

UTILIZAÇÃO DE EXPERIMENTO DE BAIXO CUSTO COMO AUXÍLIO NO ENSINO DA ÓPTICA NA REGIÃO DO ALTO OESTE POTIGUAR

Simone Taiane Gameleira¹; Isis dos Santos Costa²; Maria Alanya da Costa Oliveira³ Antônio Carlos Leite Barbosa⁴ Otavio Paulino Lavor⁵.

¹Universidade Federal Rural do Semi-Árido, taiane340@gmail.com

²Universidade Federal Rural do Semi-Árido, isis.sj@hotmail.com

³Universidade Federal Rural do Semi-Árido, alanya.oliveira@gmail.com

⁴Universidade Federal Rural do Semi-Árido, antonio.leite@ufersa.edu.br

⁵Universidade Federal Rural do Semi-Árido, otavio.lavor@ufersa.edu.br

RESUMO

Como metodologia de ensino, os experimentos surgem como uma interação entre as concepções teóricas repassadas em sala de aula permitindo uma aprendizagem significativa das teorias aplicando-as na prática onde é possível uma visualização dos conceitos estudados. Diante de sua importância, no município de Pau dos Ferros, cidade situada no interior do estado do Rio Grande do Norte, onde há uma baixa quantidade de laboratórios na área procura-se alternativas economicamente viáveis para a superação dessas dificuldades encontradas pelas instituições. Perante isso, este trabalho surge com uma das soluções para sobrepor essas adversidades especificamente sobre os princípios dos fenômenos de refração e reflexão da luz aplicando a Lei de Snell-Descartes. O objetivo é mostrar os fenômenos relacionados a propagação da luz, onde foi montado uma situação simples e de baixo custo a partir da projeção de um laser em diferentes angulações sobre um aquário com uma solução de água e açúcar, demonstrando em prática algumas aplicabilidades de assuntos da física, permitindo uma aprendizagem mais consistente.

Palavras-chave: Experimento de baixo custo, Ensino, Óptica.

INTRODUÇÃO

O experimento traz de maneira simples a verificação de fenômenos da óptica, visando o processo de desenvolvimento eficiente de ensino e aprendizagem da física, pois, segundo Araujo e Abib (2003, p. 176) o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar física de modo significativo e consistente.

Foi procurado o maior número possível dos materiais necessários a partir do reaproveitamento de equipamentos comuns e já possuídos, aspirando o baixo custo para a sua realização, já que distantes dos grandes centros urbanos o município de Pau dos Ferros-RN consta com um pequeno número de laboratórios específicos da área da física fazendo-se necessário uma alternativa viável

economicamente para o ensino de forma prática, dentre os argumentos para a falta de iniciativas na prática de experimentos, estão a falta de recursos materiais, laboratórios, equipamentos, a falta de técnicos para auxiliar professores e alunos, o tempo insuficiente durante as aulas para a realização dessas atividades e a falta de omissão dos governantes.

Para compreensão desse experimento é necessário entender alguns conceitos da óptica, ramo específico da física que estuda fenômenos relacionados a luz, dentre os quais destacaremos a refração e a reflexão, fenômenos estes que estão inteiramente inseridos em teorias que parte de princípios a respeito da velocidade da luz e analisando-os a partir da utilização do princípio de Snell-Descartes. Assim o trabalho tem como objetivo mostrar uma alternativa para o ensino da óptica de forma prática por meio de um experimento de fácil execução e acessibilidade podendo ser ministrado por professores e alunos de diferentes níveis acadêmicos.

METODOLOGIA

Este ensaio possui o caráter experimental explicativo, pois segundo GIL (p47, 2007) a pesquisa experimental consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto. Pode também ser considerada explicativa pois de acordo com GIL (2007) essas pesquisas têm como preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos. Neste caso, é comprovado concepções da física a partir da reprodução de fenômenos ópticos executados por meio de etapas definidas com base em conceitos teóricos.

Os materiais utilizados são considerados de baixo custo e consiste em um laser com comprimento de onda entre 630-680 nm, um aquário com dimensões de 40cm de largura, 30cm de altura e 20cm de profundidade, 12 litros de água, e 1 kg de açúcar do tipo cristal. Além do fator baixo custo a escolha do laser está relacionada a fácil visualização do feixe de luz por ele emitida, já o aquário dividido a fácil visibilidade proporcionada pelo vidro, ao passo que o açúcar foi aplicado para conseguirmos obter uma das restrições necessárias para a execução do experimento, que era aumentar o índice de refração da água.

