e imaginação do educador.

Pretendemos com esse instrumento proporcionar um maior entendimento da óptica geométrica, no que diz respeito, a lentes a alunos com deficiência visual ou não e facilitar o trabalho dos professores no âmbito da dinâmica da aula proporcionando, assim, uma maior interação dos alunos cegos com alunos videntes e professores. Reconhecemos ainda que os trabalhos nessa área são escassos e quase não divulgados e por isso para amenizar tal quadro nos motivamos a desenvolver o trabalho descrito acima.

2.2 Maquete para o ensino de Fases da Lua e Eclipses.

2.2.1 Fases da Lua.

A Lua é o único satélite natural da Terra. O que chamamos de fases da Lua são as sucessivas aparências que a Lua adquire no céu noturno ou diurno que terminam por se repetir definindo ciclos bem determinados. Não atribuímos essas aparências à projeção de sombra da Terra na Lua e sim à combinação dos movimentos da Lua em torno da Terra e desta em torno do Sol e seus diferentes períodos (da Terra em torno de seu próprio eixo e da Lua em torno da Terra). As aparências da Lua são de fácil observação e ocorrem de maneira simultânea para observadores em pontos distintos do globo. Essas aparências podem ser divididas em quatro grupos, que também denominamos usualmente de fases. São elas: Lua Cheia, Minguante, Nova e Crescente.

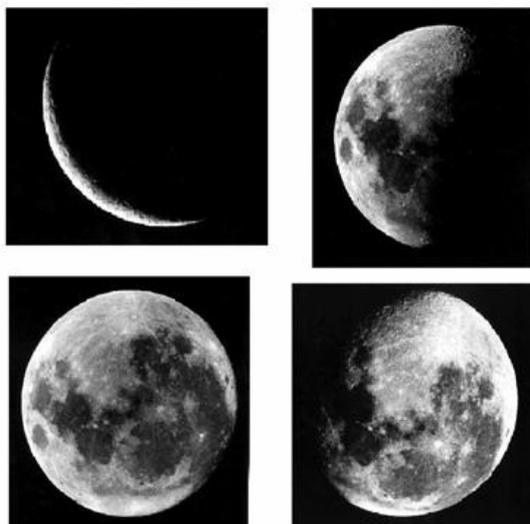


Figura 29 - As fases da Lua

(Disponível em: http://www.das.inpe.br/ciaa/cd/HTML/dia_a_dia/1_a_dia/1_6.htm 10/11/2015, acessado em 21/03/2016)

Assim, “Lua Nova”, e “Lua Cheia” podem designar tanto instantes específicos como períodos do ciclo lunar. Correspondentemente a estes instantes nos períodos Crescente e Minguante, ocorrem o Quarto Crescente e o Quarto Minguante.

A Lua Nova se dá quando o hemisfério da Lua voltado para Terra não reflete a luz do Sol. Quando ocorre esta fase, a Lua, idealmente, nasce às 6h, está no ponto mais alto de sua trajetória ao meio-dia e se põe às 18h; ela não aparece no céu noturno nem no diurno para nenhum observador na Terra.



Figura 30 - Lua Nova

(Disponível em: <http://www.understudio.com.br/denilde/wp-content/uploads/2013/01/lua-nova-4.jpg>, acessado em 21/03/2016)

A Lua Crescente, para um observador no hemisfério Sul da Terra assemelha-se a um semi-círculo iluminado voltado para o oeste. Quando ocorre o Quarto Crescente, a Lua, idealmente, nasce ao meio-dia, está no ponto mais alto de sua trajetória às 18h e se põe à meia-noite.



Figura 31 - Lua Crescente

(Disponível em: <http://www.understudio.com.br/denilde/wp-content/uploads/2013/01/lua-nova-4.jpg>, acessado em 21/03/2016)

A Lua Cheia, ocorre quando um observador na Terra visualiza toda a face iluminada da Lua que está voltada para a Terra. Quando ocorre esta fase, a

Lua, idealmente, nasce a leste, aproximadamente às 18h, está no ponto mais alto de sua trajetória às 0h e se põe às 6h do dia seguinte.



Figura 32 - Lua Cheia
(Disponível em: <http://feriadosnacionais2016.com.br/calendario-lunar-2016/>, acessado em 21/03/2016)

O Quarto Minguante, visto para um observador que se encontra no Hemisfério Sul da Terra assemelha-se a um semi-círculo iluminado voltado para leste. Nessa fase a Lua, idealmente, nasce às 0h, está no ponto mais alto de sua trajetória às 6h e se põe ao meio-dia.



Figura 33 - Lua Minguante
(Disponível em: <http://titividal.com.br/tag/lua-minguante/>, acessado em 21/03/2016)

Considerando o sistema Terra-Lua, a Lua gasta aproximadamente 28 dias para completar uma volta em torno da Terra, este período é chamado de sideral e tem como referencial as estrelas. O período entre duas fases iguais e sucessivas é chamado de período sinódico e tem duração de aproximadamente 29 dias.

O movimento orbital da Lua ao redor da Terra ocorre no mesmo sentido do movimento orbital e rotacional da Terra, de oeste para leste. A órbita da Lua em torno da Terra não é circular, é elíptica, sendo um dos focos dessa elipse o centro de massa do sistema Terra-Lua. A distância entre os centros da Lua e da Terra variam de aproximadamente 357,3 mil Km a 407,1 mil km; a velocidade de translação é de aproximadamente 3,7 mil Km/h. Além do movimento orbital da Lua em torno da Terra a Lua possui um movimento rotacional que ocorre no mesmo sentido do orbital.

Definimos face oculta da Lua, a face que não conseguimos enxergar aqui da Terra. Isso se deve ao fato de que o movimento orbital da lua está sincronizado com o movimento rotacional, ou seja, duram praticamente o mesmo intervalo de tempo para ocorrer. É por isso que avistamos aproximadamente a mesma face da Lua. Isto implica também que um dia na Lua dura 27 dias solares da Terra. Veja a figura 34 abaixo.

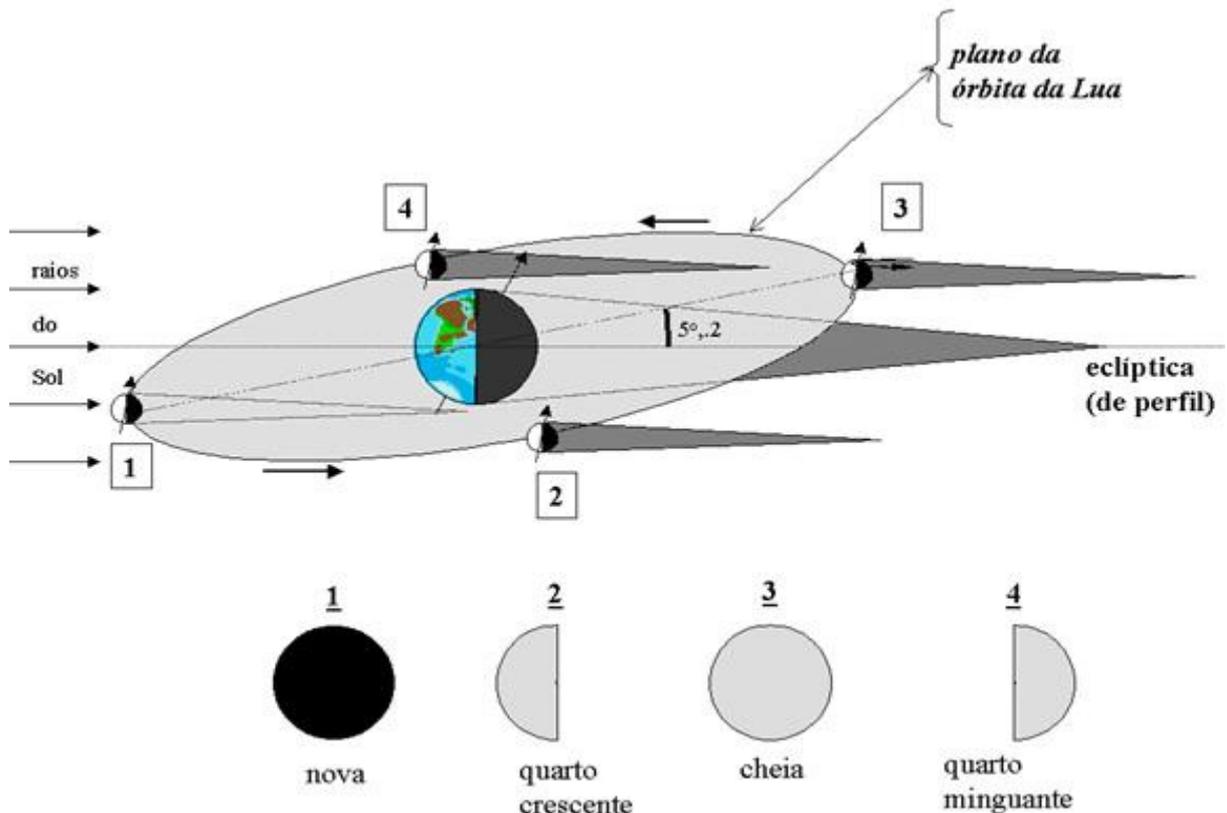


Figura 34 - As fases da Lua e como são vistas no hemisfério Sul (figura fora de escala).
(Disponível em: http://www.das.inpe.br/ciaa/cd/HTML/dia_a_dia/1_6_2.htm, acessado em 12/04/2016)

2.2.2 Eclipse Solar e Lunar

Para a Astronomia, eclipsar significa interceptar a luz vinda de um astro.

Tanto a Terra quanto a Lua projetam no espaço uma sombra e uma penumbra em formato cônico. As bases desses cones tem as dimensões dos seus respectivos diâmetros. Os eclipses ocorrem quando a Terra ou a Lua atravessam um desses cones. O cone de sombra, ou cone umbral, não recebe a luz solar e ele se localiza interno ao cone penumbral.

O Eclipse Lunar ocorre somente na fase de Lua Cheia, quando a Lua intercepta o cone de sombra produzido pela Terra e só pode ser visto no hemisfério da Terra onde é noite. Há três classes de eclipse da Lua total, parcial, penumbral, mas apenas dois são relevantes: o total e o parcial.

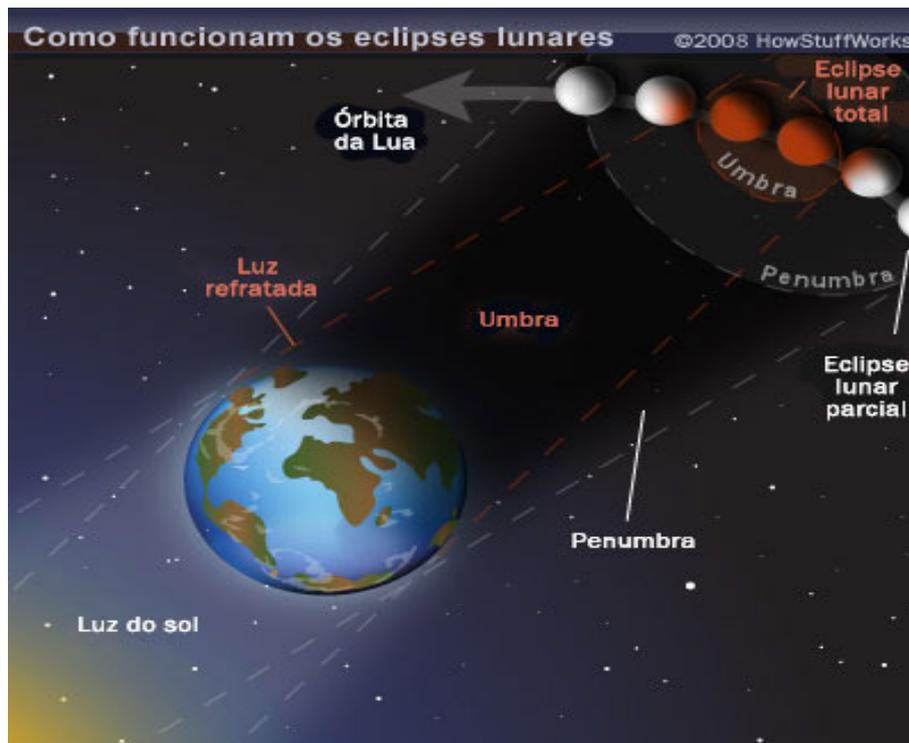


Figura 35 - Eclipse Lunar (figura fora de escala).

(Disponível em : http://cortinaderetina.blogspot.com.br/2010_12_01_archive.html, acessado em 18/04/2016)

O total ocorre quando ela atravessa o cone de sombra formado pela Terra, ficando totalmente escurecida. O parcial é quando a Lua fica parcialmente iluminada, ou seja, quando atravessa a região de penumbra.

O Eclipse Solar ocorre quando a Lua, na sua fase nova, coloca-se entre o Sol e a Terra, e dessa maneira, projeta seu cone de sombra ou penumbra sobre a Terra. O Eclipse Solar pode ser total ou parcial.

O Eclipse Solar é parcial quando o disco solar é parcialmente encoberto pelo disco lunar. Para um observador na Terra experimentar esse tipo de eclipse ele deve estar em um ponto do globo atingido pelo cone de penumbra. O Eclipse Solar total ocorre quando a Lua projeta sobre a Terra tanto seu cone de penumbra quanto de sombra. Para um observador na Terra experimentar esse eclipse ele deve estar em um ponto do globo onde está sendo projetado o disco de sombra da Lua.

