

ATIVIDADE EXPERIMENTAL PARA DEMONSTRAÇÃO DOS FENÔMENOS DE REFLEXÃO, REFRAÇÃO E REFLEXÃO TOTAL

EXPERIMENTAL ACTIVITY TO DEMONSTRATE PHENOMENA OF REFLECTION, REFRACTION, AND TOTAL REFLECTION

Cleci Teresinha Werner da Rosa

Área de Física/ Universidade de Passo Fundo cwerner@upf.br

Álvaro Becker da Rosa

Área de Física/ Universidade de Passo Fundo alvaro@upf.br

Luiz Marcelo Darroz

Área de Física/ Universidade de Passo Fundo ldarroz@upf.br

Denilson Tonetto da Silva

Área de Física/ Universidade de Passo Fundo denilson@upf.br

Resumo

Apresenta-se, neste trabalho, a construção de um equipamento didático para realização de uma atividade experimental que visa à demonstração dos fenômenos de *reflexão*, *refração* e *reflexão total*. Esse equipamento possibilita a ressignificação dos saberes e a aproximação dos conceitos estudados em sala de aula com as situações vivenciais dos estudantes. Constitui-se de um arranjo simples e de baixo custo que poderá ser reproduzido nas escolas de ensino fundamental e médio para despertar no estudante a curiosidade e o prazer pela Ciência. Nesse sentido, esse equipamento didático torna-se uma excelente alternativa para enriquecer as aulas de Física da educação básica, uma vez que proporciona situações em que os estudantes podem explorar as demonstrações práticas relacionadas à lei de Snell-Descartes, do ângulo limite e dos fenômenos reflexão total e refração, de forma prática e concreta.

Palavras-chave: Reflexão luminosa. Refração luminosa. Reflexão total. Atividades experimentais. Ensino de Física.

Abstract

The present work introduces an experiment in the creation of didactic equipment made to perform an experimental activity aiming to demonstrate the phenomena of *reflection*, *refraction*, and *total reflection*. Such equipment allows to redefine knowledge and the approximation of studied concepts in class with experienced situations by students. It consists of a simple and low-cost arrangement that may be reproduced in elementary and high schools to awake the curiosity and pleasure for the study of Science in students. Hence, that didactic equipment becomes an excellent alternative to enhance Physics classes of basic education, since it promotes situations where students may explore the

practical demonstrations related to the Snell-Descartes law, to the limit angle, and phenomena of total reflection and refraction in a practical and concrete manner.

Keywords: Light reflection. Light refraction. Total reflection. Experimental activity. Teaching of Physics.

Introdução

O ensino de Física, da mesma forma que todo o sistema de ensino brasileiro, vem passando por sérias dificuldades. A situação não é recente, perpetuando-se ao longo dos anos, e tem sido alvo de estudos por diferentes grupos de pesquisadores (ROSA; ROSA, 2005; PENA; RIBEIRO FILHO, 2009; RICARDO; ZYLBERSZTAJN, 2002; HYGINO; SOUZA; LINHARES, 2012). Os estudos apontam inúmeros problemas, a maioria relacionada à escola, ao currículo, aos professores e aos alunos. Alterar o quadro em que a educação se encontra é mexer nesses pilares; é, de alguma maneira, propor mudanças que afetam o modo como esses eixos concebem o processo educativo.

Em termos dos professores, a situação é complexa, passando por várias questões, tais como o processo formativo, o excesso de atividades, a remuneração, a falta de políticas públicas que favoreçam a formação continuada, entre outros tantos problemas. Especialmente no que tange à formação continuada, é importante destacar que ela representa a oportunidade de atualização dos professores, condição indispensável para a qualificação da educação.

No que diz respeito à aprendizagem, as dificuldades apresentadas pelos estudantes têm sido pauta de inúmeras investigações desde a década de 1970, quando as pesquisas vinculadas à psicologia cognitiva começaram a analisar de forma mais específica a questão. Inúmeras alternativas vêm sendo apontadas desde então, mas pouco se tem observado de resultados efetivos.

O currículo, que emana da década de 1970, encontra-se desatualizado cientificamente, desvalorizado socialmente e pouco interessante para os estudantes. Os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCNs e seus correlatos (BRASIL, 1999, 2002, 2006), instituídos a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996), apontam novas alternativas para a construção dos currículos nas escolas de educação básica, porém, na prática, ainda persiste o modelo anterior.

