

## Experimentos práticos e didáticos de baixo custo para o ensino de óptica: reflexão, refração e espelhos planos

### Low-cost practical and didactic experiments for teaching optics: reflection, refraction and flat mirrors

Lucas Lourenço Barbosa Gonçalves<sup>1</sup>, Clóves Gonçalves Rodrigues<sup>1\*</sup>

---

#### RESUMO

A utilização da experimentação no ensino de física desempenha um papel importante para se alcançar uma aprendizagem significativa, sendo uma ferramenta didática de ensino capaz de proporcionar a união entre teoria e prática. A experimentação faz com que os alunos não permaneçam somente no mundo da teoria, possibilitando estabelecer a relação entre ambos: teoria-prática. Assim, independente da escola dispor de um laboratório, o professor pode fazer uso de materiais de baixo custo e/ou de materiais recicláveis e de fácil acesso, sempre que houver possibilidade de desenvolver um contexto experimental referente aos conteúdos ministrados na disciplina. Nesta perspectiva, nesse artigo foram propostos experimentos didáticos com materiais de fácil acesso e de baixo custo, atribuindo ênfase aos conceitos estabelecidos da óptica geométrica, tendo como principal objetivo auxiliar professores e estudantes no processo de ensino-aprendizagem.

**Palavras-chave:** Experimentos de Baixo Custo; Experimentos de Óptica; Experimentos Didáticos; Ensino de Física; Reflexão e Refração;

---

#### ABSTRACT

The use of experimentation in physics teaching plays an important role in achieving meaningful learning, being a didactic teaching tool capable of providing a union between theory and practice. Experimentation makes students not only remain in the world of theory, making it possible to establish the relationship between both: theory-practice. Thus, regardless of whether the school has a laboratory, the teacher can make use of low-cost, recyclable and easily accessible materials, whenever there is a possibility of developing an experimental context regarding the contents taught in the discipline. In this perspective, in this article, didactic experiments were proposed with easily accessible and low-cost materials, emphasizing the established concepts of geometric optics, with the main objective of helping teachers and students in the teaching-learning process.

**Keywords:** Low Cost Experiments; Optics Experiments; Didactic Experiments; Reflection and Refraction.

---

---

<sup>1</sup> Pontifícia Universidade Católica de Goiás.

\*E-mail: cloves@pucgoias.edu.br

## INTRODUÇÃO

Desde a antiguidade, o homem busca explicar e compreender os fenômenos presentes no mundo, e neste sentido destaca-se a Física. A Física é uma ciência que estuda os fenômenos da natureza, sendo capaz de explicar desde acontecimentos corriqueiros do dia a dia até a compreensão do funcionamento de sistemas biológicos, astronômicos, quânticos, complexos, nanométricos, etc. Assim, a Física abrange uma gama de conteúdos, os quais são indispensáveis para o desenvolvimento científico e humano.

O ensino de física e de ciências no ensino médio e no fundamental 2, geralmente é ministrado somente com a apresentação de conceitos teóricos sem a realização de práticas experimentais e de laboratório. Em geral, segue o modelo de ensino tradicional, enfatizando a memorização de leis e de cálculos matemáticos, com exercícios teóricos, focando apenas na abstração e resolução de problemas. Sem estabelecer relações com o cotidiano dos alunos, tal método de ensino acaba se configurando no que se pode chamar de aulas “monótonas”, gerando falta de interesse por parte dos alunos e se distanciando de uma aprendizagem significativa. Segundo Moreira (2018):

“O resultado desse ensino é que os alunos, em vez de desenvolverem uma predisposição para aprender Física, como seria esperado para uma aprendizagem significativa, geram uma indisposição tão forte que chegam a dizer, metaforicamente, que “odeiam” a Física.” (MOREIRA, 2018, p. 73).

No entanto, pode-se optar por diversas maneiras de se ensinar uma determinada disciplina. Sendo assim, fica evidente a necessidade de estratégias eficientes que possibilitem que o conteúdo ministrado se aproxime da realidade vivenciada pelo aluno, favorecendo a compreensão de conceitos físicos, a reflexão crítica e a dinamização do ensino, tornando-o interessante e divertido, podendo resultar em uma aprendizagem mais efetiva. Uma dessas estratégias pode ser a aplicação de práticas experimentais em sala de aula (BISPO, 2020), (MARTINS, 2022), (SANTOS, 2022). Segundo Guimarães (2009):

“No ensino de ciência, a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamento de investigação. Nesta perspectiva, o conteúdo a ser trabalhado caracteriza-se como resposta aos questionamentos feitos pelos educandos durante a interação com o contexto criado. No entanto, essa metodologia não deve ser pautada nas aulas experimentais do tipo “receita de bolo”, em

que os aprendizes recebem o roteiro para seguir e devem obter resultados que o professor espera tampouco apetecer que o conhecimento seja constituído pela mera observação. Fazer ciência, no campo científico, não é aleatório. Ao ensinar ciência, no âmbito escolar, deve-se também levar em consideração que toda observação não é feita num vazio conceitual, mas a partir de um corpo teórico que orienta a observação.” (GUIMARÃES, 2009, p. 198).

A disciplina de física é composta por uma demasiada gama de conteúdos que ao longo das épocas foram repassados e aprimorados, surgindo novos questionamentos e descobertas. Tudo isto nos remete a importância de se estudar física, não só por proporcionar a compreensão do mundo, mas por todos os avanços tecnológicos obtidos com ela, os quais são úteis para melhorar a qualidade de vida do ser humano. Uma importante área de estudo da física é a dos fenômenos luminosos. O estudo dos fenômenos luminosos é denominado de óptica.