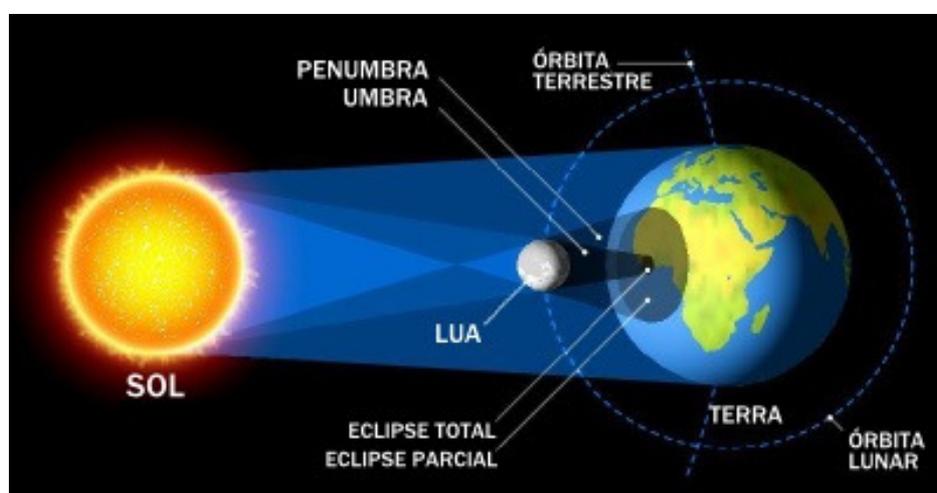


Figura 36 - Eclipse Solar (figura fora de escala)

(Disponível em : <http://brasilecola.uol.com.br/geografia/eclipse-solar.htm> ,acessado em 18/04/2016)

A duração máxima de um Eclipse Lunar é de aproximadamente 3h e 20 minutos, vai depender de quanto tempo a Lua Cheia fica acima da linha do horizonte na noite em que ocorre esse eclipse. A duração de um Eclipse Solar é de poucos minutos, no que se refere a sua observação para um espectador fixo num ponto da faixa de totalidade.

Vale ressaltar que os planos das órbitas da Terra (em torno do Sol) e da Lua (em volta da Terra) não são os mesmos. E por esse motivo não temos periodicamente (mensalmente) a alternância entre um Eclipse Solar (Lua Nova) e um lunar (Lua Cheia). Se essas trajetórias ficassem no mesmo plano isso seria possível; veja figura 37 a seguir.

- 2 Hastes de metal de 40 cm de comprimento;
- 1 folha de papel camurça;
- Elástico de 1 m de comprimento;
- Percevejos com a cabeça arredondada;
- Papel contact preto, 2m;
- Cola, furadeira, tesoura, lápis, estilete e lixa para madeira;

Passo 1: Preparando a placa de madeira.

- Cobrir toda placa com papel contact preto;
- Encontrar o centro da placa, marcá-lo com um lápis, e furar com a furadeira. A broca utilizada deve ter a espessura das hastes utilizadas;



Figura 38 - Placa de madeira

- A partir do centro da placa traçar 6 retas, à lápis, de 40 cm de comprimento de tal maneira a formar um “asterisco” e fazer um furo em cada extremidade da reta.

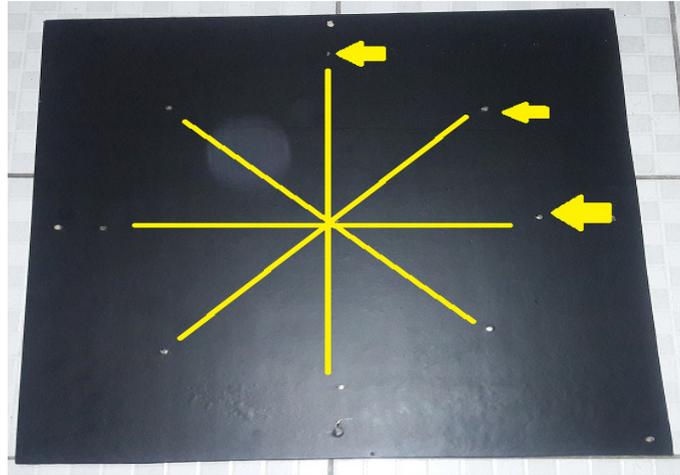


Figura 39 - As setas indicam que os furos devem ser feitos de maneira a ficarem simetricamente opostos

- Escolher um dos cantos da placa e fazer o último furo;



Figura 40 - Furo no canto da placa

-Finalizado o passo 1, a placa está pronta.

Passo 2: Esferas de plástico.

-Selecionar uma das esferas; com o uso de um estilete recortá-la ao meio, cobrindo-a com papel camurça.



Figura 41 - Calota revestida de papel camurça

- Cortar uma nova bolinha de plástico, agora deixando um dente quadrado como mostra a figura 41 abaixo, cobrindo a parte externa com papel camurça.

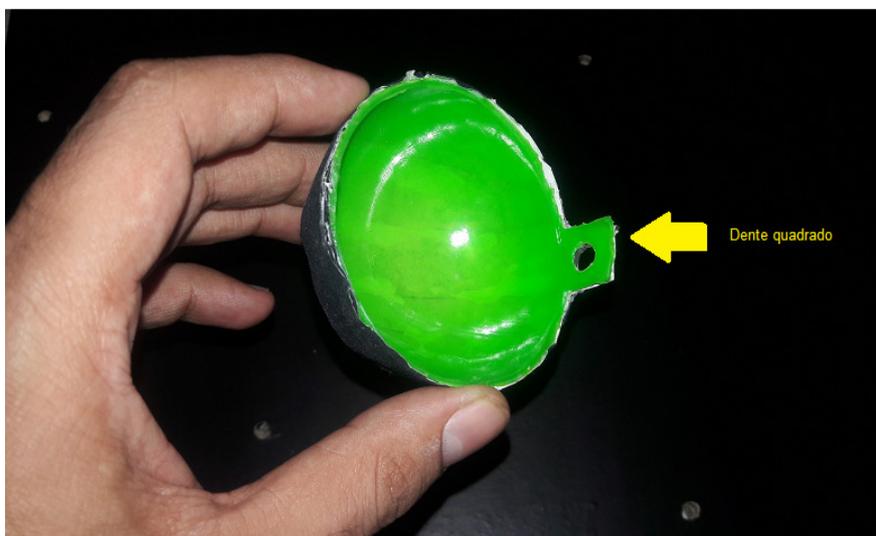


Figura 42 - Calota com um dente revestida de papel camurça

- Cortar uma haste de metal ao meio para fazer os suportes das esferas que representaram a Terra e o Sol. Veja a figura 43.

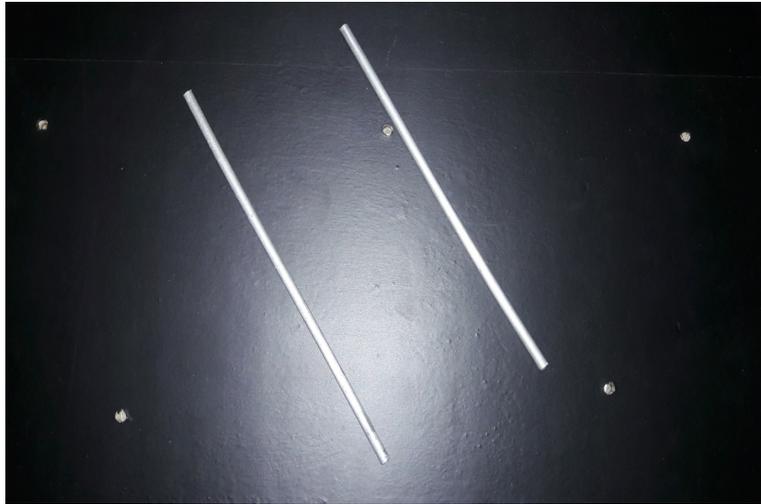


Figura 43 - Hastes de metal

- Esquentar a ponta desta haste e furar as bolinhas de plástico. Veja a figura 44.

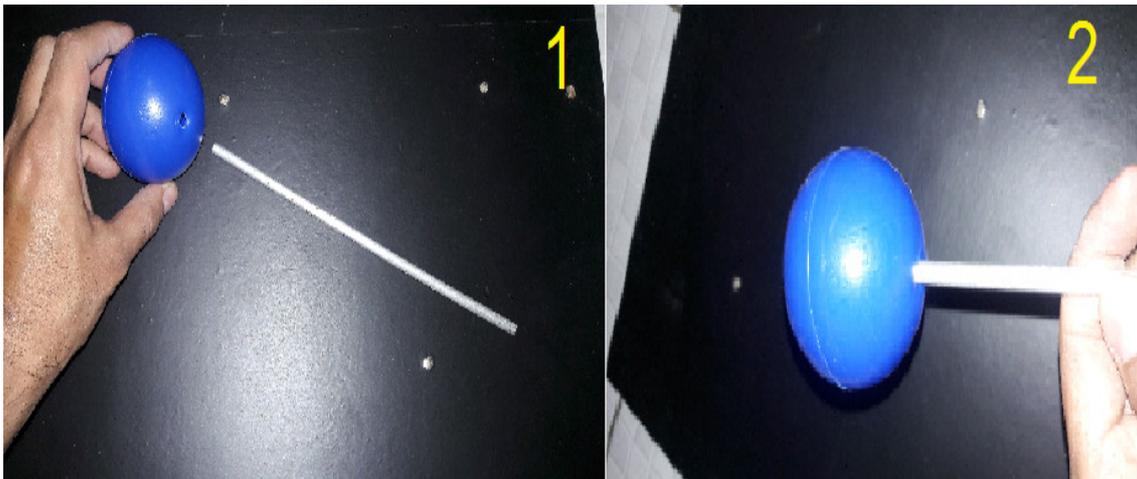


Figura 44 - 1-Furo com a haste quente; 2-Encaixe da haste

- Para a esfera que irá representar o Sol, antes de encaixar a haste, prender o elástico no seu interior com o auxílio de um clipe. Esse elástico representará os raios de luz emitidos pelo Sol. Veja figura 45.

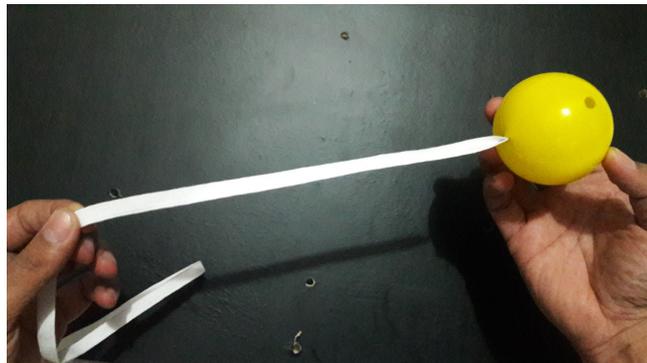


Figura 45 - Esfera que representará o Sol encaixe do elástico

- Usar a haste restante para a esfera que representará a Lua. Com a haste fazer um furo vazado nessa esfera, como mostra a figura 46 abaixo.

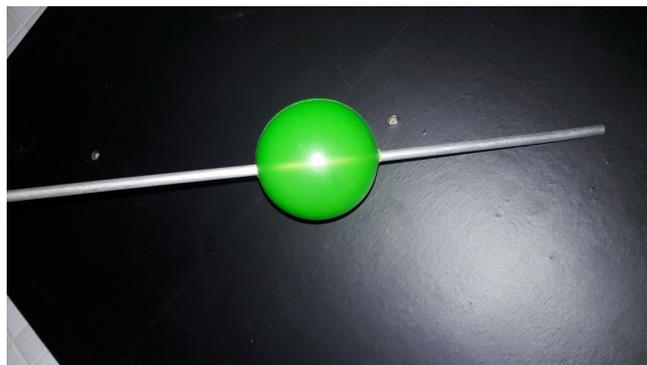


Figura 46 - Furo vazado na esfera

- Após todas as esferas estarem furadas fazer a montagem final inserindo as hastes e a meia calota com o dente, na haste da esfera da Lua, veja a figura 47. As esferas estão prontas para serem usadas.



Figura 47 - Esferas prontas para serem usadas

2.2.4 Utilizando a maquete como suporte didático.

Iniciaremos a montagem da maquete abordando as fases da Lua e posteriormente os eclipses. Para uma sala com alunos cegos e de baixa visão o professor deve inicialmente apresentar-lhes as esferas que representam o Sol (a que tem um elástico), a Lua (a que possui uma capinha áspera e a maior vareta) e a Terra (toda lisa que possui uma taxinha), o restante dos alunos conseguirão fazer a relação entre as esferas e os corpos que elas representam, visualmente. Após os alunos cegos conseguirem diferenciar as esferas e cada corpo celeste que elas representam podemos começar as montagens.



Figura 48 - Esferas que representam a Lua, a Terra e o Sol

2.2.4.1 Montagem para Lua Nova.

Para representar a Lua Nova devemos encaixar as esferas na placa nos lugares indicados na figura abaixo:

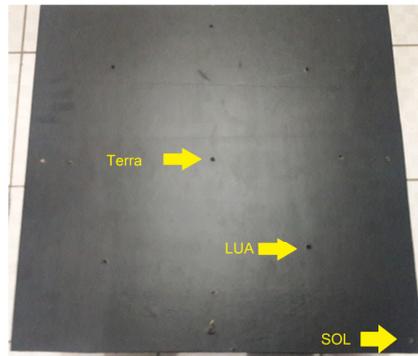


Figura 49 - As setas indicam os locais em que as esferas devem ser encaixadas

Após o encaixe das esferas, esticar o elástico que representa a luz emitida pelo Sol, mostrando em seguida para os alunos que ele atinge apenas uma parte da Lua (figura 50-1) e apenas uma parte da Terra (figura 50-2) ,sendo que as partes foscas não estão sendo iluminadas pelo Sol. Para os alunos cegos isso deve ser feito através do tato, evidenciando que a parte áspera não está sendo iluminada pelo Sol.



Figura 50 - 1-Incidência da luz do Sol na Lua; 2- Incidência da luz do Sol na Terra; 3- Observador na Terra vendo a Lua em sua fase Nova; 4-Lua Nova

A figura 50-3 mostra que o observador na Terra vê ao meio dia a Lua Nova na parte mais alta de sua trajetória, sendo esta fase caracterizada pelo fato da parte não iluminada estar voltada para Terra. Com essa montagem

podemos mostrar também que ela não aparece no céu noturno para um observador na Terra.

2.2.4.2 Montagem para Lua Crescente.

Para representar a Lua Crescente devemos encaixar as esferas na placa nos lugares indicados na figura 51.