Com o intuito de buscar alternativas que ressignifiquem o ensino de Física, pesquisas mais recentes têm apontado a necessidade de aproximação entre os conteúdos escolares e as situações vivenciais dos estudantes. Diante dessa necessidade, várias alternativas metodológicas são apresentadas e discutidas na literatura especializada. A interdisciplinaridade, a metodologia por projetos, entre outras assumem papel de destaque nas investigações e propostas didáticas, todas, porém, ainda incipientes diante da realidade das escolas, dos professores e dos estudantes.

Independentemente da opção de abordagem metodológica, o que se mantém presente e viva no sistema educacional é a necessidade da realização de atividades experimentais. Levar o estudante a estabelecer hipóteses, manipular materiais, testar, observar, relatar etc. urge como condição para a apropriação dos conhecimentos em Física, tida como ciência experimental. Aliás, não é de hoje que se discute essa necessidade na educação básica, tampouco representa uma novidade na legislação atual; ao contrário, ela vem permeando os diferentes modelos de educação em voga no país. A cada nova legislação, a experimentação ganha uma nova conotação, uma nova concepção de “fazer experimentos”, conservando e enaltecendo a sua presença como estratégia de ação imprescindível no ensino de Física.

Atualmente, sob orientação epistemológica construtivista, a experimentação assume *status* de estratégia de ensino voltada à construção dos saberes e determinante na compreensão da ciência. De acordo com os PCNs (BRASIL, 2002), ela se torna indispensável, devendo se fazer presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física. O documento assim destaca: “É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável.” (BRASIL, 2002, p. 84).

Nessa direção, o papel da experimentação no ensino e na aprendizagem precisa ser retomado, de acordo com o mesmo documento, “atribuindo-lhe uma maior abrangência para além das situações convencionais de experimentação em laboratório.” (p. 84). O objetivo é superar o “modo de fazer”, com lista de procedimentos como receituário, e chegar a uma abordagem que envolva investigação, que possibilite aos estudantes propor hipóteses e estabelecer suas conclusões. Para isso, ressalta-se, mais uma vez, que os materiais alternativos representam uma opção ao alcance dos professores. “A questão a ser preservada, menos do que os materiais disponíveis, é, novamente, que competências estarão sendo promovidas com as atividades desenvolvidas.” (BRASIL, 2002, p. 84).

Imbuída dessa perspectiva de levar a experimentação à sala de aula, dentro de um processo de ressignificação dos saberes e de aproximação com as situações vivenciais dos estudantes, utilizando para isso materiais simples e de fácil aquisição, apresenta-se na continuidade a construção de um equipamento didático para a demonstração dos fenômenos *de reflexão, refração e reflexão total*. Inicialmente, é abordado de forma sucinta o fenômeno em estudo, tendo na continuidade a descrição do processo de construção do equipamento didático. Seu uso metodológico foi suprimido deste trabalho, uma vez que o desejo é demonstrar o fenômeno. Contudo, espera-se que, ao fazer isso, o professor recorra a uma abordagem construtivista, possibilitando que seu aluno crie hipóteses a partir de discussões teóricas, faça suas observações e chegue a conclusões devidamente discutidas entre os estudantes.

Fenômenos de reflexão e refração

Os fenômenos de reflexão e refração são associados à luz. O primeiro diz respeito à parcela da luz incidindo em uma superfície que separa dois meios, retornando ao meio de origem. O segundo fenômeno refere-se à parcela que passa para o segundo meio. A Figura 1, a seguir, representa a situação mencionada e ilustra que os dois fenômenos ocorrem simultaneamente, tornando-se visível a parcela de maior intensidade luminosa.