Quanto aos procedimentos inicialmente adicionou-se ao aquário 12 litros de água e em seguida acrescentou-se 1 kg de açúcar do tipo cristal, sempre cuidadosamente distribuindo bem em toda a extensão do aquário, posteriormente deixou-se o aquário reservado, para que a solução descansasse, por um período de aproximadamente 24 horas, como quarto passo foi incidido a luz, verticalmente do ar em direção a água (no sentido do eixo y negativo) e variando a angulação que o raio fazia com

a superfície da água para observar o que acontecia. O quinto passo consistiu em novamente incidir a luz, no sentido contrário ao anterior, da água em direção ao ar, variou-se novamente a angulação, verificando os fenômenos ocorridos, em seguida incidiu-se a luz horizontalmente próximo a base do aquário e verificou-se o que ocorreu. Finalizamos, analisando as etapas, exaltando as justificativas para os acontecimentos ocorridos, utilizando conceitos da óptica. Para obtenção dos dados quantitativos foi empregado equações físicas e o software matemático GeoGebra.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os fenômenos ópticos observados no experimento correspondem a refração e a reflexão da luz, estes se encontram inseridos de diferentes formas no nosso cotidiano, como na transição de dados via fibra óptica.

É comum ouvir falar que a luz caminha sempre em linha reta, porém essa afirmação só é verídica considerando-se lugares homogêneos. A velocidade da luz no vácuo é de aproximadamente um milhão de quilômetros por hora, se considerarmos outros meios de propagação a velocidade da luz não obedece esse valor, pois vai haver uma variação na mesma de acordo com o meio a qual ela encontra-se inserida.

A refração ocorre com a luz quando ela muda de meio de propagação, tal como no experimento executado, onde houve uma mudança dos meios que ocorreu tanto do ar para água como da água para o ar, vale salientar que este acontecimento só procede nos casos em que os feixes de luz se propaga com velocidades diferentes nos dois meios em questão. Quando a luz passa de um meio para outro, sua velocidade tende a aumentar ou diminuir, devido diferenças na estrutura atômicas das substâncias, de suas densidades ópticas ou por conta de seus índices de refração que é a fração entre a velocidade da luz do vácuo e a velocidade da luz no meio considerado, como mostra a equação abaixo:

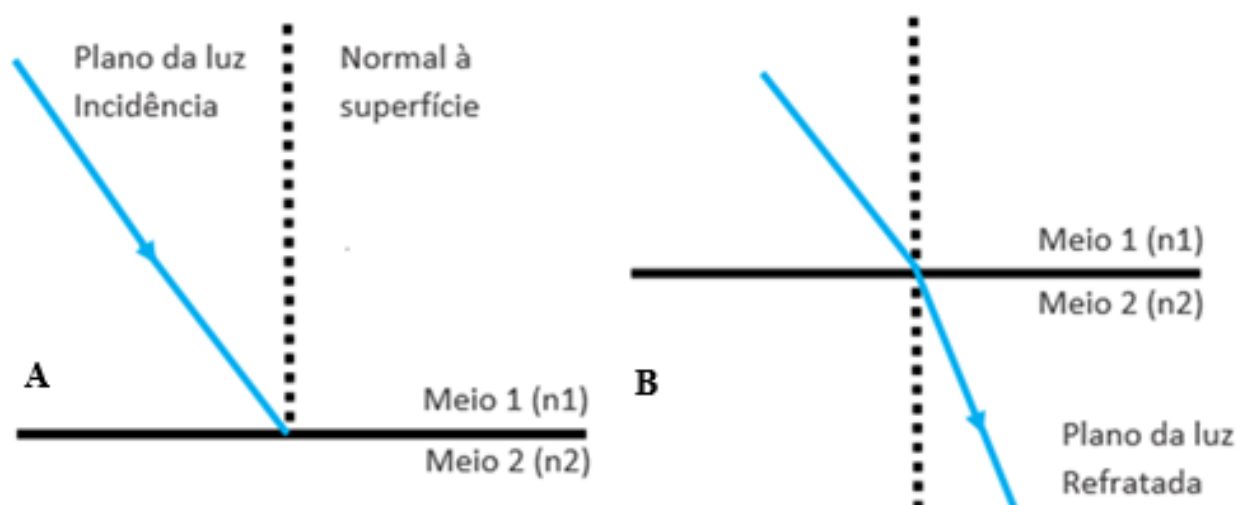
$$n = \frac{\textit{Velocidade da luz no vácuo}}{\textit{Velocidade da luz no meio considerado}} \quad (1)$$

Onde n é justamente o índice de refração.