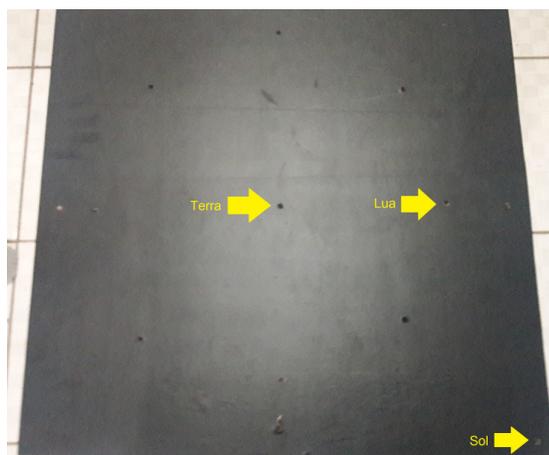


Figura 51 - As setas indicam os locais em que as esferas devem ser encaixadas

Após o encaixe das esferas, esticar o elástico que representa a luz emitida pelo Sol, mostrando em seguida para os alunos que ele atinge apenas uma parte da Terra (figura 52-1) e apenas uma parte da Lua (figura 52-2), sendo que as partes foscas não estão sendo iluminadas pelo Sol. Para os alunos cegos isso deve ser feito através do tato, evidenciando que a parte áspera não está sendo iluminada pelo Sol.



Figura 52 - 1-Incidência da luz do Sol na Terra; 2-Incidência da luz do Sol na Lua; 3- Observador na Terra vendo a Lua em sua fase Crescente; 4- Lua Crescente

A figura 52-3 mostra que o observador na Terra vê, às 18h, Lua Crescente na parte mais alta de sua trajetória, sendo esta fase caracterizada por ter um semi-esfera iluminada voltada para leste.

2.2.4.3 Montagem para Lua Cheia.

Para representar a Lua Cheia devemos encaixar as esferas na placa nos lugares indicados na figura abaixo:

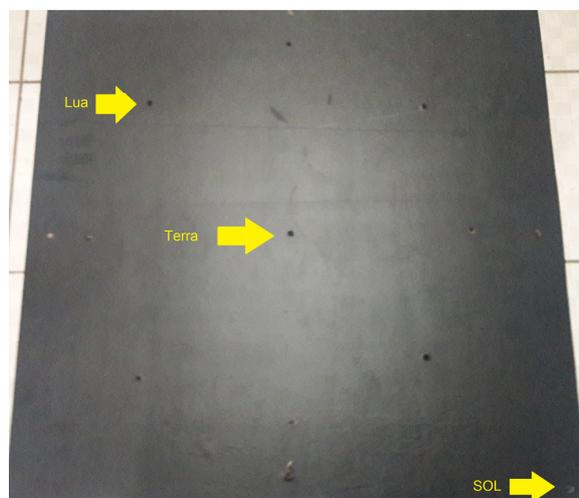


Figura 53 - As setas indicam os locais em que as esferas devem ser encaixadas

Após o encaixe das esferas, esticar o elástico que representa a luz emitida pelo Sol, mostrando em seguida para os alunos que ele atinge apenas uma parte da Terra (figura 54-1) e apenas uma parte da Lua (figura 54-2), sendo que as partes foscas não estão sendo iluminadas pelo Sol. Para os alunos cegos isso deve ser feito através do tato, evidenciando que a parte áspera não está sendo iluminada pelo Sol.



Figura 54 - 1-Incidência da luz do Sol na Terra; 2-Incidência da luz do Sol na Lua; 3- Observador na Terra vendo a Lua em sua fase Cheia; 4-Lua Cheia

A figura 54-3 mostra que o observador na Terra vê a 0h a Lua Cheia na parte mais alta de sua trajetória, sendo esta fase caracterizada por ter a aparência de um círculo totalmente iluminado.

2.2.4.4 Montagem para Lua Minguante.

Para representar a Lua Minguante devemos encaixar as esferas na placa nos lugares indicados na figura abaixo:

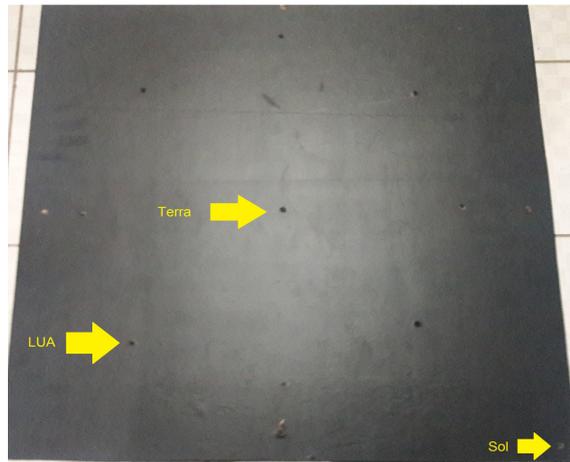


Figura 55 - As setas indicam os locais em que as esferas devem ser encaixadas

Após o encaixe das esferas, esticar o elástico que representa a luz emitida pelo Sol, mostrando em seguida para os alunos que ele atinge apenas uma parte da Terra (figura 56-1) e apenas uma parte da Lua (figura 56-2), sendo que as partes foscas não estão sendo iluminadas pelo Sol. Para os alunos cegos isso deve ser feito através do tato, evidenciando que a parte áspera não está sendo iluminada pelo Sol.



Figura 56 - 1-Incidência da luz do Sol na Terra;2-Incidência da luz do Sol na Lua;3-Observador na Terra vendo a Lua em sua fase Minguante;4-Lua Minguante

A figura 56-3 mostra que o observador na Terra vê às 6h a Lua Minguante na parte mais alta de sua trajetória, sendo esta fase caracterizada por ter, a

aparência de um semi-círculo totalmente iluminado voltado para oeste, que se assemelha a letra “C” no Hemisfério Norte e a um “D” maiúsculo no Hemisfério Sul. Como nosso observador está no equador ambas as configurações são possíveis, dependendo da direção em que se olha a Lua.

2.2.4.5 Montagem para o Eclipse Solar.

Para representarmos o esquema do Eclipse Solar devemos encaixar as esferas nas seguintes posições como mostra a figura 57.

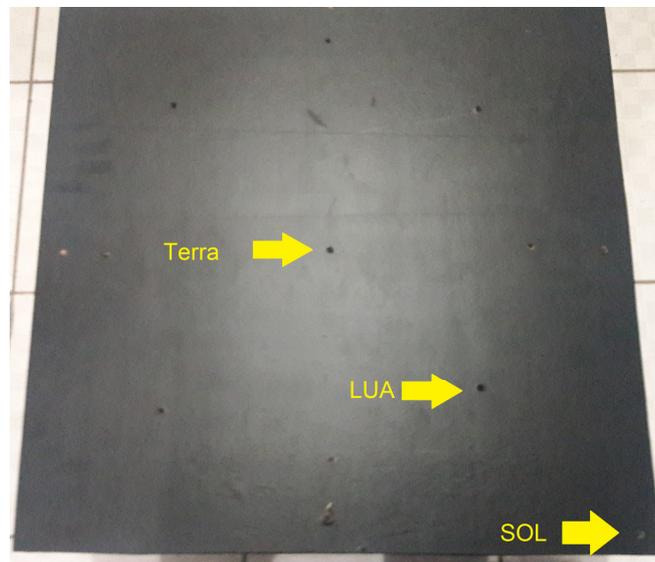


Figura 57 - As setas indicam os locais em que as esferas devem ser encaixadas

Após o encaixe das esferas, mostrar que os raios de luz emitidos pelo Sol são interceptados pela Lua e, portanto para um observador na Terra, no hemisfério que é dia, ele experimentaria a ausência de luz por esses raios não conseguirem atingir a Terra. Vale ressaltar que o Eclipse Solar ocorre na fase da Lua Nova e só pode haver Eclipse Solar durante o dia, ou seja, quem está no hemisfério não iluminado da Terra não experimenta o Eclipse Solar. A figura 58 abaixo mostra o esquema para o Eclipse Solar.

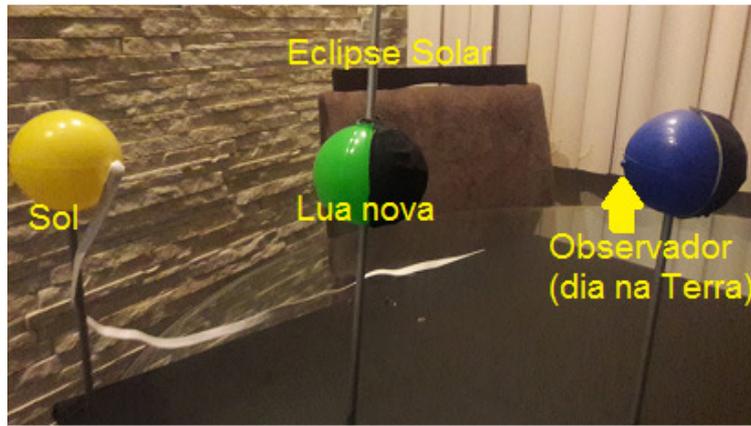


Figura 58 - Esquema representando o Eclipse Solar para um observador na Terra

2.2.4.6 Montagem para o Eclipse Lunar.

Para representarmos o esquema do Eclipse Lunar devemos encaixar as esferas nas seguintes posições como mostra a figura abaixo:

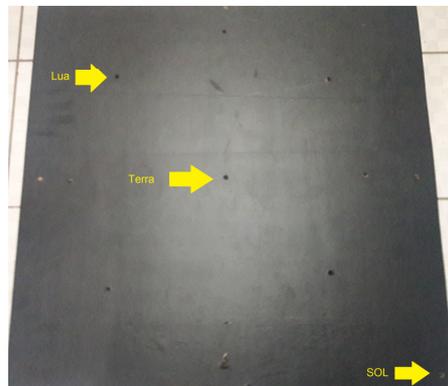


Figura 59 - As setas indicam os locais em que as esferas devem ser encaixadas

Após o encaixe das esferas, mostrar que os raios de luz emitidos pelo Sol são interceptados pela Terra e, portanto para um observador na Terra, no hemisfério que é noite, ele não verá a Lua iluminada por esses raios não conseguirem atingir a mesma. Vale ressaltar que o Eclipse Lunar ocorre na fase da Lua Cheia e só pode haver Eclipse Lunar durante a noite, ou seja,

quem está no hemisfério iluminado da Terra não experimenta o Eclipse Lunar. A figura 60 mostra o esquema para o Eclipse Lunar.



Figura 60 - Esquema representando o Eclipse Lunar para um observador na Terra

Dessa maneira temos os esquemas das fases da Lua e dos eclipses descritos pela o uso do kit de acordo com as orientações descritas.

Capítulo 3

Aplicação dos kits e análise dos resultados

3.1 Aplicação do Trilho óptico para alunos videntes.

O kit de óptica foi aplicado no Instituto Federal do Rio de Janeiro em 21/06/2016 (IFRJ, campus Maracanã) para alunos do ensino médio técnico do 4º período do curso Técnico em Química. Os alunos que participaram da atividade ainda não tinham estudado efetivamente os conceitos de óptica geométrica, refração e lentes, ou seja, o conteúdo ainda não estava solidificado, segundo uma sondagem feita inicialmente por meio de arguição verbal. Na aplicação da maquete foram utilizados 4 tempos de aula, cada um com 50 minutos de duração.

A maquete foi utilizada em uma aula expositiva que foi executada de acordo com a sequência de eventos descritos abaixo.

Em uma explanação oral, utilizando o kit, o configurei para poder demonstrar os raios, feixes de luz e princípios da óptica (veja as figuras 21, 22 e 23).

A segunda configuração demonstrava a refração da luz de um meio para outro com índices de refração diferentes em uma incidência normal e no outro caso oblíqua (veja a figura 24).

A terceira configuração do kit consistia em demonstrar o comportamento óptico das lentes em relação aos raios particulares e aos meios em que elas estavam imersas alternando sempre entre uma lente de borda fina e outra de borda grossa (veja as figuras 25, 26, 27 e 28).

A atividade proposta para os alunos (ver apêndice B) após a apresentação da maquete, consistia em criar situações em relação a refração dos raios de luz e o comportamento óptico das lentes, para que eles, em grupos, configurassem a maquete de acordo com cada situação problema proposta. Cada grupo esquematizava a situação proposta e, após, havia uma

discussão entre o grupo e a turma sobre o esquema apresentado, discutindo os possíveis erros e acertos.

Abaixo segue o registro fotográfico da atividade proposta envolvendo o kit de óptica.



Figura 61 - Final da aula expositiva



Figura 62 - Alunos utilizando o kit para demonstrar o comportamento de raios notáveis para uma lente biconvexa imersa no ar



Figura 63 - Alunos utilizando o kit para demonstrar o comportamento de raios notáveis para uma lente bicôncava de índice de refração menor do que o meio que está imersa



Figura 64 - Alunos utilizando o kit para demonstrar a refração da luz de um meio menos refringente para um meio mais refringente com o raio incidindo obliquamente

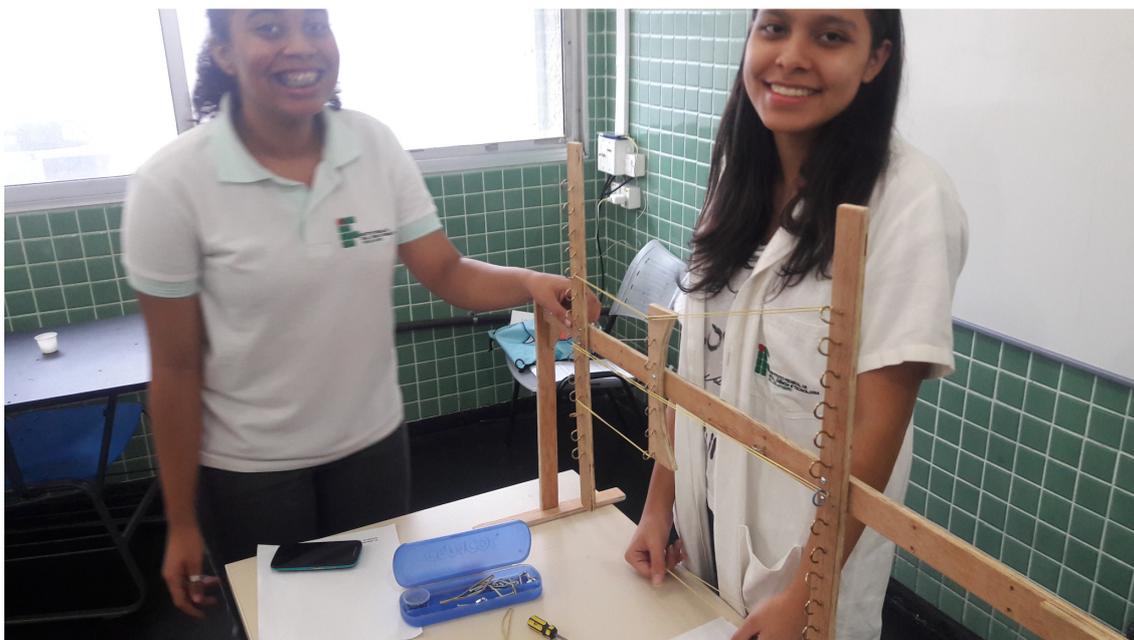


Figura 65 - Alunos utilizando o kit para demonstrar o comportamento de alguns raios notáveis para uma lente plano-côncava imersa em um meio menos refringente

3.1.1 Análise dos resultados.

Todas as situações propostas e esquematizadas geraram discussões construtivas entre o próprio grupo e a turma; dentre tais discussões, podemos citar as seguintes:

- O meio que irá determinar se uma lente é convergente ou divergente.
- O que ocorre dentro da lente para que os raios particulares apresentem tal comportamento peculiar.