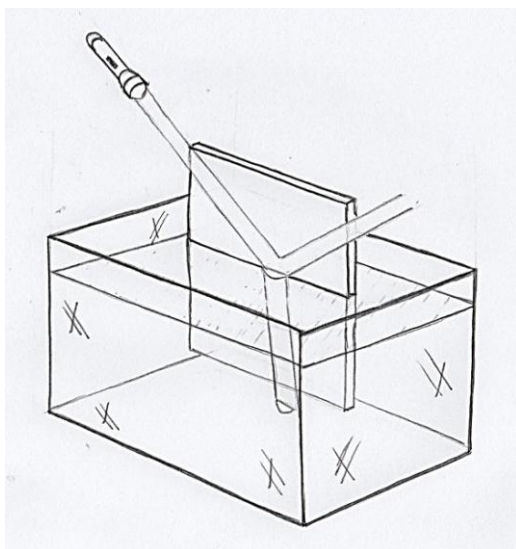


Figura 1: Esquema ilustrativo dos fenômenos de reflexão e refração da luz.

Ao se analisar, separadamente, cada fenômeno, verifica-se que no caso da reflexão o raio incidente retorna ao meio de origem (raio refletido), respeitando o mesmo ângulo da incidência, sempre medido em relação a uma reta normal à superfície (N), como mostra a Figura 2.

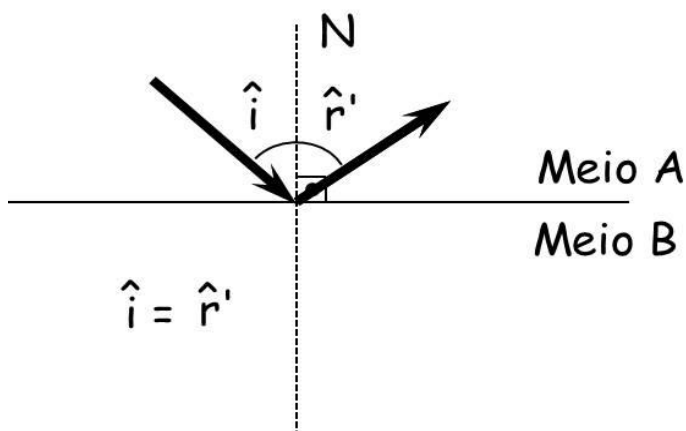


Figura 2: Esquema representativo do raio incidente e refletido na reflexão.

No caso da refração, o raio incidente passa para o outro meio, chamando-se “raio refratado”, de modo que o ângulo de refração (\hat{r}') é diferente do de incidência Figura 3, salvo no caso de o raio incidente ser perpendicular à superfície de separação entres os meios.

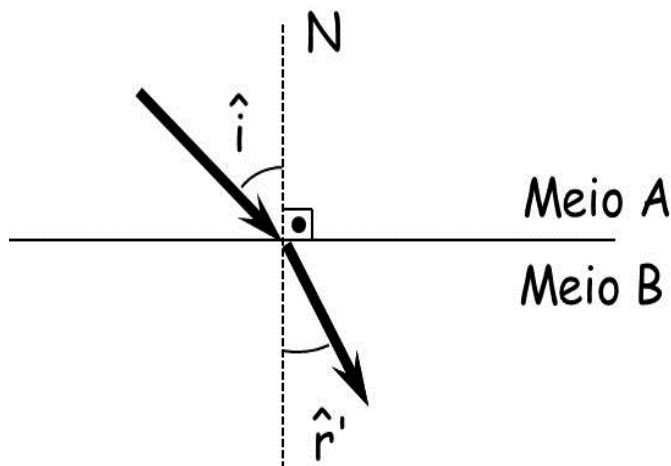


Figura 3: Esquema representativo do raio incidente e do raio refratado.

Considerando a Figura 3, destaca-se que o desvio do raio pode ocorrer de modo a se aproximar ou se afastar da normal. A opção por um ou outro desvio decorre da relação entre os meios incidente e refratado. O que distingue um meio do outro é a velocidade com que a radiação se propaga nesse meio. Dessa forma, se no meio de incidência (meio A) a radiação apresentar uma velocidade maior, o raio refratado no meio B tende a se aproximar da normal. Caso contrário, ou seja, se a velocidade da luz no meio B for maior que a desenvolvida no meio A, o raio tenderá a se afastar da normal. A Figura 4 demonstra essas situações.