Para o fenômeno da refração, existe duas leis regidas pela física, a primeira delas (1ª lei da refração) diz que um raio luminoso que incide sobre uma superfície, conhecida como a fronteira entre os dois meios a qual estabelece a separação entre eles, propagando-se de um meio para outro, pode ser analisado considerando um meio material como meio 1, e o outro como meio 2. O índice

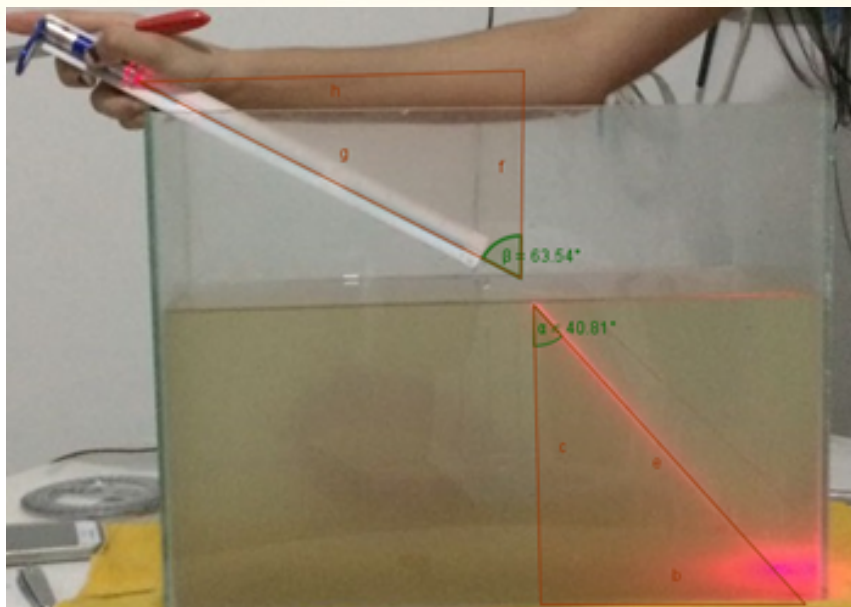
de refração do meio 1 é designado por n_1 enquanto o índice de refração do meio 2 por n_2 . A luz é incidida no meio 1 de tal forma que o raio de luz incidente forma um ângulo θ_1 com a normal (reta vertical tracejada) à fronteira no ponto de incidência. Este raio é refratado formando um ângulo θ_2 com a normal à superfície no ponto de incidência. Todo esse conceito fica mais compreensível ao verificarmos as seguintes imagens A e B na figura 1 onde mostra o raio incidente (A) e raio sendo refratado (B). Vejamos logo em seguida:

Figura 1: Raio de luz sendo incidido (A) e sendo refratado (B).



Ao incidir a luz verticalmente do ar em direção a água, quando o feixe de luz passa de um meio para outro, parte da luz é refletida na superfície entre os meios e outra parte entra no segundo meio (a água com açúcar) exibindo o raio refratado. A intensidade da luz refletida ou refratada depende da diferença de índices de refração entre os meios e do ângulo de incidência da luz em relação a normal. Como a velocidade de propagação da luz na solução do aquário é menor que no ar, ou seja, o índice de refração da solução é maior que o do ar, por isso ao incidir o laser o raio refratado faz uma inclinação aproximando-se da reta normal perpendicular à fronteira entre os meios. (Ver figura 2):

Figura 2: Fenômeno observado no passo 4



A segunda lei da refração, conhecida como lei de Snell-Descartes onde estabelece uma relação entre os ângulos de incidência, de refração e os índices de refração dos meios, matematicamente escrita como:

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

Onde:

θ_1 e θ_2 São respectivamente, os ângulos de incidência e de refração;

n_1 e n_2 São respectivamente, são chamados de índice de refração dos meios 1 e 2;

n_1 e n_2 Podem ser calculados através da equação do índice de refração, que foi anteriormente mencionada.