A discussão sobre as questões levantadas, que o uso do kit provocou nos alunos, elevou o nível da construção ensino-aprendizagem. Uma vez que tais questões citadas acima em uma aula comum, sem o uso do kit, passariam despercebidas pelos alunos ou seriam pouco enfatizadas por parte do professor.

Ressaltamos que a proposta da atividade usando a maquete visa, de maneira qualitativa, a interação do aluno com o conteúdo que foi trabalhado em sala. Essa interação em nossa percepção e na forma avaliativa pelas situações problemas criadas, onde os grupos na sua totalidade apresentaram êxito, foi de extrema importância para que a aprendizagem fosse de fato marcante, ou seja, significativa.

3.2 Aplicação da maquete para o estudo das fases da Lua e dos Eclipses para alunos videntes.

O kit de fases da Lua e Eclipses foi aplicado no Colégio Santa Maria. Localizado em São João de Meriti, Rio de Janeiro, em 06/06/2016, para os alunos da 2ª série do ensino médio em 2 tempos de aula, de 50 minutos cada.

Os alunos já haviam estudado a introdução a óptica geométrica, mas não abordaram as fases da Lua nem o fenômeno dos eclipses.

Ressaltamos que a maneira como a maquete das fases da Lua e dos eclipses deve ser utilizada fica a critério do educador e de sua criatividade. A seguir, apresentamos uma sugestão de como pode ser empregada.

O kit foi utilizado em uma proposta que consistia em uma aula expositiva, precedida da aplicação de um questionário sobre fases da Lua e Eclipses, que foi executada de acordo com a sequência de eventos descritos abaixo.

Inicialmente aplicamos dois questionários (ver apêndice C), que eram compostos por 26 sentenças cada um, onde os alunos julgavam verdadeiro ou falso de acordo com seus conhecimentos prévios. Tal aplicação tinha o propósito de compararmos os resultados antes e depois da intervenção da aula utilizando o kit bem como a discussão por partes do alunos na segunda aplicação.



Figura 66 - Alunos respondendo o questionário antes da intervenção da aula com o uso do kit

Após a aplicação dos questionários iniciamos a aula utilizando o kit. A maquete foi utilizada segundo a configuração sequencial mostrada na seção 2.2.4. Inicialmente, configuramos o suporte didático para as fases da Lua ressaltando os horários em que a Lua começava a ser vista por um observador na Terra, o horário em que estava no ponto mais alto de sua trajetória e, por fim, o horário que ela se põe, isso foi feito para todas as fases. Em seguida, foi realizada a inversão do observador, ou seja, ele foi colocado na Lua. A partir de tal mudança mostrou-se que enquanto um observador, na Terra, vê a Lua Nova, o observador na Lua vê a Terra Cheia. E que quando o mesmo, vê a Lua Cheia, da Terra, o observador da Lua vê a Terra em sua fase nova.

A segunda configuração da maquete tinha o objetivo de explicar os eclipses, seguindo ainda a sequência da seção 2.2.4, configuramos o kit para explicar o Eclipse Solar e o Eclipse Lunar sempre ressaltando as principais características de tais fenômenos como por exemplo: em qual a fase da Lua ocorrem, em que horários podem ser visto por um observador na Terra e o menor período entre dois eclipses consecutivos.

Após a demonstração, os questionários foram aplicados novamente para que os alunos pudessem respondê-los de maneira que interagissem com o

mesmo e entre si. Essa parte da prática proposta foi proposital com o objetivo de provocar os alunos em torno dos questionários aplicados.

O registro fotográfico da aula segue abaixo.



Figura 67 - Explicação oral utilizando o kit



Figura 68 - Explicação oral utilizando o kit



Figura 69 - Explicação oral utilizando o kit



Figura 70 - Explicação oral utilizando o kit



Figura 71 - Explicação oral utilizando o kit

3.2.1 Análise dos resultados.

Com o objetivo de analisarmos o impacto do uso do kit na aprendizagem dos alunos por meio da aula proposta acima descrita, as perguntas contidas nos questionário foram divididas por assunto e organizadas em tabelas, onde, para cada sentença do questionário podemos visualizar a quantidade de acertos e de erros por parte dos alunos. Cada questionário continha 26 sentenças. Ao total 33 alunos participaram da atividade. As questões para o kit de fases da Lua foram divididas em três temas: órbita, período e fases. Órbitas da questão 1 até a 5, período da questão 6 até a 13, e, por fim, fases da Lua da questão 14 até a 26. Para os eclipses as questões foram divididas também em três temas: tipos de eclipses, período e fases relacionadas com o tipo de eclipse. Os tipos de eclipse da questão 1 até a 7, período da questão 8 até a 12 e por fim fases relacionadas com o tipo de eclipse da 13 a questão 26.

As tabelas 2 e 3 referem-se ao questionário de fases da Lua. Sendo que a tabela 2 mostra as respostas antes da aplicação do kit e a tabela 3 após a aplicação do kit.

As tabelas 4 e 5 referem-se ao questionário dos eclipses. Sendo que a tabela 4 mostra as respostas antes da aplicação do kit e a tabela 5 após aplicação do kit.

TABELA 2: DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS ANTES DA APLICAÇÃO DO KIT DE FASES DA LUA.																										
ASSUNTO	ÓRBITA					PERÍODO								FASES												
QUESTÃO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
REPOSTAS CORRETAS	33	31	26	33	19	32	28	30	26	30	15	27	27	31	18	14	24	6	30	28	24	22	20	24	18	13
REPOSTAS ERRADAS	0	2	7	0	14	1	5	3	7	3	18	6	6	2	15	19	9	27	3	5	9	11	13	9	15	20
TOTAL DE ALUNOS PARTICIPANTES: 33																										
PERCENTUAL DE ACERTOS: 73,3%																										
PERCENTUAL DE ERROS: 26,7%																										

TABELA 3: DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS DEPOIS DA APLICAÇÃO DO KIT DE FASES DA LUA.

ASSUNTO	ÓRBITA					PERÍODO								FASES													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
REPOSTAS CORRETAS	33	32	33	33	33	33	31	32	33	32	33	32	33	33	32	21	30	22	32	33	32	32	32	32	29	33	
REPOSTAS ERRADAS	0	1	0	0	0	0	2	1	0	1	0	1	0	0	1	12	3	11	1	0	1	1	1	1	4	0	
TOTAL DE ALUNOS PARTICIPANTES: 33																											
PERCENTUAL DE ACERTOS: 95,1%																											
PERCENTUAL DE ERROS: 4,9%																											

TABELA 4: DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS ANTES DA APLICAÇÃO DO KIT DE ECLIPSES.

ASSUNTO	TIPOS DE ECLIPSES							PERÍODO					FASES RELACIONADAS COM O TIPO DE ECLIPSE														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
REPOSTAS CORRETAS	28	32	33	30	27	21	28	10	23	30	26	12	22	16	12	24	26	22	6	10	19	11	19	13	20	14	
REPOSTAS ERRADAS	5	1	0	3	6	12	5	23	10	3	7	21	11	17	21	9	7	11	27	23	14	22	14	20	13	19	
TOTAL DE ALUNOS PARTICIPANTES: 33																											
PERCENTUAL DE ACERTOS: 62,2%																											
PERCENTUAL DE ERROS: 37,8%																											

TABELA 5: DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS DEPOIS DA APLICAÇÃO DO KIT DE ECLIPSES.

ASSUNTO	TIPOS DE ECLIPSES							PERÍODO					FASES RELACIONADAS COM O TIPO DE ECLIPSE														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
REPOSTAS CORRETAS	33	31	33	33	31	32	31	16	23	30	27	20	30	30	31	28	29	32	30	28	30	28	29	31	33	33	
REPOSTAS ERRADAS	0	2	0	0	2	1	2	17	10	3	6	13	3	3	2	5	4	1	3	5	3	5	4	2	0	0	
TOTAL DE ALUNOS PARTICIPANTES: 33																											
PERCENTUAL DE ACERTOS: 88,8%																											
PERCENTUAL DE ERROS: 11,2%																											

Comparando o percentual de acertos das sentenças da tabela 2 com a tabela 3 podemos perceber que houve uma evolução de 73,3% para 95,1%. Isso nos mostra que o kit de fases da Lua foi eficaz em elucidar possíveis conceitos errôneos em conhecimentos prévios existentes. Notamos também que o percentual de erros diminuiu de 26,7% para 4,9%.

Comparando o percentual de acertos das sentenças da tabela 4 com a tabela 5 notamos que também houve uma evolução de 62,2% para 88,8%, o que nos leva a concluir que o uso do material, ou seja, o kit de eclipses, mais uma vez, foi eficaz. O percentual de erros diminuiu de 37,8% para 11,2%.

Ao compararmos os resultados percebemos que o assunto de fases da Lua obteve a maior quantidade de repostas corretas e o menor percentual de erros em relação ao de eclipses.

Reafirmando o propósito da aula, que foi puramente expositiva, que é obter aprendizado significativo e proporcionar a inclusão atentando para o fato de que na aula não havia a participação de alunos cegos e baixa visão. Podemos concluir que os resultados obtidos e analisados acima para a proposta de aula apresentada foram, de fato, satisfatórios e que se houvessem alunos cegos participando de tal atividade ela não seria abordada de maneira diferente para os mesmos; Teríamos uma única aula para os dois públicos.

Abaixo segue o depoimento de quatro alunos que participaram da atividade proposta.

Aluno1: "Achei a aula instrutiva, porque nos esclareceu sobre temas importantes, como as fases da lua, os eclipses terrestres, solares e lunares. A aula foi bem aplicada, tendo espaço para dúvidas e exercícios para aplicar os conhecimentos adquiridos. Esses temas são interessantes porque são recorrentes não só academicamente, mas também no dia a dia, como em jornais televisivos, entre outros."

Aluno2: "A demonstração dos eclipses e fases da lua, mostrados em uma maquete em sala de aula, possibilitou o aprofundamento nos conhecimentos sobre tal assunto, ampliados ainda mais pelos questionamentos feitos. A apresentação e explicação do tema foi muito

bem sucedidas, esclarecendo todas as dúvidas existentes sobre astronomia.”

Aluno3: “A aula sobre a demonstração de eclipses solares, lunares e terrestres foi de grande ajuda ao meu aprendizado sobre astronomia, pois suas formações e definições eram até então desconhecidas para mim. O material utilizado era bem dinâmico e de fácil compreensão. A maquete permitia associar as posições das esferas que representavam os corpos celestes aos seus reais posicionamentos no espaço sideral. A junção da explicação do professor Leonardo com a maquete tornava o assunto fácil de ser entendido.”

Aluno4: “A apresentação sobre o assunto de eclipses e fases da lua em sala de aula com objetos bem demonstrativos e de fácil entendimento, possibilitou para que pudéssemos ter outro olhar sobre aquilo que antes era algo superficial, sendo também bem sucedido através da clareza e uma ótima explicação do professor. Com isso, temos conhecimentos básicos para debater sobre o assunto. ”

3.3 Aplicações do Trilho óptico e da maquete de Fases da Lua e Eclipses para alunos cegos e com baixa visão.

O kit foi aplicado no Colégio Pedro II, na unidade de São Cristovam no Rio de Janeiro, para alunos da 1ª série do ensino médio no núcleo de apoio portadores de necessidades especiais (NAPNE) em 17/06/2016. No total 5 alunos participaram da aula. Em uma sondagem inicial sobre os conhecimentos de óptica os alunos afirmaram que eram dispensados desse conteúdo e não sabiam responder o porquê eram dispensados. Afirmaram também que possuíam interesse em participar da aula pois queriam aprender sobre esses fenômenos.



Figura 72 - Conversa inicial com os alunos

A entrevista prévia com um dos participantes da aula segue abaixo e ela justifica por si só a necessidade da aplicação desse kit durante a aula, numa sala de ensino onde tenhamos alunos cegos, baixa visão e videntes.

Professor: “Por que a aula de óptica se tornou inviável?”

Aluno: “O professor ele é bom se precisar de ajuda e tal... a questão é que eu ficava meu perdido em sala, por mais que o professor tenha boa vontade. Ele atrasar... tipo não digo atrasar, dividir a turma, separar a turma, fazer tudo com a turma e depois vir me explicar, às vezes fica tudo inviável dentro de sala entendeu...”

Professor: “Então seriam duas aulas concomitantes acontecendo ao mesmo tempo, uma para o resto da sala e outra para você?”

Aluno: “Isso por aí...mais ou menos isso, porque o que acontece é que ele explica para a sala inteira no quadro, só que aí eu não vou enxergar o que ele tá explicando no quadro. Aí ele teria que vir até minha carteira ou

eu chegar até perto do quadro para ele fazer o desenho e me explicar algumas certas coisas entendeu ?”