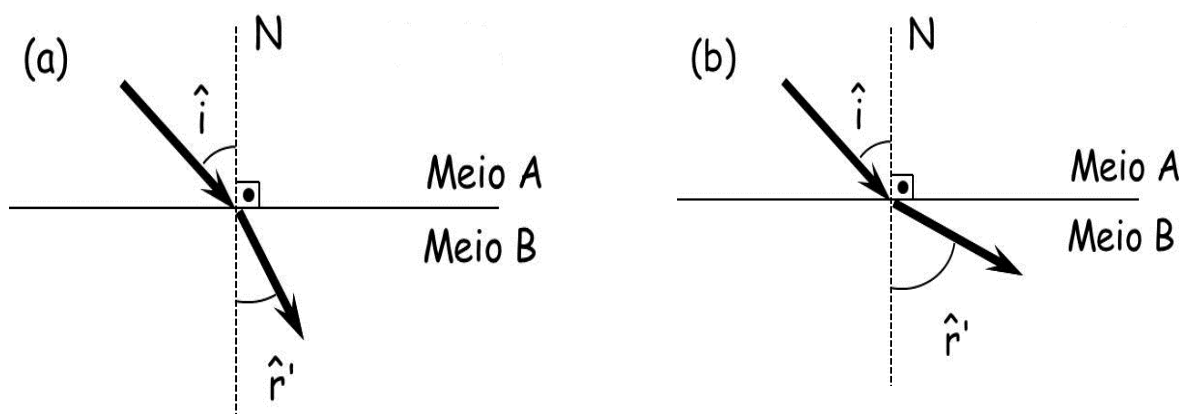


Figura 4: Esquema representativo do raio na refração nas situações em que o raio se aproxima da reta normal (a) e em que ele se afasta da reta normal (b).

No caso da situação (b) da Figura 4, o raio refratado, ao se afastar da reta normal (N), poderá atingir a superfície de forma rasante. Isso significa que para um determinado ângulo de incidência (\hat{i}) o ângulo refratado (\hat{r}') poderá estar tangenciando a superfície (90° em relação à normal), como mostra a Figura 5. A partir desse ângulo de incidência, denominado “ângulo limite” (\hat{L}), qualquer valor superior terá como correspondente um raio que retorna ao mesmo meio, caracterizando o fenômeno de reflexão total.

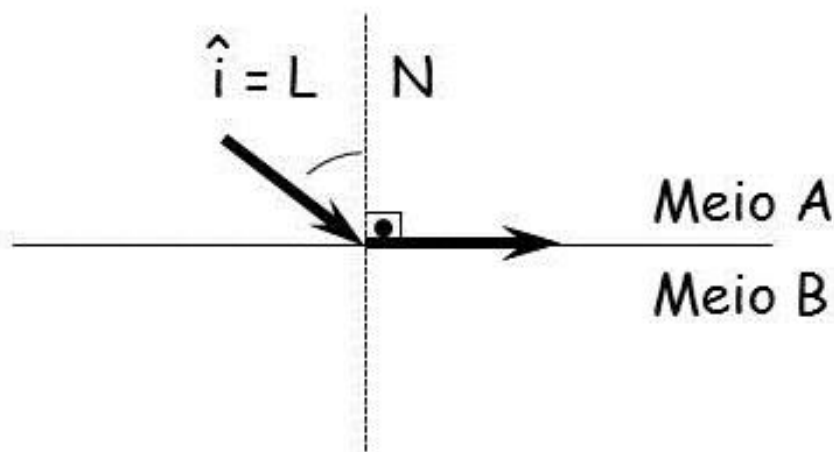


Figura 5: Ilustração do ângulo limite.

Atividade experimental

O equipamento didático necessário para a realização da atividade experimental proposta constitui-se em um arranjo simples e de baixo custo que poderá ser reproduzido nas escolas de ensino fundamental e médio. O objetivo é possibilitar a visualização dos fenômenos de refração e reflexão, principalmente o de reflexão total.

Para a demonstração pretendida, utiliza-se uma cuba de vidro ou acrílico com dimensões de $40 \times 8 \times 15 \text{ cm}^1$, podendo variar tais dimensões de acordo com o material disponível. A parte inferior da cuba deve ser espelhada, ou podem ser utilizados espelhos planos sobre os quais se assenta a cuba². Considerando as dimensões especificadas, infere-se o que segue: a cuba de base espelhada ou posta sobre um espelho plano deve ser preenchida com água até, aproximadamente, dois dedos de seu limite superior (cerca de quatro litros de água); junta-se a essa água a parte interior de duas canetas do tipo marca-texto, de preferência amarela. É necessário que o interior dessas canetas seja retirado e esmagado dentro do líquido com auxílio de um alicate.