A óptica é a área da Física responsável por estudar os fenômenos da interação da luz com a matéria e possui uma vasta aplicabilidade. Algumas dessas aplicações, bastante conhecidas, são: espelhos, óculos, lentes, lasers, sensores, etc. Neste sentido podemos citar a aplicação destes no auxílio do estudo em outras áreas, como é o caso do microscópio utilizado para estudar micro-organismos e do telescópio usado para a observação de objetos astronômicos (BORGES, 2022). No campo da medicina a óptica permitiu grandes avanços como, por exemplo, o de diagnosticar e tratar o câncer (BAGNATO, 2015).

Este trabalho detém como principal objetivo a criação de experimentos didáticos no campo da óptica para aplicação em sala de aula, a fim de auxiliar professores e estudantes no processo de ensino-aprendizagem. Para tanto, foram propostos experimentos didáticos utilizando materiais de baixo custo e de fácil acesso atribuindo ênfase aos conceitos estabelecidos da óptica geométrica. A construção e utilização destes aparatos experimentais de baixo custo podem implicar numa melhor compreensão dos conceitos físicos envolvidos no fenômeno. A seguir apresentam-se estes experimentos propostos.

## **EXPERIMENTO 1: ÂNGULOS DE INCIDÊNCIA E REFLEXÃO**

### **Objetivos**

Mostrar que os ângulos de incidência e reflexão, no mesmo meio, são iguais.  
Visualizar a trajetória retilínea dos raios luminosos.

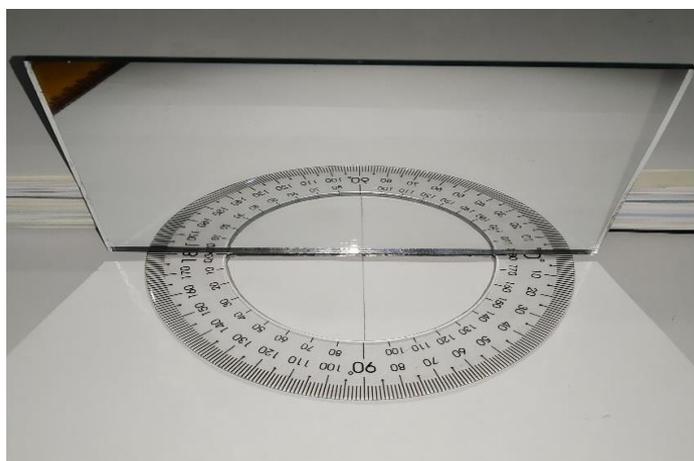
## Materiais Utilizados

Espelho (14 cm × 9 cm); transferidor; lápis; dois ou três livros (ou outro material para servir de apoio); folha de papel (tipo A4); laser (pode ser um laser de apontadores e canetas); mesa para apoio.

## Procedimentos de Construção

- a) Coloque a folha de papel sobre uma mesa e um transferidor sobre a folha de papel, Figura 1.
- b) Em seguida pegue os livros, posicione em cima do transferidor bem perpendicular ao centro e no início da contagem dos ângulos.
- c) Pegue o espelho e coloque sobre o transferidor deixando a parte espelhada para fora. Apoie o espelho nos livros, Figura 1.
- d) Cuide para que o espelho fique reto em relação ao início da contagem dos ângulos. Se necessário ajuste os livros de apoio.
- e) Com o lápis, faça uma reta no papel do ângulo de  $90^\circ$  até o espelho. O equipamento montado deve ficar como mostra a Figura 1.

**Figura 1** – Espelho posicionado sobre o transferidor e papel

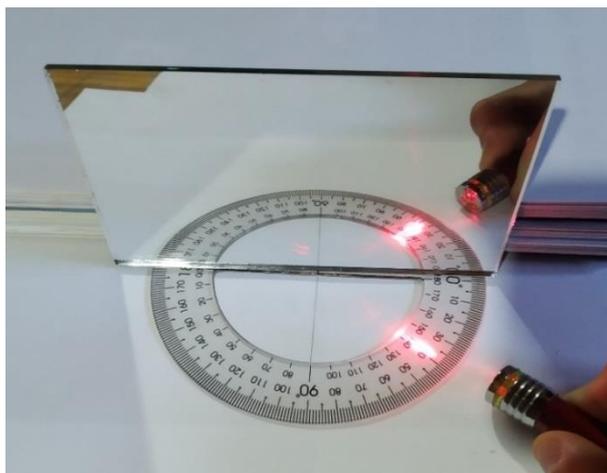


Fonte: os autores

## Procedimento Experimental

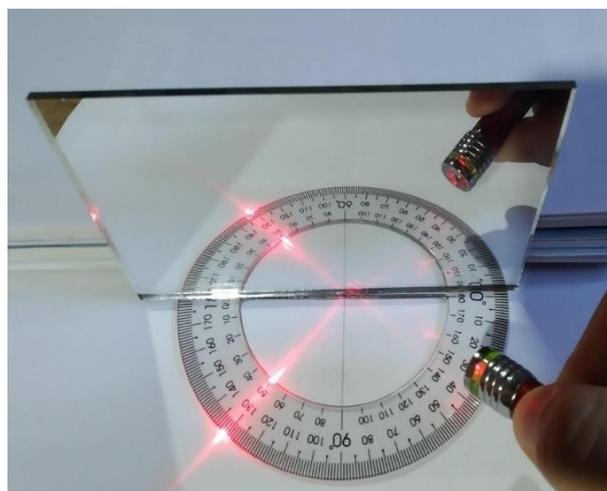
- a) Utilizando o laser, incida o feixe de luz na direção do espelho, partindo do lado direito da reta que passa pelo centro do transferidor, Figura 2.
- b) Observe que o raio de luz é refletido pelo espelho. Posicionando o laser em um ângulo e incidindo o feixe de luz do laser no espelho obtém-se o ângulo de reflexão, como mostra a Figura 3.