Professor: “Se houvesse um esquema onde ele mostrasse a mesma coisa no quadro e para você ao mesmo tempo para todo mundo?”

Aluno: “É , então isso seria bem interessante, bem melhor.”

Após a conversa com os alunos iniciou-se a aula. A sequência didática adotada para configuração da maquete de óptica está de acordo com a seção 2.1.3 e a de fases da Lua e Eclipses segue a sequência 2.2.4. A explanação oral por parte do professor era acompanhada pelo tato dos alunos que iam, um a um, com a ajuda do professor tateando a maquete para cada situação. O registro fotográfico da aula segue abaixo.



Figura 73 - Demonstração dos feixes de luz



Figura 74 - Raio e feixes de luz



Figura 75 - Princípio da independência dos raios de luz



Figura 76 - Refração da luz



Figura 77 - Nomenclatura das lentes.



Figura 78 - Nomenclatura das lentes



Figura 79 - Comportamento óptico



Figura 80 - Comportamento óptico

Após o término da aplicação do kit de óptica seguimos para a maquete de fases da Lua e Eclipses. Seguindo o roteiro da seção 2.2.4. O registro fotográfico segue abaixo.



Figura 81 - Reconhecimento das esferas Sol, Terra e Lua



Figura 82 - Reconhecimento das esferas Sol, Terra e Lua



Figura 83 - Horários para um observador na Terra (6h, 12h, 18h e 0h)



Figura 84 - Fases da Lua



Figura 85 - Fases da Lua



Figura 86 - Fases da Lua



Figura 87 - Fases da Lua



Figura 88 - Eclipses

3.3.1 Análise dos resultados

A duração total da aplicação dos kits para os alunos foi de 150 minutos. Não ocorreu em tempos de aulas corridos pois os mesmos foram convidados a participar de tal atividade no contraturno. Não foi proposta uma avaliação ou atividade específica para os alunos participantes porque o intuito da aula era apresentar os kits como ferramenta de ensino. Em uma análise geral a aula proposta superou as expectativas dos alunos que entre uma informação e outra, elogiavam tal iniciativa e se perguntavam o por quê tal kit não era utilizado na sala de aula deles.

Dessa forma podemos concluir que os kits podem ser utilizados em uma sala de aula onde temos cegos e videntes e que ele proporcionaria uma maior interação dos alunos, visando a inclusão, onde o professor deixaria o quadro de lado e a aula seria unicamente utilizando as maquetes e dessa forma poderíamos eliminar o problema de termos duas aulas em uma só, uma para os videntes e outra para o alunos cegos.

A simplicidade da reprodução dos kits também é um fator importante no que diz respeito a iniciativa do educador procurar meios e métodos para o ensino de óptica e astronomia para tal inclusão.

Como análise dos efeitos da aplicação do kit sobre os alunos cegos e com baixa visão segue abaixo o relato de alguns deles após a aula.

Aluno 1: “Bem a experiência que eu tive aqui na análise desses materiais foi a seguinte: Esses materiais são táteis, eles nos dão uma noção básica do conceito do que óptica, eles...,ele pertence a um quadro, a todo um aparato de informações que a ótica destina aos usuários não videntes.E... através dessas miniaturas do sistema solar, através dessas miniaturas dos pontos de luz, dos tipos de movimento que a Terra realiza, enfim... nós podemos ter uma noção básica e isso poderia ser divulgado, fomentado para outras escolas. A experiência foi válida, sem dúvidas, e eu acho que deveriam patentear esses projetos e aplicá-los não só aqui no instituto, no Pedro II, mas em outros colégios da rede pública estadual ou até mesmo em graduações, universidades como UFRJ, enfim... que possuem alunos cegos que cursam Física que necessitam do apoio dos professores e dos respectivos materiais.”

Aluno 2: “Eu achei o material muito bom, muito acessível, não só...como a gente estava falando no início da aula que é um material que dá pro aluno...né?, ao mesmo tempo você está dando aula para os dois. Eu acho que com esse material não tinha necessidade do uso do quadro em sala de aula porque só com os materiais o aluno ele pode ver e a gente pode sentir o que você tá explicando.”

Aluno 3: “A minha impressão é que esse material é acessível para todos, para os videntes, para as pessoas que não enxergam, para os baixa visão em geral... esse material é muito importante para incluir os deficientes visuais ao convívio da sala de aula, ao convívio em geral. Eu achei isso muito legal, eu achei uma coisa, digamos fácil, assim... mas ninguém ainda tinha pensado nisso. Dou parabéns para vocês que pensaram nisso porque eu achei isso fácil, mas ninguém ainda teve a

cabeça de parar para imaginar, imaginar assim nosso ponto de vista das aulas e tal...saber como que a gente é na sala de aula, ninguém parou para imaginar e eu agradeço por vocês ter imaginado isso.”

O material, da forma como foi utilizado, proporcionou certificação didática e superou as expectativas segundo a prática e os relatos acima descritos. Por esse motivo constata-se que tal ferramenta tem grande potencial inclusivo uma vez que é de fácil reprodução e aplicação nas salas de aula da educação básica onde tenhamos alunos cegos,baixa visão e videntes.

Capítulo 4

Conclusão

O presente trabalho propõe novas alternativas didáticas para o ensino inclusivo de Óptica e Astronomia na Educação Básica. As Maquetes foram construídas com materiais de baixo custo e os roteiros para construção podem ser facilmente reproduzidos por qualquer educador que tenha o desejo de ensinar Óptica e Astronomia para alunos cegos, de baixa visão e videntes em uma sala comum, sem muitos recursos. Educadores esses que não receberam a formação devida e adequada para essa situação.

A pretensão inicial dos kits de óptica e astronomia era viabilizar uma maior compreensão da óptica geométrica, das fases da lua e eclipses por parte dos alunos com deficiência visual e facilitar o trabalho dos professores no que diz respeito a dinâmica da aula. Entretanto, pelo que foi realizado na aplicação dos kits, como descrevemos no capítulo 3, percebemos que as maquetes atingem o objetivo proposto. Com o uso dos kits de óptica e de astronomia podemos eliminar a questão de duas aulas em uma, ou seja, uma para os alunos videntes e outra para os alunos cegos. O professor pode utilizar os kits para introduzir os conceitos de óptica e astronomia. O tipo de atividade e a avaliação que pode ser desenvolvida com o uso das maquetes de óptica e astronomia ficam a critério e imaginação do professor que conduzirá a aula. Nesse trabalho apresentamos os kits de maneira geral em uma aplicação básica da introdução dos conceitos de óptica geométrica, refração, lentes, fases da lua e eclipses. Assim, de acordo com a relevância da experiência vivida na aplicação das maquetes, podemos concluir que esses aparatos simples constituem uma ferramenta de grande potencial no processo de ensino inclusivo, pois as mesmas possibilitarão uma maior interação entre os alunos videntes e os que possuem deficiência visual. Além disso, a facilidade de reprodução de tais maquetes por parte dos professores de todo país que atuam em escolas regulares as quais, na maioria dos casos, não possuem laboratório de óptica ou até mesmo aparelhos de projeção tornando o trabalho do professor ainda mais tradicional e restrito.

O produto educacional gerado foi idealizado por meio de experiências anteriormente vividas. Buscou-se durante todo o trabalho a simplicidade nas ações para que a viabilidade da reprodução não ficasse distante da realidade das salas de aulas e não fosse fictícia. A maior pretensão desejada com esse produto é que ele seja difundido pelas escolas e que seu domínio seja público a fim de que os alunos deficientes visuais, realmente, participem de uma educação inclusiva.

A exclusão dos alunos cegos e de baixa visão no processo de ensino existe, no âmbito da necessidade de aprender óptica ou não, e essa é uma barreira que deve ser quebrada. O presente trabalho, como outros já publicados, transpõe essa barreira; a da idéia de que os alunos cegos não precisam entender como a luz se propaga e seus fenômenos já que os mesmos não enxergam foi quebrada mais uma vez pela proposta didática apresentada. Portanto, o preconceito está nas ações, ou melhor, na falta de ação por parte de alguns educadores, devido a sua má ou incompleta formação, para não mudar tal quadro.

De acordo com o que propõe o MNPEF este trabalho é um relato da aplicação dos kits de óptica e astronomia para o ensino inclusivo na educação básica e ele em sua síntese é um produto. Uma ferramenta de grande potencial no que propõe inicialmente e pode vir a ser reproduzida por qualquer professor de Física em qualquer sala de aula do país.

Pretende-se dar continuidade a esse estudo em busca de aperfeiçoamento de tal produto com o uso dele durante as aulas ópticas e astronomia. Fazer adaptações necessária para que o produto se torne melhor, e abranja mais conteúdos de óptica e astronomia, será um dos objetivos posteriores a ser alcançado.

A experiência acadêmica e profissional que o desenvolvimento desse produto de óptica e astronomia proporcionou é sem precedentes para práticas pedagógicas vividas até agora.

Em linhas gerais concluímos que a prática inclusiva para o ensino inclusivo de óptica e astronomia com o uso dos kits propostos apresentou grande potencialidade, segundo as análises dos resultados e das práticas descritas, em sua aplicação nas turmas participantes das atividades. A experiência vivenciada pelos alunos videntes e deficientes foi ímpar. Portanto

esse trabalho é justificado e ficará de legado para que possa ser difundido não só entre os professores de Física que necessitam de tal apoio pedagógico em meio aos desafios diversos e diários a que estão submetidos mas também para os alunos sejam eles videntes, baixa visão ou cegos.

Apêndice A

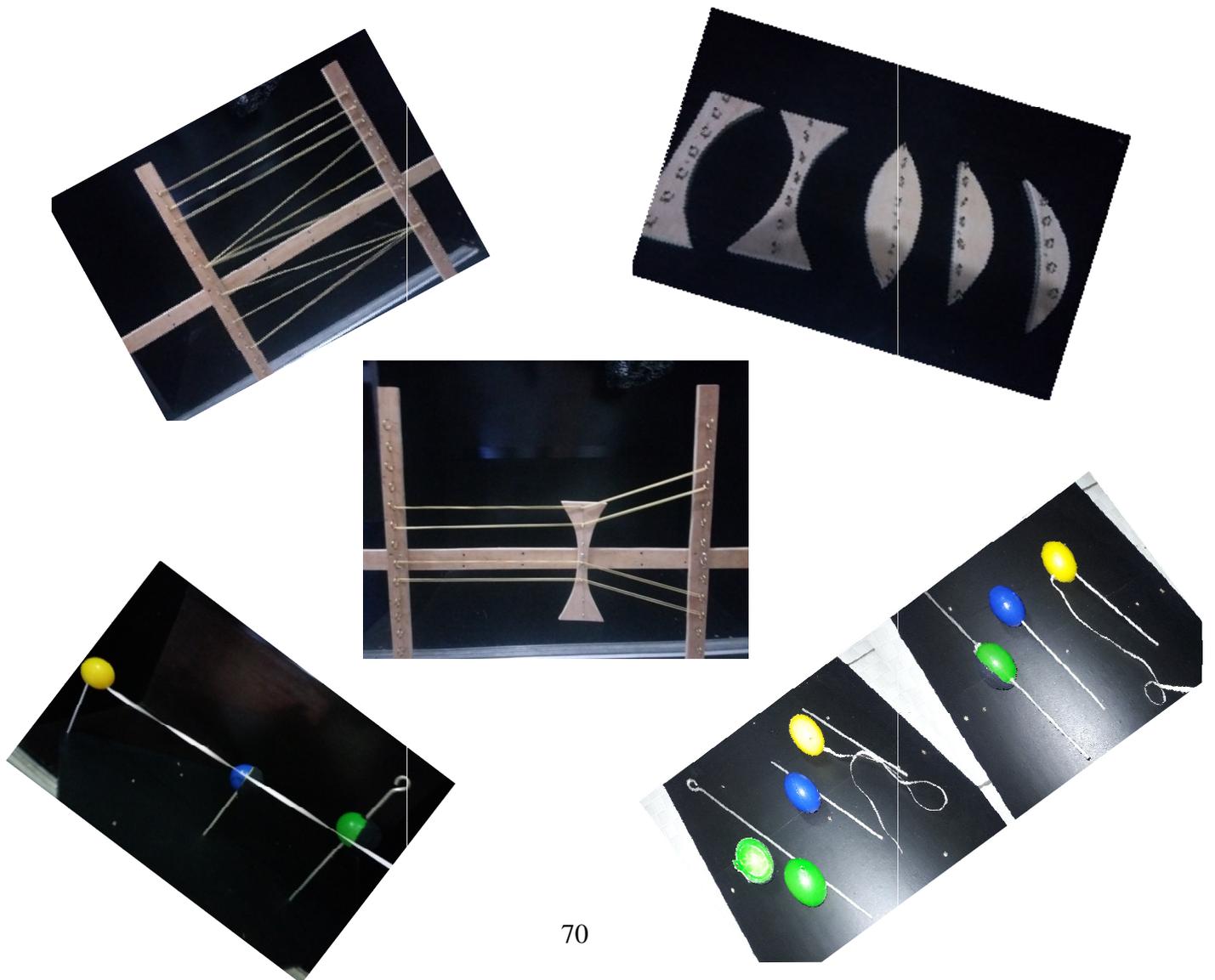
Produto Educacional

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



Produto Educacional para Professores: Roteiro de construção e configuração de maquetes para o Ensino Inclusivo de Óptica e Astronomia.

Autores: Leonardo de Areal Maximiano Roberto e Jaime Fernando Villas da Rocha.



Sumário

1-Roteiro para construção e montagem do trilho óptico.....	72
2-Sugestões de configurações do trilho óptico.....	75
3-Roteiro para construção e montagem da maquete para o ensino das fases da lua e dos Eclipses.....	80
4-Configurando a maquete para demonstração das fases da Lua.....	83
5-Configurando a maquete para demonstração dos Eclipses.....	89

1-Roteiro para construção e montagem do trilho óptico

Para facilitar a reprodução do kit, por qualquer educador, sua montagem foi dividida em passos com ilustrações.