Após diluída a substância na água, acrescenta-se aproximadamente quatro mililitros de leite integral ou de cera líquida branca, com o intuito de tornar a água levemente turva e homogênea, mantendo-se a coloração adquirida pela mistura das canetas marca-texto.

¹ As dimensões da cuba podem sofrer alterações, principalmente em se tratando da altura e da profundidade. O comprimento deve ser o maior possível, pois isso facilitará a visualização de fenômenos simultâneos, conforme será explicitado ao longo do texto.

² Para a confecção da cuba, sugere-se utilizar cola de silicone fria, própria para vedações.

Inicialmente, sugere-se mostrar aos alunos o fenômeno de reflexão, utilizando uma caneta *laser*, que poderá ser do tipo “*laser* vermelho” ou “*laser* verde”³, apontando-a de forma inclinada para o fundo da cuba. Esta, que possui o fundo espelhado, permitirá a visualização do comportamento dos raios – incidentes e refletidos – durante o fenômeno de reflexão. A partir dessa observação, é possível analisar o comportamento do ângulo de incidência (\hat{i}) e do ângulo de reflexão (\hat{r}), conforme ilustrado na Figura 6.

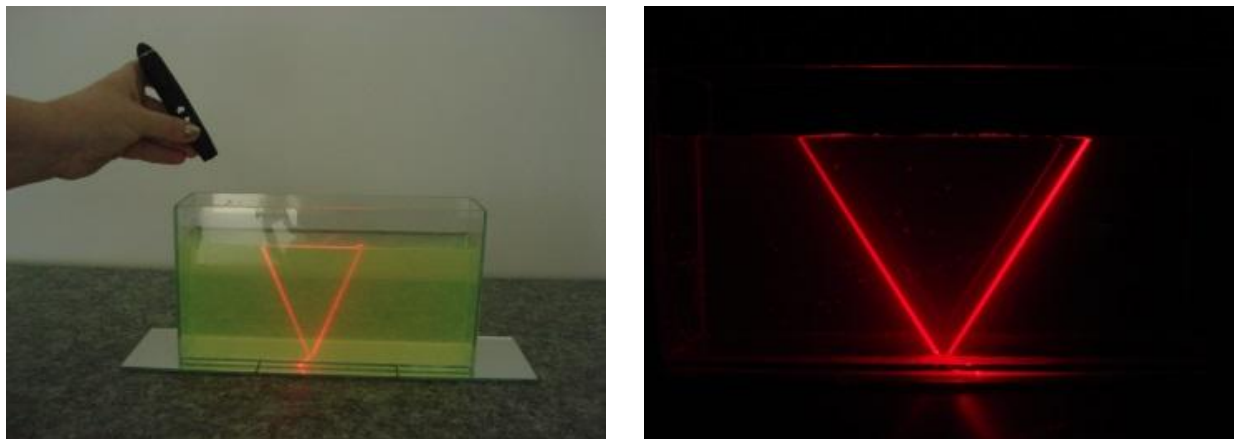


Figura 6: Reflexão utilizando o fundo espelhado da cuba

Com o auxílio de um transferidor, é possível medir os ângulos de incidência e de reflexão formados na situação descrita e, desse modo, identificar a relação matemática explorada no estudo da reflexão.

Para a demonstração do fenômeno de refração, posiciona-se o raio *laser* de forma inclinada na parte superior da cuba a determinada distância da interface líquido-ar (aproximadamente dez centímetros). Para melhor compreensão, é importante que os estudantes visualizem o raio de luz no ar. Assim, faz-se uso de um *spray* (do tipo *spray* para cabelo⁴) aplicado no ar logo acima da superfície que o separa do líquido, como mostra a Figura 7.

³ A utilização de um *laser* verde do tipo usado na astronomia é mais adequada em termos de visualização do fenômeno, pois sua potência é maior. Entretanto, apesar de ambos os *lasers* requerem cuidados especiais em sua utilização, o verde denota um cuidado ainda maior, uma vez que poderá provocar lesões irreversíveis na retina do globo ocular.