**Figura 2** – Posicionamento do feixe de luz



Fonte: os autores

**Figura 3** – Feixe de luz sendo refletido



Fonte: os autores

- c) Para determinar o valor dos ângulos de incidência e reflexão, conte no transferidor a partir da reta traçada a lápis considerada como a reta normal.
- d) Varie o ângulo de incidência e verifique que o ângulo de incidência e reflexão são sempre iguais.

## **EXPERIMENTO 2 : ÂNGULOS DE INCIDÊNCIA E REFLEXÃO**

### **Objetivo**

Demonstrar experimentalmente que os ângulos de incidência e reflexão são iguais no mesmo meio.

## Materiais Utilizados

Espelho retangular (6 cm × 18 cm); placa de isopor (14 cm × 18 cm); quatro alfinetes; compasso; transferidor; folha de papel A4 (ou similar); cola; régua; tesoura.

## Procedimentos de Construção

a) Com a ponta metálica do compasso, risque uma linha no meio da parte de trás do espelho, no sentido da largura, de modo a tirar a camada espelhada. O resultado deve ficar como ilustra a Figura 4.

**Figura 4** – Risco central no sentido da largura do espelho



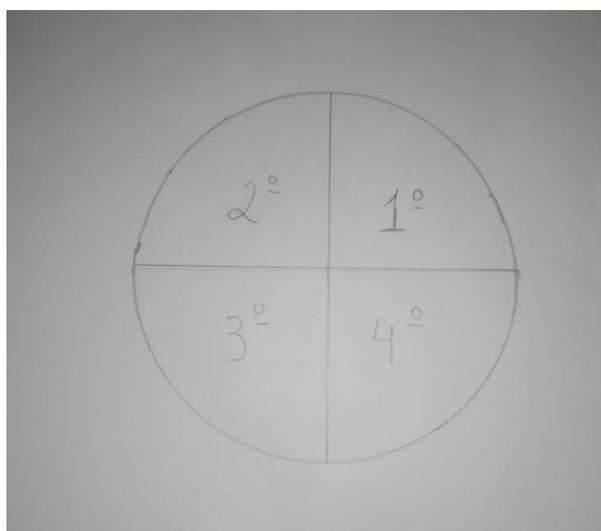
Fonte: os autores

b) Na folha de papel, faça um retângulo de aproximadamente 10 cm de largura e 14 cm de comprimento.

c) Com a tesoura, recorte o retângulo.

d) Trace um círculo de 8 cm de diâmetro no retângulo da etapa anterior. Em seguida desenhe dois diâmetros perpendiculares entre si, Figura 5.

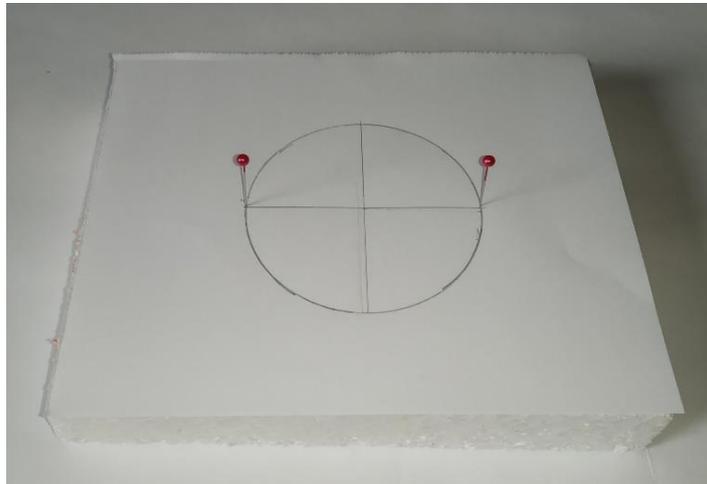
**Figura 5** – Circunferência com dois diâmetros perpendiculares entre si e os quatro quadrantes



Fonte: os autores

- e) Cole o retângulo na placa de isopor e espere a cola secar.
- f) Finque dois alfinetes em cada extremidade do diâmetro da circunferência, conforme mostra a Figura 6.

**Figura 6** – Alfinetes posicionados no diâmetro.

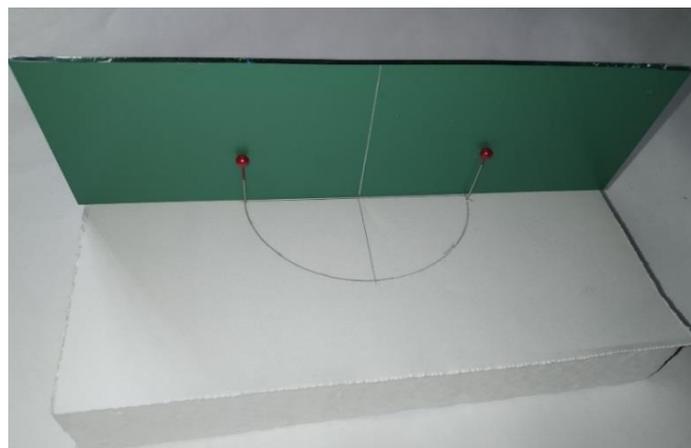


Fonte: os autores.