Materiais utilizados:

- Uma barra de madeira de 1m de comprimento, três barras de 55 cm de comprimento, duas de 40cm, quatro de 30cm de comprimento, cada uma com 3 cm de espessura;
- Duas cantoneiras de madeira, no formato triangular(base 7cm e altura 7cm) para servir de mão francesa;
- Uma placa de madeira 50cmx50cm;
- Moldes em papel de lentes de borda fina e grossa;
- Elásticos;
- Parafusos;
- Pequenos ganchos;
- Porcas do tipo borboleta;
- Furadeira ,maquita e lixa para madeira;

Passo 1 :

Com a utilização da furadeira faça furos duplos verticais igualmente espaçados de 10 cm na barra de madeira de 1m, lixe para aparar as arestas.

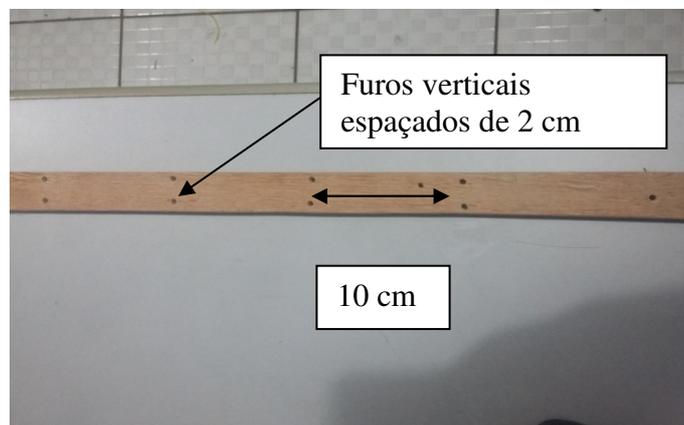


Figura 1: Trilho de madeira.

Passo 2 :

Com duas barras menores de madeira faça o suporte para a barra maior. Após isso prenda a barra maior no suporte com o auxílio do parafuso e da porca borboleta.

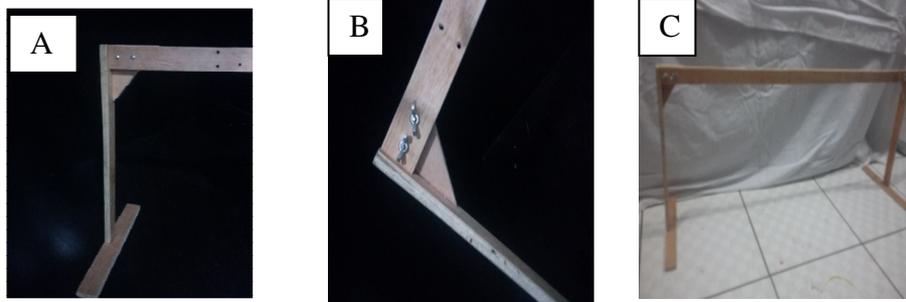


Figura 2: Trilho de madeira e suporte (mão francesa).

Passo 3 :

Na placa de madeira faça a marcação do formato das lentes e recorte com o auxílio de uma serra e fure-as em seu centro para que possam se encaixar no trilho de 1m, furos com espaçamento de 2 cm, lixe para aparar as arestas.

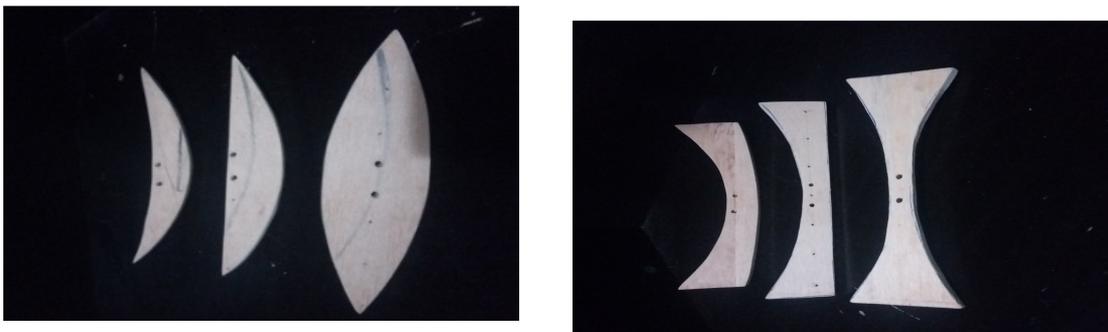


Figura 3: Molde das lentes.

Passo 4 :

Faça a fixação dos ganchos nas lentes, nas duas barras de 55 cm, os espaçamentos devem ser uniformes de 3 cm. Tanto nas lentes quanto nas barras devemos ter furos verticais em seus centros espaçados de



Figura 4: Fixação dos ganchos.

Passo 5 :

Faça a fixação das barras verticais no trilho com o auxílio de parafusos e das porcas borboletas. Assim o aparato está pronto para ser usado.



Figura 5: Estrutura final do trilho.

2-Sugestões de configurações do trilho óptico

Abaixo seguem imagens explicativas das sugestões de configurações do trilho óptico de acordo com a necessidade do professor que irá fazer uso do trilho em suas aulas.

1- Configuração da representação dos Feixes de luz.

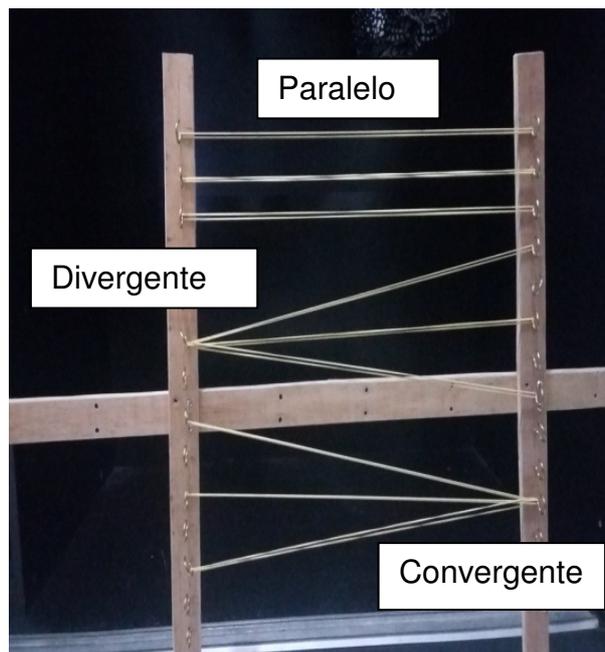


Figura 6.

2-Configuração para os princípios da Óptica geométrica.



Figura 7.



Figura 8.



Figura 9.



Figura 10.

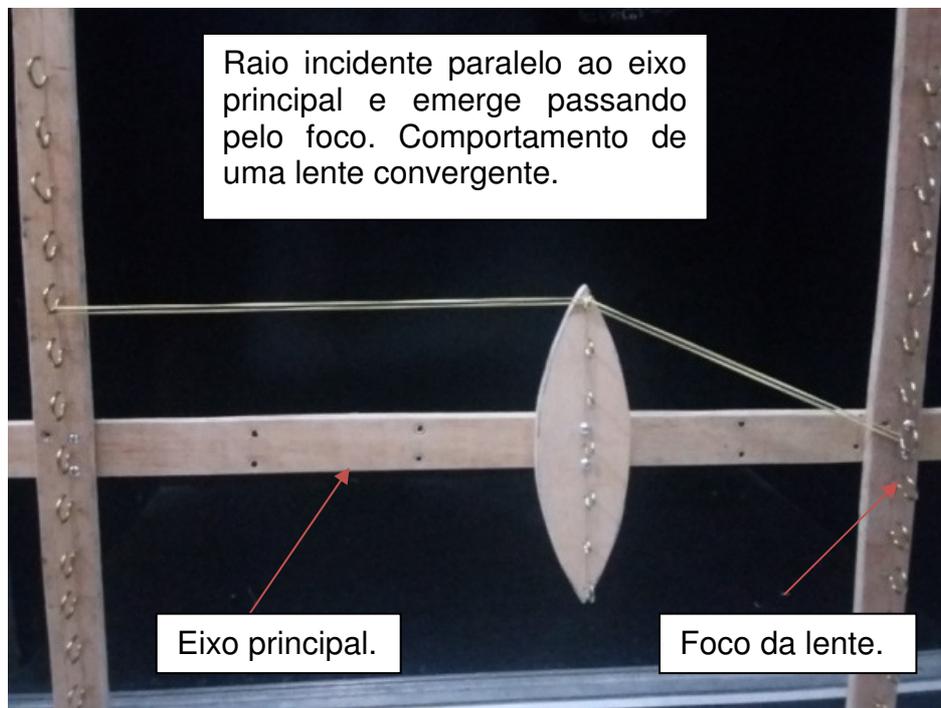


Figura 11.

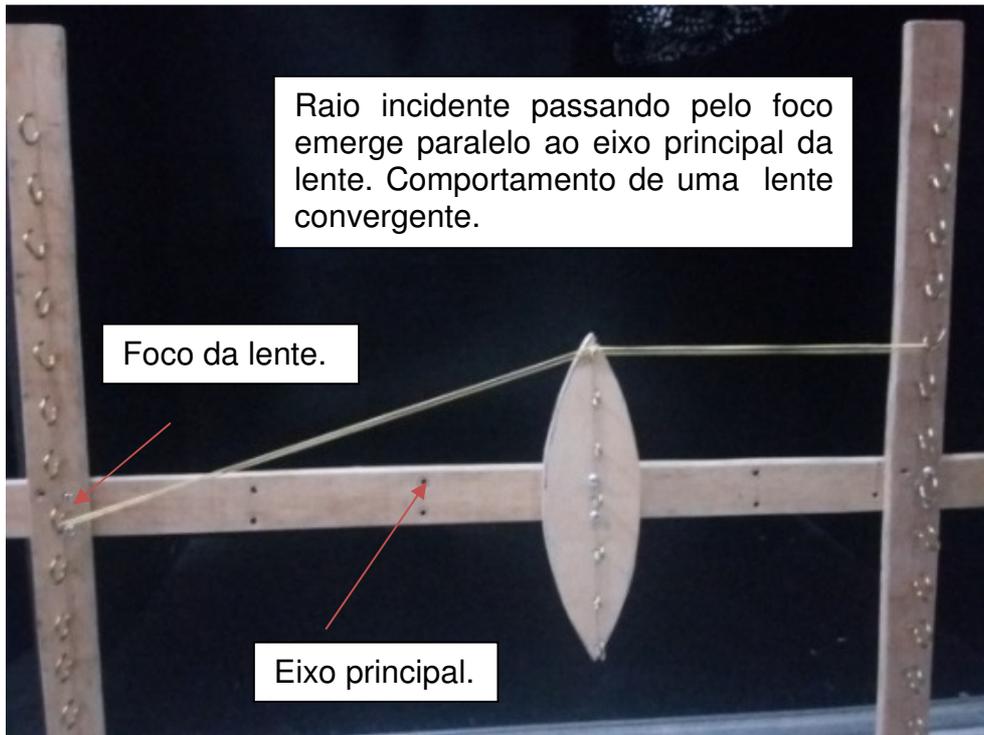


Figura 12.

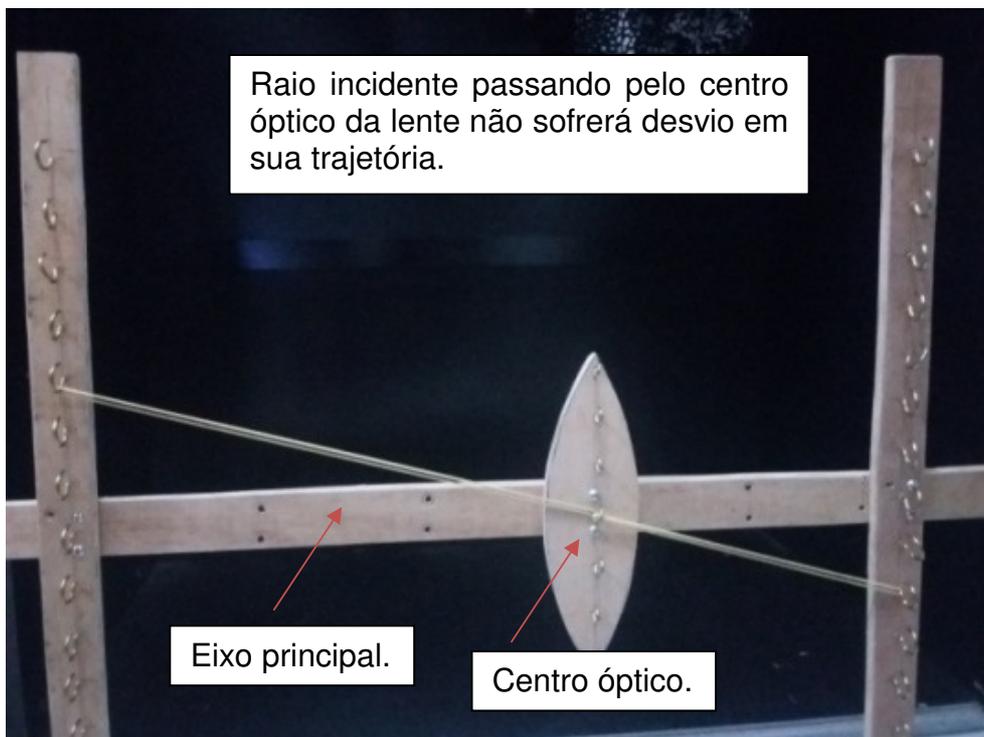


Figura 13.



Figura 14.

Com esse instrumento podemos descrever várias situações, como as descritas acima, no que diz respeito ao comportamento óptico da luz utilizando lentes, este trabalho ficaria muito extenso se registrássemos todas as configurações possíveis mas o intuito do trabalho não é esse. Nosso objetivo é dar um suporte didático para professores poderem tornar inclusivo o ensino de óptica em sua sala de aula. Vale ressaltar que esse instrumento pode ser utilizado também em sala de aula que temos alunos sem deficiência. As demais configurações ficam a critério das necessidades e imaginação do educador.

3-Roteiro para construção e montagem da maquete para o ensino das fases da Lua e dos Eclipses.