⁴ Para um efeito mais duradouro, sugere-se diminuir a quantidade de líquido na cuba, completando-a com o *spray*. A situação favorece a não dispersão do produto do *spray*, permitindo que os estudantes visualizem o fenômeno por um tempo maior.

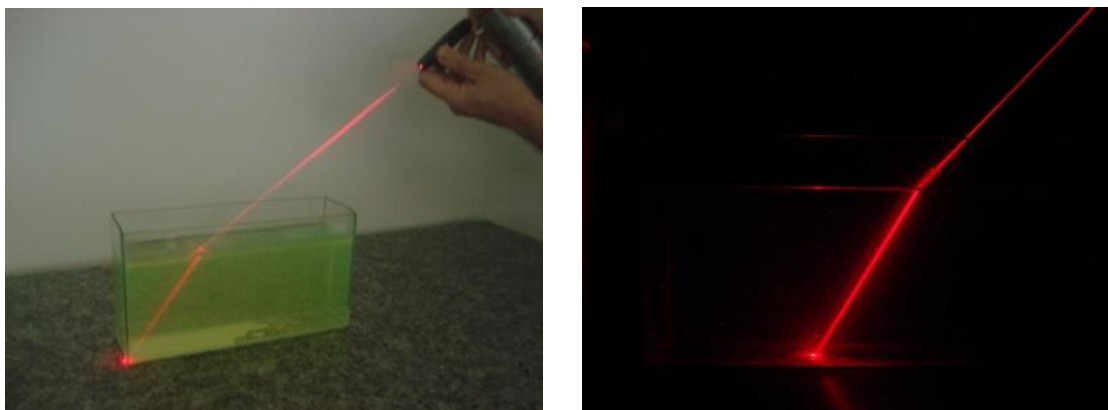


Figura 7: Refração da luz utilizando *spray* no meio incidente.

Outro fenômeno possível de perceber na atividade é o de reflexão total. Para isso, é preciso simular que o raio esteja partindo do interior do líquido (meio que a luz apresenta menor velocidade) para o ar (meio em a radiação desenvolve maior velocidade), conforme ilustrado na Figura 5. A ação de apontar a caneta na parede lateral possibilita essa simulação, conforme pode ser observado na Figura 8.

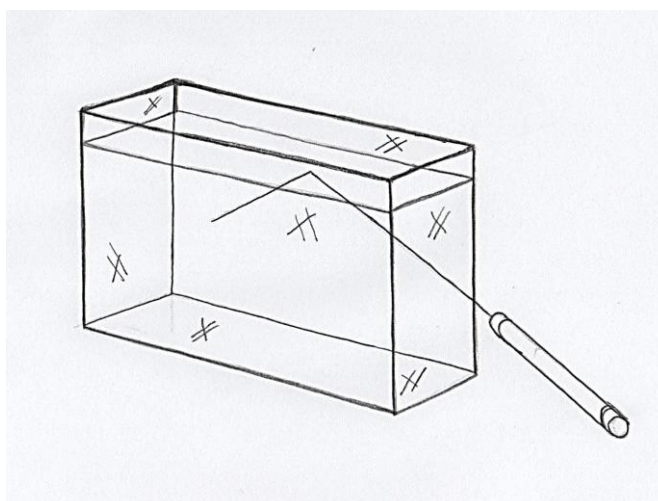


Figura 8: Ilustração do posicionamento do *laser* na lateral da cuba para a formação do fenômeno da reflexão total.

Para a visualização desse fenômeno, é necessário um ângulo de inclinação em relação à normal da parede da cuba de, aproximadamente, 60° . Com esse arranjo, é possível visualizar que o raio proveniente do interior do líquido chega à superfície e retorna para o próprio líquido, evidenciando o fenômeno desejado. Uma das condições para a ocorrência do fenômeno da reflexão total é que o raio incidente parta de um meio onde apresente menor velocidade (líquido) para um meio em que desenvolva maior velocidade (ar). Na atividade experimental aqui apresentada, o raio de luz deve estar inicialmente no líquido (simulado pela incidência na lateral da cuba) e encontrar a superfície de separação líquido-ar com um ângulo maior que o ângulo limite. A visualização do efeito está representada na Figura 9.



Figura 9: Foto da reflexão total.