### Procedimento Experimental

- a) Coloque o espelho de modo que a parte de trás do mesmo coincida com o diâmetro onde foram posicionados os dois alfinetes que serviram como apoio do espelho, conforme ilustra a Figura 7.

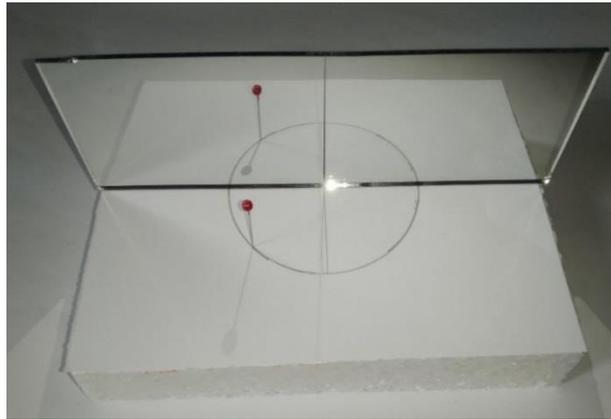
**Figura 7** – Espelho apoiado pelos alfinetes



Fonte: os autores

- b) Observe que com o espelho apoiado e posicionado conforme a etapa anterior, o risco central do espelho deve coincidir com o centro do círculo.
- c) Finque um alfinete perpendicular na circunferência no terceiro quadrante como mostrado na Figura 8.

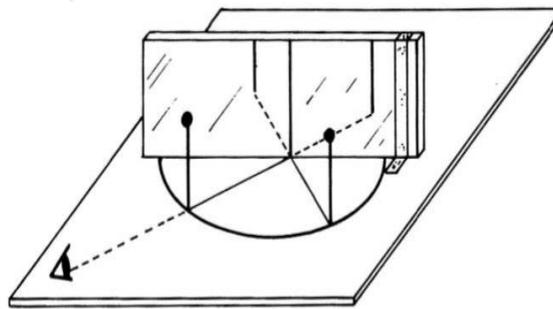
**Figura 8** – Alfinete posicionado no terceiro quadrante da circunferência



Fonte: os autores

d) Segure outro alfinete e olhe conforme indicado na Figura 9. Vá correndo o alfinete pela circunferência no mesmo quadrante.

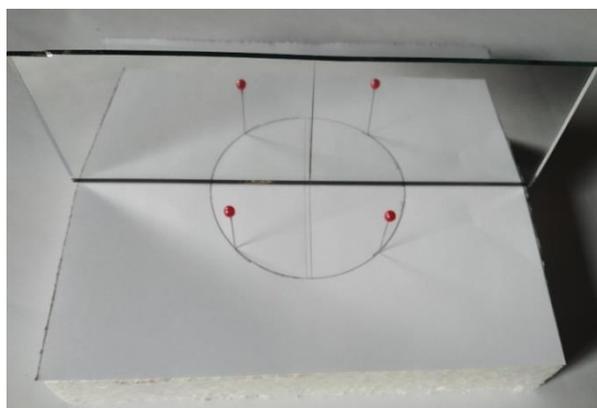
**Figura 9** – Posição indicada



Fonte: os autores

e) No momento que você enxergar em linha reta a imagem do primeiro alfinete, o risco do espelho e o alfinete que tem na mão, finque o alfinete tomando o cuidado para que fique na circunferência e bem vertical, Figura 10.

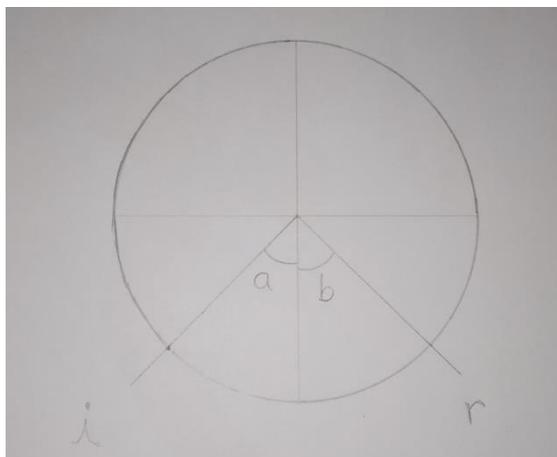
**Figura 10** – Segundo alfinete alinhado



Fonte: os autores

f) Retire o espelho e os alfinetes. Trace os dois raios que unem o centro da circunferência com os furos dos alfinetes. Veja o resultado na Figura 11.

**Figura 11** – Raios traçados até o centro



Fonte: os autores

- g) Meça com o transferidor os dois ângulos resultantes  $a$  e  $b$ .
- h) Observe que os dois ângulos resultantes,  $a$  e  $b$ , são iguais. Assim, comprova-se que um raio incidente e um raio refletido no mesmo meio possuem ângulos iguais.

### **EXPERIMENTO 3: ESPELHOS EM ÂNGULO**

#### **Objetivo**

Mostrar experimentalmente que associando dois espelhos planos é possível observar a formação de várias imagens. Mostrar que a quantidade de imagens formadas depende do ângulo entre os espelhos.