Para facilitar a reprodução do kit, por qualquer educador, sua montagem foi dividida em passos com ilustrações.

Os materiais utilizados para confecção do kit estão listados abaixo:

- Uma placa de madeira de 3 cm de espessura e de dimensões 60 cm x 60 cm;
- 5 Bolas de plástico, do tipo utilizadas em piscinas infantis de bolinhas;
- 2 hastes de metal de 40 cm de comprimento (2 no total);
- 1 folha de papel camurça;
- Elástico de 1 m de comprimento;
- Percevejos com a cabeça arredondada;
- Papel contact preto, 2m;
- Cola, furadeira, tesoura, lápis, estilete e lixa para madeira;

Passo 1: Preparando a placa de madeira.

- Cubra toda placa com papel contact preto;
- Encontre o centro da placa, faça uma marcação com um lápis, e fure com a furadeira. A broca utilizada deve ter a espessura das hastes utilizadas;



Figura 15: Placa de madeira.

- A partir do centro da placa trace 6 retas, à lápis, de 40 cm de comprimento maneira a formar um “asterisco” e faça um furo em cada extremidade da reta.

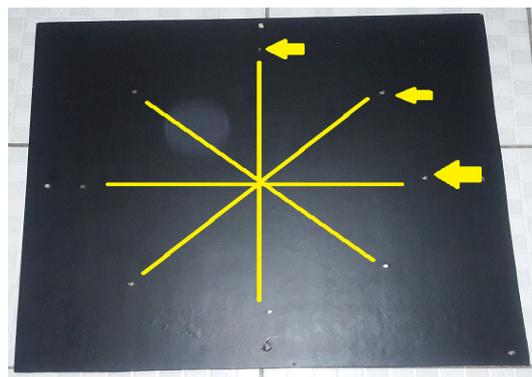


Figura16: As setas indicam que os furos devem ser feitos de maneira a ficarem simetricamente opostos.

- Escolha um dos cantos da placa e fazer o último furo;



Figura17: Furo no canto da placa.

-Finalizado o passo 1, a placa está pronta.

Passo 2: Esferas de plástico.

-Selecione uma das esferas; com o uso de um estilete recorte ela ao meio, cubra com papel camurça.



Figura18: Calota revestida de papel camurça.

- Corte uma nova bolinha de plástico, agora deixando um dente quadrado como mostra a figura 41 abaixo, cubra a parte externa com papel camurça.

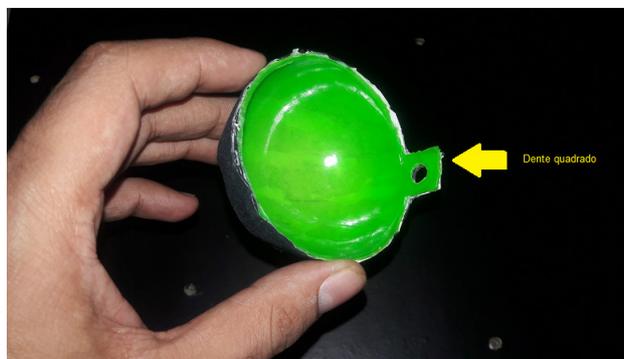


Figura 19: Calota com um dente revestida de papel camurça.

- Corte uma haste de metal ao meio para fazer os suportes das esferas que representaram a Terra e o Sol. Veja a figura 20.

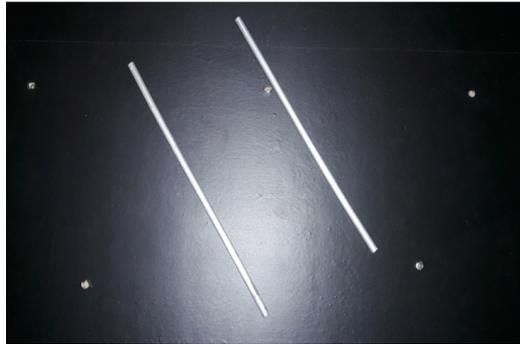


Figura 20: Hastes de metal.

- Esquente a ponta desta haste e fure as bolinhas de plástico. Veja a figura 21.

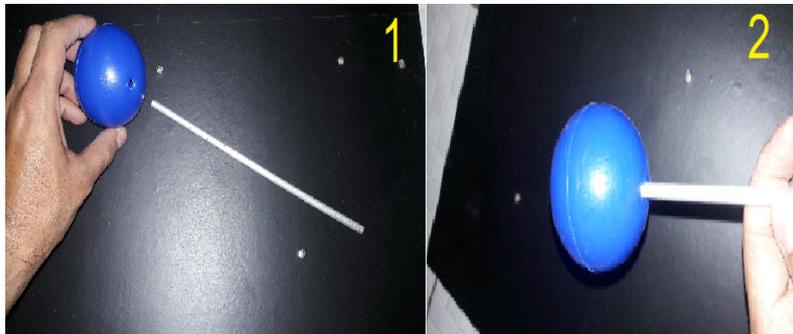


Figura 21: 1-Furo com a haste quente; 2-Encaixe da haste.

- Para a esfera que irá representar o Sol, antes de encaixar a haste, prenda o elástico no seu interior com o auxílio de um clipe. Esse elástico representará os raios de luz emitidos pelo Sol. Veja figura 22.

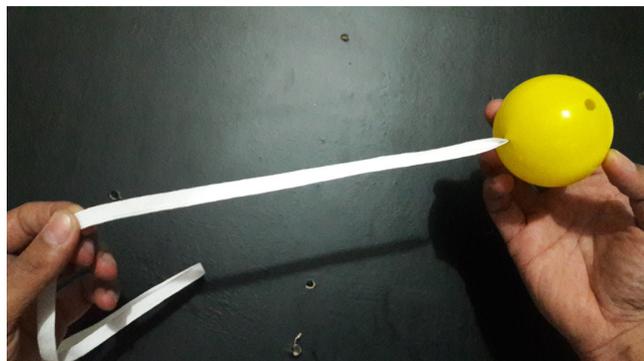


Figura 22: Esfera que representará o Sol encaixe do elástico.

- Use a haste restante para a esfera que representará a Lua. Com a haste faça um furo vazado nessa esfera, como mostra a figura 23 abaixo.

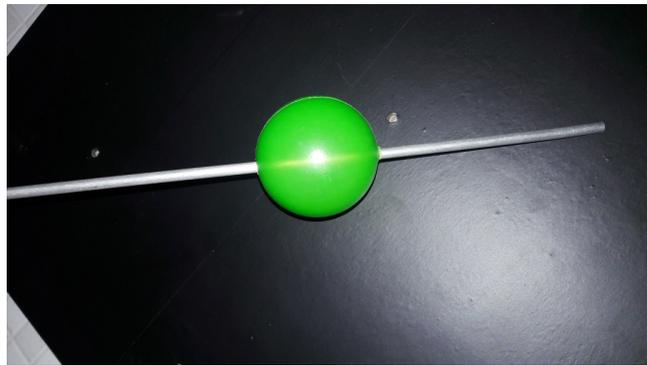


Figura 23: furo vazado na esfera.

- Após todas as esferas estarem furadas faça a montagem final inserindo as hastes e a meia calota com o dente, na haste da esfera da Lua, veja a figura 24. As esferas estão prontas para serem usadas.



Figura 24: Esferas prontas para serem usadas.



Figura 25: Esferas que representam a Lua, a Terra e o Sol.

4-Configurando a maquete para demonstração das fases da Lua

Montagem para Lua Nova. Para representar a Lua Nova devemos encaixar as esferas na placa nos lugares indicados na figura abaixo:

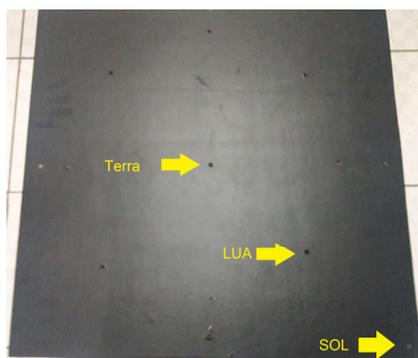


Figura 26: As setas indicam os locais em que as esferas devem ser encaixadas.



Figura 27: 1-Incidência da luz do Sol na Lua; 2- Incidência da luz do Sol na Terra; 3- Observador na Terra vendo a Lua em sua fase Nova; 4-Lua Nova.

Montagem para Lua Crescente. Para representar a Lua Crescente devemos encaixar as esferas na placa nos lugares indicados na figura 28.

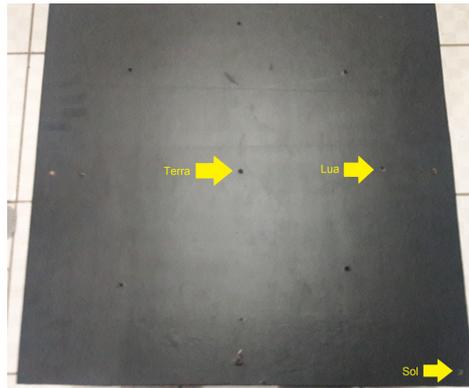


Figura 28: As setas indicam os locais em que as esferas devem ser encaixadas.



Figura 29: 1-Incidência da luz do Sol na Terra; 2-Incidência da luz do Sol na Lua; 3-Observador na Terra vendo a Lua em sua fase Crescente; 4- Lua Crescente.

Montagem para Lua Cheia. Para representar a Lua Cheia devemos encaixar as esferas na placa nos lugares indicados na figura abaixo:

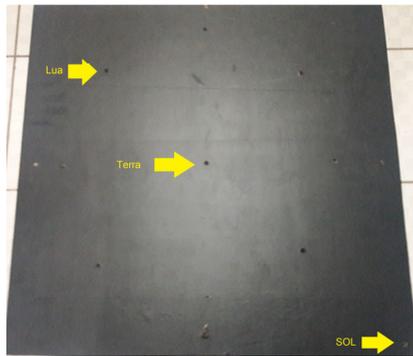


Figura 30: As setas indicam os locais em que as esferas devem ser encaixadas.



Figura 31: 1-Incidência da luz do Sol na Terra; 2-Incidência da luz do Sol na Lua; 3-Observador na Terra vendo a Lua em sua fase Cheia; 4-Lua Cheia.

Montagem para Lua Minguante. Para representar a Lua Minguante devemos encaixar as esferas na placa nos lugares indicados na figura abaixo:

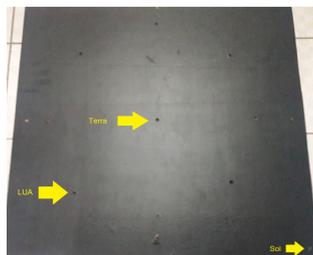


Figura 32: As setas indicam os locais em que as esferas devem ser encaixadas.

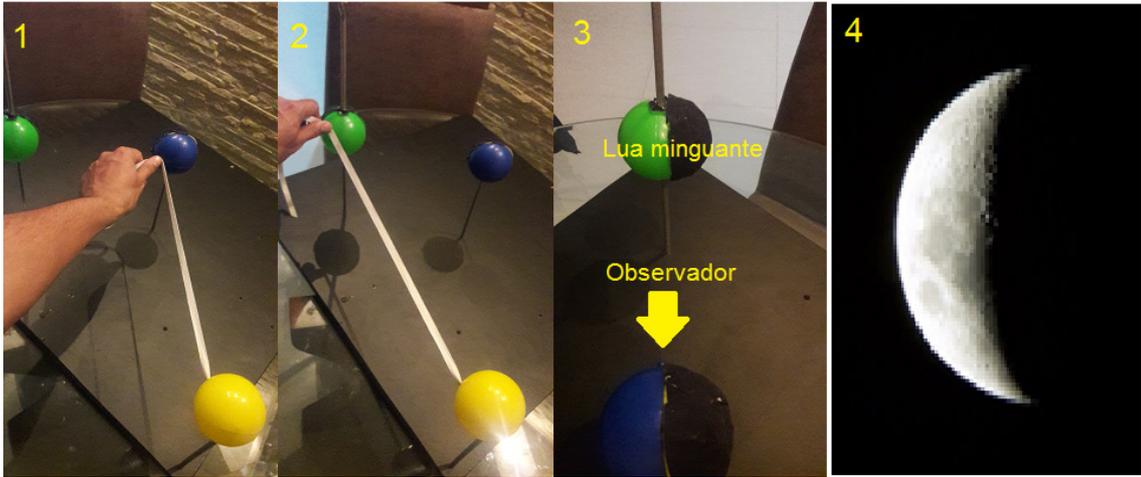


Figura 33:1-Incidência da luz do Sol na Terra;2-Incidência da luz do Sol na Lua;3-Observador na Terra vendo a Lua em sua fase Minguante;4-Lua Minguante.

5-Configurando a maquete para demonstração dos Eclipses

Montagem para o Eclipse Solar. Para representarmos o esquema do Eclipse Solar devemos encaixar as esferas nas seguintes posições como mostra a figura 34.

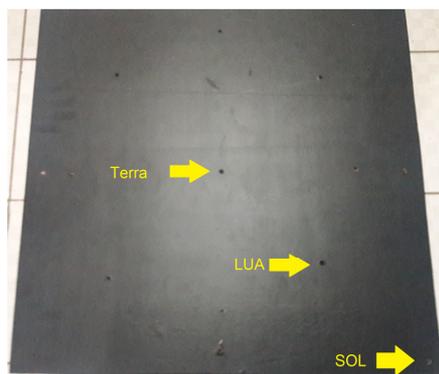


Figura 34: As setas indicam os locais em que as esferas devem ser encaixadas.

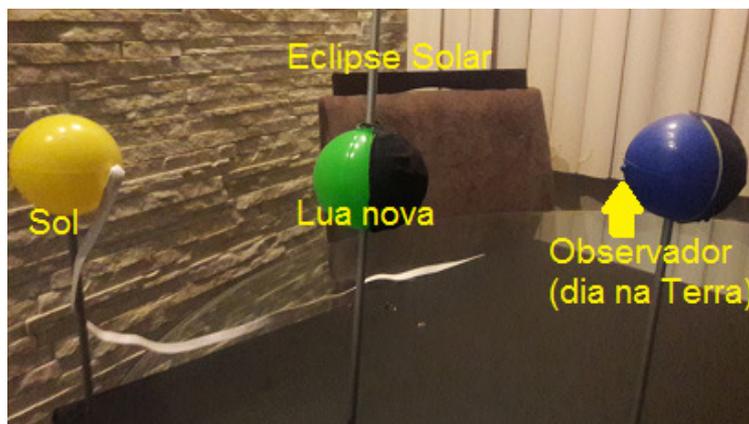


Figura 35: Esquema representando o Eclipse Solar para um observador na Terra.