A partir do princípio de Snell-Descartes é possível encontrar o índice de refração da solução no aquário, como o índice de refração do ar é facilmente encontrado (índice de refração do ar é igual a 1) é necessário apenas medir com o transferidor um ângulo de incidência e o seu respectivo ângulo de refração, foi utilizado para isto o software matemático GeoGebra e posteriormente substituído os valores na equação 1. Como pode ser visto abaixo:

$$n_1 \text{sen} \theta_1 = n_2 \text{sen} \theta_2$$

$$1. \text{sen} (63,54) = n_2 \text{sen}(40,81)$$

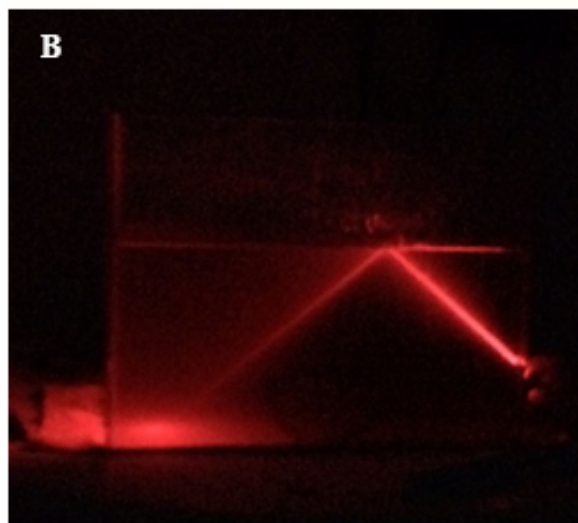
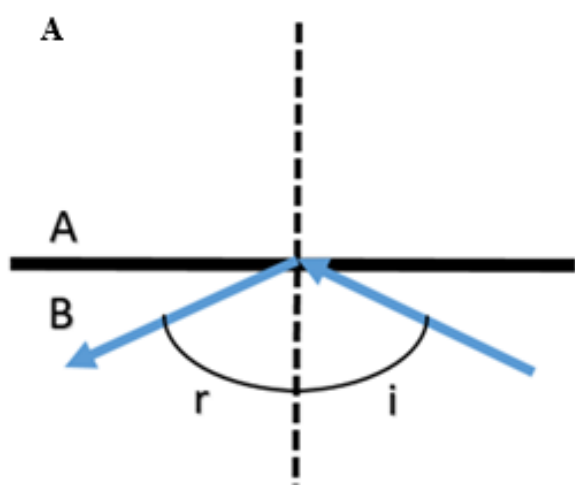
$$n_2 = 1,3698$$

Quando a luz está com a angulação máxima de 90° em relação a reta normal, ou seja, quando o feixe de luz é incidido horizontalmente na fronteira entre os meios, o ângulo de refração formado pela luz no interior do aquário é segundo a lei de Snell-descartes o ângulo limite de refração, não podendo existir refração com uma angulação maior. Para saber qual era o ângulo limite no nosso experimento foi utilizado novamente a equação de Snell-Descartes. Substituindo o valor do ângulo de incidência limite (90°), foi possível fazer manipulações algébricas e chegar ao valor do ângulo limite para a refração que é de $78,49^\circ$, visualizado em seguida:

$$\begin{aligned}n_1 \text{sen}\theta_1 &= n_2 \text{sen}\theta_2 \\1. \text{sen}(90^\circ) &= 1,3698 \text{sen}\theta_2 \\ \theta_2 &= 78,49^\circ\end{aligned}$$

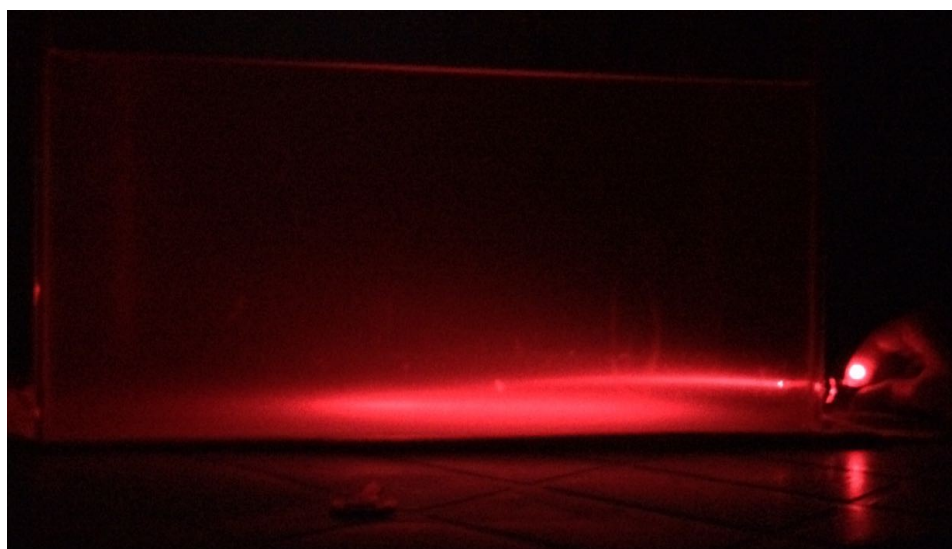
Na quinta etapa onde o raio de luz é direcionado de fora do aquário passando primeiramente na solução e posteriormente para o ar, ou seja, quando o laser é ligado do meio de maior índice de refração para o meio de menor índice de refração. Neste caso aplica-se o princípio de reversibilidade, pois todas as condições são idênticas a da situação do passo anterior e houve apenas uma mudança na direção de incidência que é oposta a anterior. Havendo assim também um ângulo limite para a refração que ocorrerá quando o ângulo incidente for igual ao ângulo limite do passo antecedente, nessa situação, diferente da anterior, pode-se haver o fenômeno conhecido como reflexão total, sendo quando a luz passa de um meio de maior índice de refração para um de menor índice de refração e o ângulo excede o ângulo limite, que para um par de meios, pode ser obtido através da Lei de Snell-Descartes. A logo abaixo mostram o fenômeno da reflexão, onde a esquerda está a imagem ilustrativa (A) e a direita a imagem experimental (B).