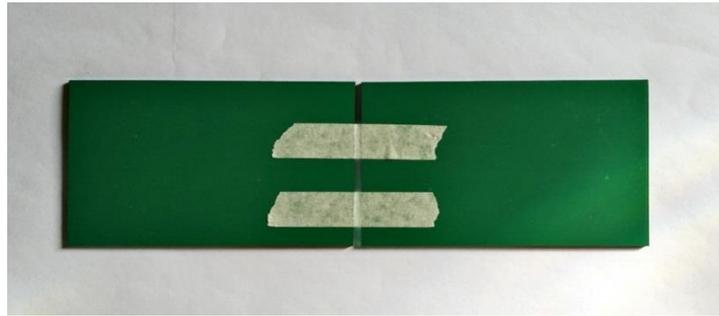
#### **Materiais Utilizados**

Dois espelhos planos (14 cm × 9 cm); caneta; transferidor; fita adesiva; folha de papel A4 branca; mesa para apoio.

#### **Procedimentos de Construção**

Cole os espelhos com uma fita adesiva na posição da largura (9 cm), Figura 12.

**Figura 12** – Espelhos colados com fita adesiva

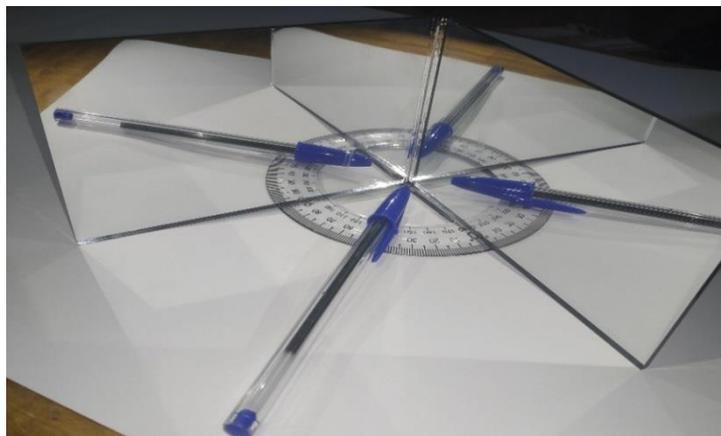


Fonte: os autores

### Procedimento Experimental

- a) Coloque a folha de papel sobre a mesa.
- b) Em seguida, com o auxílio do transferidor, posicione os espelhos sobre o papel, formando entre si um ângulo de  $90^\circ$ , Figura 13.
- c) Coloque a caneta entre os dois espelhos.
- d) Observe a formação das imagens nos espelhos, Figura 13.

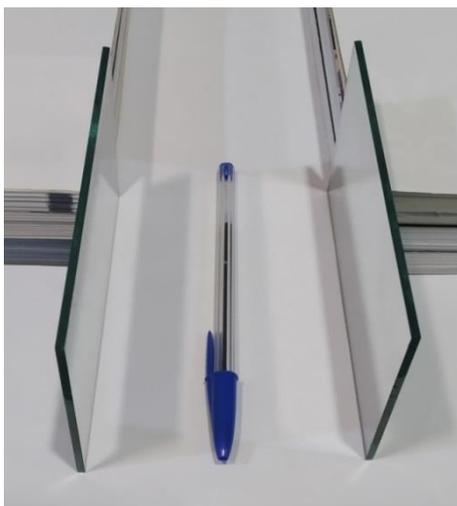
**Figura 13** – Espelhos posicionados com ângulos entre si de  $90^\circ$



Fonte: os autores

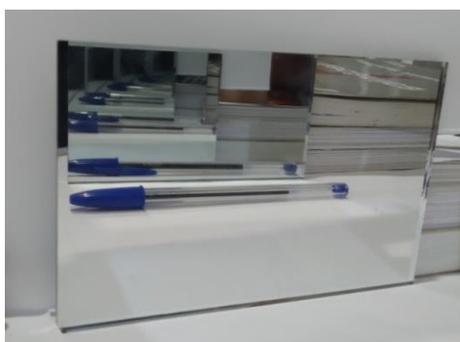
- e) Logo a seguir, faça o mesmo processo para os ângulos de  $60^\circ$  e  $30^\circ$  e observe se existe alguma relação matemática quanto à quantidade de imagens formadas e o ângulo entre os dois espelhos.
- f) Após isso, coloque os dois espelhos paralelos a uma distância de 10 cm um do outro, Figura 14. Observe as imagens formadas, Figura 15.

**Figura 14** – Espelhos posicionados paralelamente



Fonte: os autores

**Figura 15** – Formação das imagens nos espelhos paralelos



Fonte: os autores

g) Neste momento o professor poderá questionar os alunos sobre qual o fenômeno que possibilita a formação de imagens, e se é possível determinar a quantidade de imagens formadas pelos espelhos paralelos.

## **EXPERIMENTO 4: REFRAÇÃO DA LUZ**

### **Objetivos**

Mostrar experimentalmente o fenômeno de refração da luz, ou seja, mostrar que quando a luz muda de um meio para outro ela não caminha em linha reta.

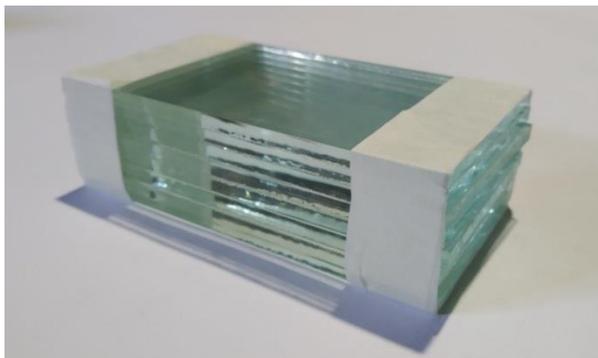
### **Materiais Utilizados**

Oito vidros (5 cm × 10 cm); placa de isopor (14 cm × 18 cm); fita adesiva; três alfinetes; folha de papel A4; compasso; régua; transferidor.