Montagem para o Eclipse Lunar. Para representarmos o esquema do Eclipse Lunar devemos encaixar as esferas nas seguintes posições como mostra a figura abaixo:

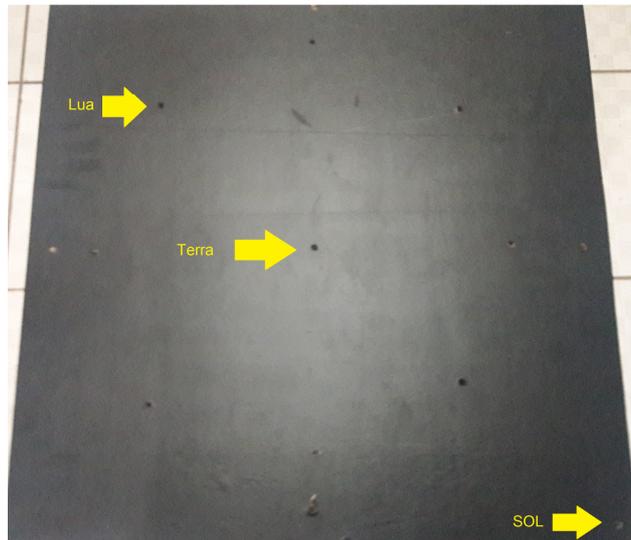


Figura 36: As setas indicam os locais em que as esferas devem ser encaixadas.



Figura 37: Esquema representando o Eclipse Lunar para um observador na Terra.

Dessa maneira temos os esquemas das fases da Lua e dos eclipses descritos pela o uso do kit de acordo com as orientações descritas.

Apêndice B

Situações-problema propostas aos alunos para a utilização do kit de óptica

Solidificando seus conhecimentos sobre o comportamento óptico

Montagem 1: A tabela abaixo mostra o índice de refração absoluto de alguns meios:

Meio material	Índice de refração (n)	Meio material	Índice de refração (n)
ar	1,000	Cr39	1,498
água	1,330	Vidro crown	1,523
glicerina	1,470	Vidro high lite	1,701
vidro	1,500 a 1,900	Policarbonato	1,590
diamante	2,420	Super high lite (lantânio)	1,800
acrílico	1,490	Hiper high lite (lantânio)	1,900

- a) Represente um raio de luz se refratando do ar para água, considere a incidência oblíqua.
- b) Represente um raio de luz se refratando do diamante para o acrílico, considere a incidência oblíqua.
- c) Represente um raio de luz se refratando do diamante para o acrílico, considere a incidência normal.

Montagem 2: Utilizando uma lente plana-convexa e considerando que ela está imersa no ar e portanto seu índice de refração é maior que o ar, represente o comportamento dos raios emergentes nas seguintes situações abaixo:

- a) Raio de luz incide paralelo ao eixo principal da lente.

b)Raio de luz incide no centro óptico da lente.

c)Raio de luz incide em direção ao foco da lente.

Montagem 3: Utilizando uma lente plana-côncava e considerando que ela está imersa no ar e portanto seu índice de refração é maior que o ar, represente o comportamento dos raios emergentes nas seguintes situações abaixo:

a)Raio de luz incide paralelo ao eixo principal da lente.

b)Raio de luz incide no centro óptico da lente.

c)Raio de luz incide em direção ao foco da lente.

Montagem 4: Utilizando uma lente biconvexa e considerando que ela está imersa no ar e portanto seu índice de refração é maior que o ar, represente o comportamento dos raios emergentes nas seguintes situações abaixo:

a)Raio de luz incide paralelo ao eixo principal da lente.

b)Raio de luz incide no centro óptico da lente.

c)Raio de luz incide em direção ao foco da lente.

Montagem 5: Utilizando uma lente bicôncava e considerando que ela está imersa no ar e portanto seu índice de refração é maior que o ar, represente o comportamento dos raios emergentes nas seguintes situações abaixo:

a)Raio de luz incide paralelo ao eixo principal da lente.

b)Raio de luz incide no centro óptico da lente.

c)Raio de luz incide em direção ao foco da lente.

Montagem 6: Utilizando uma lente biconvexa e considerando que ela é feita de vidro crown e está inserida em um meio de índice de refração maior do que o do vidro crown represente o comportamento de um feixe de luz emergente que incidiu de maneira paralela em em uma de suas faces.

Montagem 7: Utilizando uma lente bicôncava e considerando que ela é feita de vidro crown e está inserida em um meio de índice de refração maior do que o do vidro crown represente o comportamento de um feixe de luz emergente que incidiu de maneira paralela em em uma de suas faces.

Montagem 8: Associando uma lente biconvexa e outra bicôncava imersas no ar construa a trajetória de um feixe que incide paralelo na lente biconvexa e emerge na lente bicôncava.

Apêndice C

Questionário proposto aos alunos para a utilização do kit de fases da Lua e Eclipses

Testando os seus conhecimentos sobre fases da Lua.

Utilizando de seus conhecimentos prévios sobre fases da Lua julgue as sentenças abaixo com V para verdadeiro e F para Falsa.

Item	V	F	Sentenças
1			O Sol gira ao redor da Terra.
2			O Sol gira ao redor da Lua.
3			A Terra gira em torno da Lua.
4			A Terra gira em torno do Sol.
5			A Lua gira ao redor da Terra.
6			A Lua só pode ser vista durante o dia.
7			A Lua só pode ser vista durante a noite.
8			A Lua pode ser vista durante o dia e a noite.
9			A Lua dura 1 ano para dar uma volta em torno da Terra.
10			O Sol demora 1 ano para dar uma volta em torno da Lua.
11			A Lua demora 28 dias para dar uma volta completa em torno da Terra..
12			O Sol demora 1 dia e 1 noite para dar uma volta em torno da Terra.
13			Nenhum corpo celeste gira em torno do outro.
14			São quatro as fases principais da lua:Cheia,Nova ,Crescente e Minguante.
15			A Lua só tem quatro fases:Cheia,Nova,Quarto crescente e Quarto minguante.
16			A fase da Lua é a sua porção iluminada pela Terra que vemos em dado instante.
17			A Lua possui brilho próprio.
18			Na Lua nova não vemos nenhuma parte da porção iluminada da Lua.
19			Na Lua Cheia vemos toda porção iluminada da Lua.
20			Na Lua Crescente vemos toda a porção iluminada da Lua.
21			Na fase Minguante não vemos nenhuma parte da porção iluminada da Lua.
22			As fases da Lua são devidas as porções que vemos de seu brilho próprio.
23			Na Lua Cheia está no mais alto do céu à meia noite.
24			Lua Nova está no mais Alto do céu à meia noite.
25			Lua em Quarto Minguante está no mais alto do céu às 6h da manhã.
26			A Lua em Quarto crescente está no mais alto do céu às 18h da tarde.

Testando os seus conhecimentos sobre Eclipses.

Utilizando de seus conhecimentos prévios sobre eclipses julgue as sentenças abaixo com V para verdadeiro e F para Falsa.

Item	V	F	Sentenças
1			<i>Da Terra, observam-se três tipos de eclipses: o solar, o lunar e o terrestre.</i>
2			<i>Em astronomia, “eclipsar” significa um astro interceptar a luz de outro.</i>
3			<i>Só existe um tipo de eclipse: o lunar.</i>
4			<i>Da Terra, podem ser observados dois tipos de eclipses O solar e o lunar.</i>
5			<i>Ocorre eclipse solar quando há o alinhamento, nessa ordem, do Sol, da Lua e da Terra.</i>
6			<i>Ocorre eclipse lunar quando há o alinhamento, nessa ordem, da Lua, do Sol e da Terra.</i>
7			<i>Ocorre eclipse terrestre quando há o alinhamento, nesta ordem da Terra, do Sol e da Lua</i>
8			<i>O período das fases é igual ao período da Lua ao redor da Terra</i>
9			<i>Como a Terra gira ao redor do Sol, o período das fase é diferente do período da Lua ao redor da Terra</i>
10			<i>Um dia no Sol dura igual ao dia da Lua</i>
11			<i>Um dia na Lua dura igual ao dia na Terra</i>
12			<i>Um dia na Lua dura igual ao período das suas fases</i>
13			<i>A cada Lua Cheia acontece um eclipse lunar</i>
14			<i>Quando é Lua Cheia, pode acontecer um eclipse solar</i>
15			<i>Quando é Lua Nova, pode acontecer um eclipse solar</i>
16			<i>Um eclipse terrestre acontece no Quarto Crescente</i>
17			<i>Quando é Quarto Minguante, pode acontecer um eclipse terrestre</i>
18			<i>Quando acontece um Eclipse Solar pode acontecer um Eclipse Lunar cerca de 14 dias depois</i>
19			<i>Quando acontece um Eclipse Solar, pode acontecer outro Eclipse Solar cerca de 14 dias depois</i>
20			<i>Quando é Lua Cheia na Terra “Terra Nova” na Lua</i>
21			<i>Quando é Lua Cheia na Terra é também “Terra Cheia” na Lua</i>
22			<i>Quando é Lua Minguante na Terra é “Terra Crescente” na Lua</i>
23			<i>Quando acontece um eclipse na Terra, também um eclipse pode ser observado na Lua</i>
24			<i>Quando acontece um eclipse solar na Terra, na Lua acontece um Eclipse terrestre</i>
25			<i>Eclipse Solar na Lua acontece na fase de Lua Cheia</i>
26			<i>Eclipse Solar na Lua acontece na Lua Nova</i>

Referência Bibliográfica

Brasil, Lei n. 9.394, de 20/12/1996: Fixa diretrizes e bases da educação nacional.

Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, n. 248, 23/12/1996.

CAMARGO, E. P.; NARDI, R. Dificuldades e alternativas encontradas por licenciandos para o planejamento de atividades de ensino de óptica para alunos com deficiência visual. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 1, p. 115-126, 2007.

CAMARGO, E. P. O Ensino de Física a alunos cegos ou com baixa visão. *Física na Escola*, v. 8, n.o 1, 2007.

CAMARGO, E. P.; NARDI, R O emprego de linguagens acessíveis para alunos com deficiência visual em aulas de óptica. *Revista Brasileira de Educação Especial, Marília, v.14, n.3, p.405-4262008*, 2008.

ALMEIDA E. F. ; BARRETO R. R. et al Ensino de Óptica a deficientes visuais: uma alternativa lúdica de inclusão. *XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF – Manaus, Amazonas* 2011.

VYGOTSKY, L. S. Los problemas fundamentales de La defectología contemporánea. *Obras Escogidas V: Fundamentos de defectología (p.11-40)*.Madrid: Visor, 1997.

COZENDEY, S.G; et al Modelo experimental para o ensino das fases da lua aos indivíduos com e sem deficiência visual. *XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF – Manaus, Amazonas* , 2011.

SIQUEIRA, K. D. ; LANGHI, R. Um estudo exploratório de pesquisas brasileiras sobre educação em Astronomia para deficientes visuais. *XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF – Manaus, Amazonas*, 2011.

DOMINICI T. P. ; et al Atividades de identificação do céu adaptadas às pessoas com deficiência visual. *Revista brasileira de ensino de Física, v. 30, n. 4, 4501,2008.*

COSTA, L. G. ; et al O ensino de Física para deficientes visuais a partir de uma perspectiva fenomenológica. *Ciência E Educação*, v.12,n.2,p 143-153,2006.

ALMEIDA, E. F. ; et al Ensino de óptica a deficientes visuais:Uma alternativa lúdica de inclusão. *XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF – Manaus, Amazonas* 2011.

CAMARGO, E. P. ; et al Ensino de Física para alunos com deficiência visual: panorama das pesquisas apresentadas nos principais encontros e revistas da área a partir do ano 2000. *XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF – Manaus, Amazonas* 2011.

BERNARDES, A. O.; et al Recursos táteis para o ensino de Astronomia para deficientes visuais em turmas inclusivas. *Disponível em : <http://www.clubedeastronomia.zip.net> acessado em 07/02/2015.*

SOUZA, V. F. M. ; et al Reflexões sobre o ensino de Física para alunos com deficiências visuais.Revista “Educação Especial”, n. 32,p. 247-256,2008, Santa Maria.

LANGHI, R; et al Contribuições de Vygotsky no ensino de Astronomia para deficientes visuais.*I Simpósio nacional de educação em Astronomia, Rio de Janeiro* 2011.

CAMARGO, E. Considerações sobre o ensino de Física para deficientes visuais de acordo com uma abordagem sócio-interacionista. *III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Atibaia, 2001. Anais do III Enpec.*

ALVES, F; NARDI, R; NISHISAKI, P. Percepções de alunos com deficiência visual acerca de um curso de Física. *IV Congresso Brasileiro de Educação Especial e VI Encontro Nacional dos Pesquisadores da Educação Especial. São Carlos, SP, 2-5 nov. 2010, p. 4.799- 4.812.*

DUARTE, Maria Lúcia Batezat, O Desenho como elemento de cognição e comunicação: ensinando crianças cegas. *27ª Reunião Anual da ANPEd, 2004, Caxambu, MG. Anais da 27ª Reunião Anual da ANPEd, 2004. p. 1-17.*

GRAF- Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. *Física 2: Física Térmica/óptica 5 ed. São Paulo: EDUSP, 2002.*

PRIOSTE, C. D. Diversidade e adversidades na escola: queixas de professores frente à educação inclusiva. *An 6 Col. LEPSI IP/FE-USP 2007*.

YOUNG, HUNG D, FREEDMAN, ROGER A. SEARS E ZEMANSKY *física IV: ótica e física moderna. 10 ed. São Paulo: Pearson, 2004.*