A possibilidade de inclinação da caneta em diferentes ângulos oportuniza ao professor a exploração qualitativa do conceito de ângulo limite.

Dependendo da inclinação do ângulo incidente (*laser*), poderá ser visualizada, além da refração e da reflexão total, a reflexão. Esses dois últimos poderão ser visualizados em um único momento. O raio refletido, após atingir a superfície de separação e retornar para o interior do líquido, alcança a base espelhada da cuba e, na sequência, a superfície do líquido, provocando a repetição do mencionado anteriormente. Se o tamanho da cuba permitir, serão visualizados vários efeitos desse conjunto, o que possibilitará discutir, por analogia, o funcionamento da fibra ótica.

É digno de nota que a construção do equipamento pode ser feita num momento anterior à aula, ou, então, no seu próprio decorrer. A montagem, se feita pelos estudantes, pode lhes provocar desafios e oportunidades, levando-os a construir e reconstruir seus saberes. Outro aspecto importante é a necessidade de uma sala escura, pois, quanto menos luz externa incidindo no momento das demonstrações, melhor será a sua visualização.

Como sugestão de atividade utilizando a mesma solução líquida, menciona-se a possibilidade de trabalhar com prismas de vidro ou acrílico. Pode-se preencher o interior do prisma com essa solução e demonstrar o desvio do raio ao atravessar o prisma. Para tornar o efeito mais visível, é necessário que na parte externa do prisma seja produzida fumaça com a utilização de uma máquina de fumaça, ou, mesmo, de *spray* do tipo para cabelo. A Figura 10 apresenta uma foto da situação mencionada na qual se utilizou fumaça na parte externa do prisma.



Figura 10: Desvio na trajetória do raio ao atravessar um prisma.

Considerações Finais

As atividades experimentais possibilitam a vivência de uma Física mais prazerosa, mais intrigante, mais desafiadora e imbuída de significados. Esses aspectos contribuem para criar uma imagem mais positiva dessa Ciência, despertando no estudante curiosidade e gosto por essa disciplina. Nessas condições, os estudantes sentem-se motivados para o estudo, qualificando significativamente seu aprendizado.

Em vista do exposto, o equipamento didático apresentado neste trabalho torna-se uma excelente alternativa para enriquecer as aulas de Física do ensino médio, uma vez que proporcionam situações em que os estudantes podem explorar as demonstrações práticas relacionadas à lei de Snell-Descartes, do ângulo limite e dos fenômenos reflexão total e refração, de forma prática e concreta, tendo, assim, a oportunidade de confrontar seus conhecimentos prévios com os conhecimentos a serem estudados. Sua montagem, fundamentada em materiais alternativos, torna acessível o seu emprego e a sua adaptação em escolas que não disponham de laboratórios e de recursos materiais significativos. Por esse motivo, a atividade pode ser considerada inovadora e permite que as demonstrações se tornem muito próximas da realidade dos estudantes.

Finalmente, conclui-se que o equipamento é capaz de proporcionar estratégias de aprendizagem que provocam desafios e oportunidades, levando o estudante a construir e reconstruir seus saberes.

Referências

- BRASIL, **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei nº 9.394, de 20/12/1996.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências da natureza**. Secretaria de educação média e tecnológica. Brasília: Ministério da Educação, 1999.

BRASIL, **PCN+ ensino médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2002.

BRASIL, **Orientações curriculares para o ensino médio**: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006.

HYGINO, C. B.; SOUZA, N. S.; LINHARES, M. P. Reflexões sobre a natureza da ciência em aulas de Física: estudo de um episódio histórico do Brasil colônia. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 2, p. 14-24, 2012.

PENA, F. L. A.; RIBEIRO FILHO, A. Obstáculos para o uso da experimentação no ensino de Física: um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas brasileiras publicados em periódicos nacionais da área (1971-2006). **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, p. 1-13, 2009.

ROSA, C. T. W; ROSA, A. B. Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio. **Revista Electronica Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 1, 2005. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART2_Vol4_N1.pdf>. Acesso em: 06 maio 2013.

RICARDO, E. C.; ZYLBERSZTAJN, A. O ensino das ciências no nível médio: um estudo sobre as dificuldades na implementação dos Parâmetros Curriculares Nacionais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 3, p. 351-370, dez. 2002.