## Procedimentos de Construção

- a) Verifique se os vidros estão limpos.
- b) Coloque os oitos vidros posicionados lado a lado formando um prisma. Fixe bem firme utilizando uma fita adesiva as extremidades do prisma, conforme ilustrado na Figura 16.

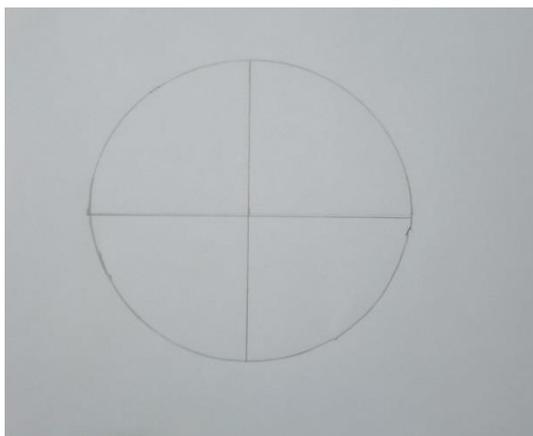
**Figura 16** – Prisma fixado nas extremidades com fita adesiva



Fonte: os autores

- c) Faça um retângulo de aproximadamente 14 cm de largura e 18 cm de comprimento na folha de papel A4. Com uma tesoura, recorte o retângulo desenhado.
- d) Trace um círculo de 10 cm de diâmetro no retângulo da etapa anterior, desenhando dois diâmetros perpendiculares entre si. O modelo deve ficar como mostra a Figura 17.
- e) Cole o retângulo na placa de isopor e espere a cola secar.

**Figura 17** – Círculo com diâmetros perpendiculares

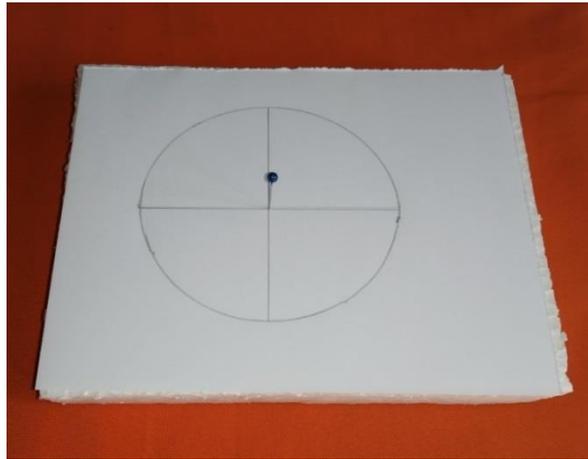


Fonte: os autores

## Procedimento Experimental

- a) Espete no centro da circunferência um alfinete bem perpendicular ao plano do papel, Figura 18.

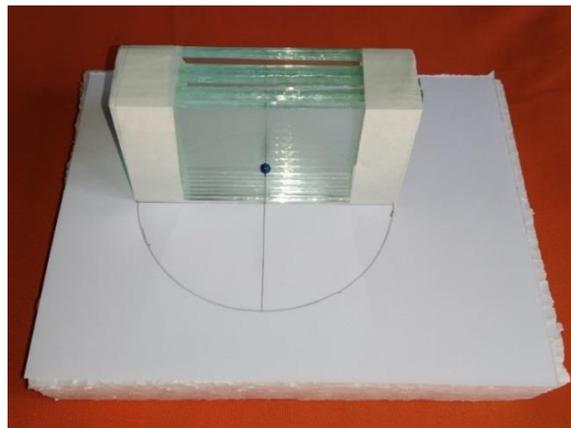
**Figura 18** – Alfinete posicionado no centro da circunferência



Fonte: os autores

b) Coloque o prisma de vidro sobre a circunferência de modo que coincida com o diâmetro onde foi posicionado o alfinete, Figura 19.

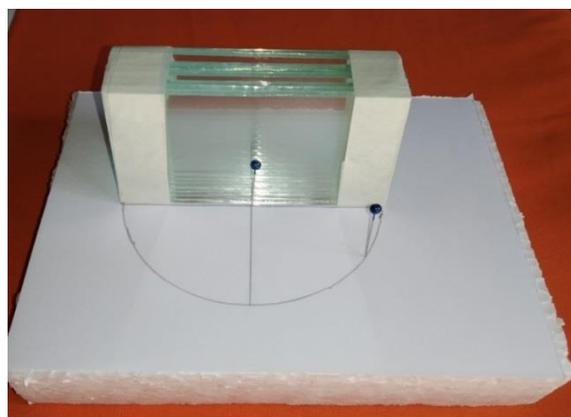
**Figura 19** – Prisma coincidindo com um dos diâmetros



Fonte: os autores

c) Espete na circunferência um alfinete a  $40^\circ$  do diâmetro, Figura 20.