Figura 3: Imagem ilustrativa (A) e imagem obtida experimentalmente (B) do fenômeno da reflexão total da luz.



Quando no último passo, a luz horizontalmente atravessa o aquário próximo a base do mesmo é possível observar que o raio de luz não consegue chegar ao encontro do ar. Antes disso a luz no interior do aquário faz uma curva suave, que é resultado da mudança gradual da velocidade da luz, nessa parte do aquário onde há uma maior concentração de partículas do açúcar há também um aumento gradual do índice de refração, devido ao descanso promovido no início do experimento, fazendo a velocidade da luz baixar gradualmente (figura 4).

Figura 4: Raio de luz fazendo curva suave.



Com a finalização do experimento foi possível verificar com clareza como os fenômenos de refração e reflexão ocorrem diante da mudança de meios de propagação e de índices de refração permitindo entender de forma simples a matéria teórica desenvolvida em sala de aula. Com materiais de fácil obtenção e etapas com baixo nível de complexidade é possível tornar dinâmico o ensino da física que muitas vezes é tido como de difícil compreensão para os alunos.

CONCLUSÃO

O experimento alcançou os objetivos esperados, conseguiu-se com instrumentos de fácil acesso além do esclarecimento e visualização dos conceitos de refração e reflexão da luz foi possível encontrar valores qualitativos referentes a composição do experimento utilizando a lei de Snell-Descartes sendo eles o índice de refração da solução do aquário e o ângulo limite para a refração. Sobre esses valores é importante salientar que não havia um valor teórico da solução para que fosse possível verificar o êxito nos cálculos, só se deduziu que o índice de refração do meio utilizado deveria ser maior que 1,333 que é por convenção o índice de refração da água. Na obtenção dos valores dos ângulos de incidência e refração, foi utilizado o GeoGebra que é um software matemático de acesso gratuito via internet.

Com efeito, não é necessário deixar de utilizar a metodologia experimental em virtude das dificuldades encontradas ao longo da carreira acadêmica, como a falta de laboratórios específicos, sendo possível superar essa barreira de maneira prática e barata sem retirar a possibilidade de uma aprendizagem mais completa, pois é comprovada a eficácia de atividades como essas para uma aprendizagem significativa dos estudantes sejam de nível médio, técnico ou superior.

REFERÊNCIAS

PAIVA. Rodrigo, Reflexão Total da Luz, 2012. Disponível em < http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php/Reflex%C3%A3o_total_da_luz > . Acesso em: 7 de outubro de 2016.

Ensino de Física Online (e-física), Leis de Refração. Disponível em < <http://efisica.if.usp.br/optica/basico/refracao/snell/> > . Acesso em: 8 de outubro de 2016. Mundo Educação, a refração da luz. Disponível em: < <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/a-refracao-luz.htm> > Acesso em: 10 de outubro de 2016.

GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4ª edição, São Paulo. Atlas, 2002. Disponível em: < <https://professores.faccat.br/moodle/pluginfile.php/13410/mod>



_resource/content /1/como_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf >. Acesso em 08 de setembro de 2016.

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira e ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades, 2002. Disponível em: < [http:// www.scielo.br/pdf/rbef/v25n2/a07v25n2.pdf](http://www.scielo.br/pdf/rbef/v25n2/a07v25n2.pdf) >. Acesso em 16 de outubro de 2016.