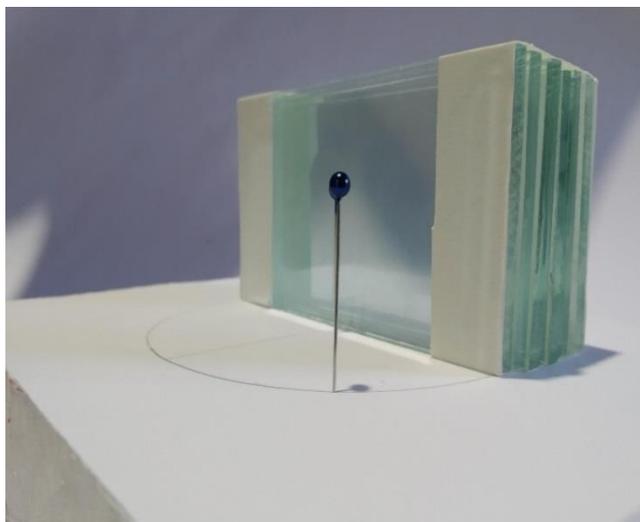
**Figura 20** – Alfinete a  $40^\circ$  do diâmetro



Fonte: os autores

- d) Segure um alfinete atrás do prisma de vidro.
- e) Olhe na posição do segundo alfinete até que o mesmo fique alinhado com o primeiro, Figura 21.

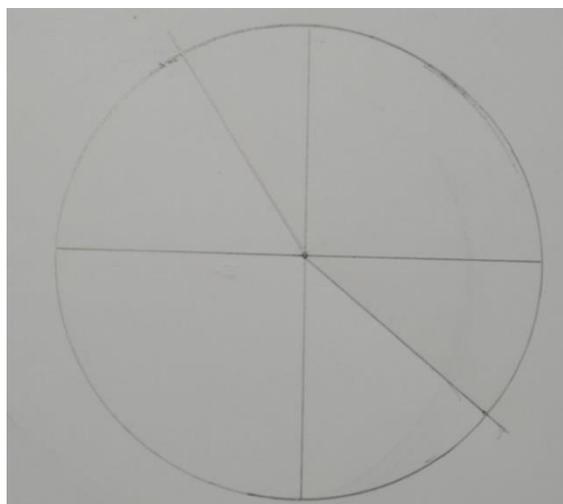
**Figura 21** – Alinhamento entre o primeiro e segundo alfinete



Fonte: os autores

- f) Desloque o alfinete atrás do prisma de vidro até que fique alinhado com os outros dois alfinetes, cuidando para que fique bem alinhado com a circunferência e então o finque.
- g) Observe que o terceiro alfinete é visto primeiro pelo olho através do vidro, e depois através do ar.
- h) Retire o prisma de vidro e os alfinetes, e trace os raios desde o centro da circunferência até os furos. O resultado deve ficar como mostra a Figura 22.

**Figura 22** – Raios traçados até o centro da circunferência



Fonte: os autores

i) Observe que os raios não se encontram em linha reta. Este fenômeno é chamado de refração.

## EXPERIMENTO 5: REFRAÇÃO NA ÁGUA

### Objetivo

Mostrar que o fenômeno de refração nos permite ver um objeto que seria impossível visualizar sem o fenômeno de refração.

### Materiais Utilizados

Um copo opaco (opaco é o meio onde a luz não se propaga); moeda (ou outro objeto similar); mesa; fita adesiva; água.

### Procedimentos de Construção

Utilizando uma fita adesiva, fixe uma moeda na parte central do fundo interno de um recipiente opaco, conforme ilustrado na Figura 23.

**Figura 23** – Moeda fixa no fundo de um copo



Fonte: os autores

### Procedimento Experimental

- Coloque o copo sobre uma mesa.
- Observe a moeda no fundo interno do copo, como apresentado na Figura 23. Em seguida se distancie do copo até não ser mais possível visualizar a moeda, conforme a Figura 24.

**Figura 24** – Visão superior do copo sem visualizar a moeda



Fonte: os autores

c) Logo em seguida, coloque água no copo até cerca de 1 cm da abertura do copo, como indica a Figura 25.

d) Descreva o fenômeno observado e relacione-o com o fenômeno da refração.

**Figura 25** – Observação do copo, com água, visualizando a moeda



Fonte: os autores

## **EXPERIMENTO 6:LENTE CONVERGENTE**

### **Objetivo**

Mostrar que uma lente convergente pode concentrar os raios solares e também aumentar a imagem de um objeto facilitando a sua observação.

### **Materiais Utilizados**

Lâmpada incandescente queimada; água; alicate; chave de fenda; folha de papel (uma branca e outra preta); 1 bexiga.

### Procedimentos de Construção

- a) Pegue a lâmpada com um pano para que não se tenha risco de se cortar.
- b) Em seguida, utilizando o alicate, aperte o revestimento preto do fundo da lâmpada até que seja retirado.
- c) Com a ajuda de uma chave de fenda, quebre a parte interna do vidro, até possibilitar a retirada do filamento da lâmpada.
- d) Retire cuidadosamente todos os cacos de dentro da lâmpada.
- e) Coloque água dentro da lâmpada até estar completamente cheia.
- f) Em seguida, recorte o fundo e o bico da bexiga, Figura 26.

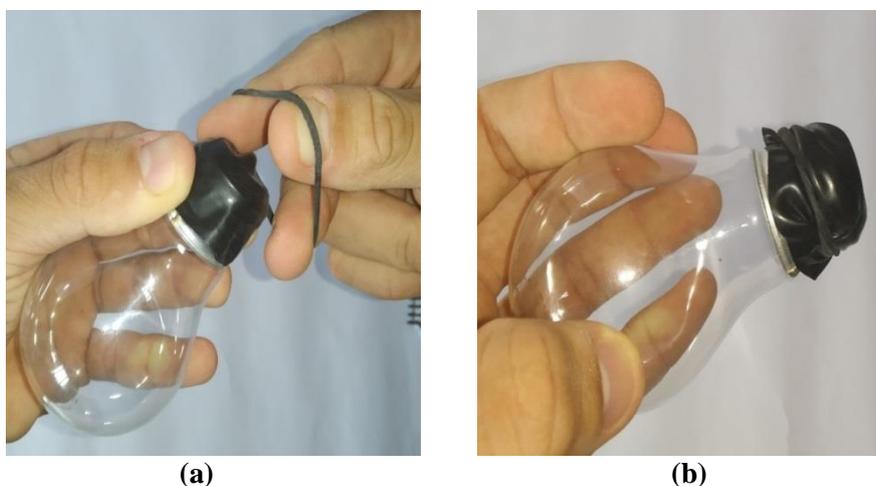
**Figura 26** – Bico e fundo da bexiga recortados



Fonte: os autores

- g) Coloque a parte do fundo da bexiga na extremidade da lâmpada, em seguida coloque o bico da bexiga a fim de fixar melhor a vedação, Figura 27.

**Figura 27** – Vedação da lâmpada com a bexiga

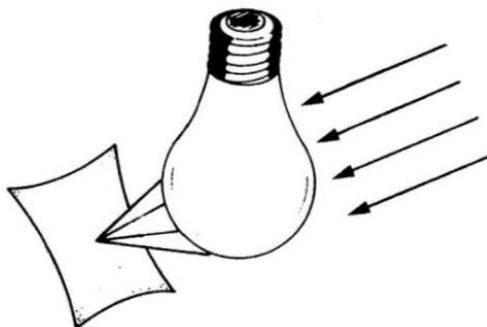


Fonte: os autores

## Procedimento Experimental

a) Leve a lâmpada para uma região que recebe raios solares e encoste-a em uma folha branca (do lado oposto, onde incide os raios solares) conforme mostrado na Figura 28.

**Figura 28** – Posição da lâmpada em relação à folha



Fonte: os autores

- b) Distancie lentamente a folha e observe o tamanho do círculo luminoso.
- c) Procure o lugar onde o ponto luminoso é menor. Este ponto se chama foco e possui muita importância para a óptica.
- d) Observe que posicionando a folha no foco dos raios solares, com o decorrer do tempo, o papel começará a apresentar uma leve fumaça, podendo até mesmo ser queimado. Repita o mesmo procedimento, mas utilizando um papel preto e observe o que acontece quando colocado no foco.
- e) Pegue a lâmpada e coloque-a sobre um papel escrito e observe a imagem formada, Figura 29. Faça os alunos observarem o aumento do tamanho das letras escritas no papel.

**Figura 29** – Ampliação da imagem



Fonte: os autores

g) Pesquise e veja a utilidade das lentes. Faça os alunos entenderem que quando aperfeiçoado para não deformar as imagens dos objetos as lentes se tornam extremamente úteis.

## COMENTÁRIOS FINAIS

A utilização da experimentação no ensino de física desempenha um papel importante para se alcançar uma aprendizagem significativa, sendo uma ferramenta didática de ensino capaz de proporcionar a união entre teoria e prática. A experimentação faz com que os alunos não permaneçam somente no mundo da teoria, mas possibilita estabelecer a relação entre ambos: teoria-prática. Dessa forma, torna-se possível esta relação harmoniosa entre a teoria e a prática, inserindo nos alunos a capacidade de investigação, de tomada de decisão, de verificação, de manipulação de leis e de possíveis questionamentos.

Assim, independente da escola dispor de um laboratório, o professor pode fazer uso de materiais de baixo custo e/ou de materiais recicláveis e de fácil acesso, sempre que houver possibilidade de desenvolver um contexto experimental referente aos conteúdos ministrados na disciplina.

Nesta perspectiva, nesse artigo foram propostos experimentos didáticos com materiais de fácil acesso e de baixo custo, atribuindo ênfase aos conceitos estabelecidos da óptica geométrica, tendo como principal objetivo auxiliar professores e estudantes no processo de ensino-aprendizagem.

## REFERÊNCIAS

BAGNATO, V. S.; PRATAVIEIRA, S. Luz para o progresso do conhecimento e suporte da vida. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 4, p. 4206, 2015.

BISPO, E. S.; RODRIGUES, C. G. Sugestões de experimentos de fácil acesso para o ensino de termodinâmica. **Physicae Organum**, v. 6, pp. 89-102, 2020.

BORGES, C. L. S.; RODRIGUES, C. G. Astronomia: breve história, principais conceitos e campos de atuação. **Brazilian Applied Science Review**, v. 6, pp. 545-577, 2022.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, pp. 198-202, 2009.

MARTINS, W. V. A.; RODRIGUES, C. G.; ANDRADE, E. V. O ensino sobre força de

empuxo auxiliado por experimentos de fácil acesso. **Revista Mais Educação**, v. 5, pp. 1082-1092, 2022.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica no ensino de Física. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, pp. 73-80. 2018.

RODRIGUES, C. G. **Ondas, acústica, psicoacústica e poluição sonora**. Goiânia: do Autor, 2020. ISBN: 9786500068467

SANTOS, G. F.; RODRIGUES, C. G. O Ensino do movimento retilíneo uniforme e do movimento uniformemente variado utilizando atividades experimentais de baixo custo. **Studies in Education Sciences**, v. 3, n. 2, pp. 846-862, 2022.

*Recebido em: 25/04/2022*

*Aprovado em: 30/05/2022*

*Publicado em: 02/06/2022*