

EXPERIMENTOS DE ÓTICA COM LASER PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL

Alexandre César de Azevedo¹, Leonardo Pereira Vieira², Carlos Eduardo Aguiar², Antônio Carlos Fontes dos Santos²

¹ Colégio Pedro II, Unidade Realengo, alexandrecesar.azevedo@gmail.com

² Instituto de Física, UFRJ, leonardovieira20@ig.com.br

² Instituto de Física, UFRJ, carlos@if.ufrj.br

² Instituto de Física, UFRJ, toni@if.ufrj.br

Resumo

A política atual exige que os alunos portadores de necessidades especiais devam ser incluídos juntamente com seus pares em situações de ensino regular. Assim, os sistemas especial e regular são substituídos por um único sistema inclusivo onde todos os alunos frequentam a mesma escola. No caso particular dos alunos portadores de deficiência visual, um dos principais problemas que encontram no seu aprendizado de ciências, em particular da física, é a ausência de material instrucional adaptado para o laboratório experimental. Neste artigo apresentamos estratégias, atividades e recursos instrucionais para o professor de física utilizar em sala de aula com alunos portadores de deficiência visual utilizando aparelhos emissores de luz laser. Sugerimos a utilização de material de baixo custo e de fácil obtenção. Visando a obtenção de melhores resultados, é sugerido que o professor adote os recursos sob uma perspectiva de construção de modelos a fim de estimular o interesse e o envolvimento ativo do aluno. No decorrer das atividades, os alunos desenvolvem habilidades de raciocínio de forma progressiva, bem como uma compreensão mais profunda dos conceitos e sua importância para o seu dia-a-dia.

Palavras-chave: inclusão, deficiência visual, ótica, laser.

Introdução

Até recentemente, as escolas especializadas têm sido as principais responsáveis pela educação de alunos com necessidades específicas. No entanto, essa visão de educação especial tem sido modificada. A segregação desses alunos é agora vista como algo inaceitável. A tendência atual é a de que os alunos com necessidades específicas devem ser educados em conjunto com seus pares em situações de ensino regular. Então, a separação entre os sistemas regular e especial desaparece. Estes sistemas distintos são substituídos por um único que inclui uma vasta gama de alunos, onde todos os alunos frequentam a mesma escola.

Mas não basta unificar os sistemas. As escolas devem estar preparadas para receber este novo aluno. No que tange os alunos com deficiência visual, estes precisam de estratégias de ensino, material instrucional adaptado e modificações no currículo regular para enfatizar habilidades de tato, audição e comunicação.

Um dos receios apresentados por professores do ensino que recebem alunos cegos em suas classes refere-se ao modo de aprendizagem deste aluno além dos recursos necessários para essa aprendizagem [Batista 2005].

Entre as dificuldades encontradas por um estudante de física deficiente visual, destaca-se aquela relacionada com a realização de experimentos e, no caso particular da ótica, a sua representação mental do que venha a ser a luz. Neste artigo tratamos destes problemas, estabelecendo alternativas para a prática experimental além de uma contribuição para a construção de uma representação conceitual mental acerca da luz. Os experimentos utilizam material de baixo custo, fáceis de encontrar e manusear e que fornecem uma percepção tátil para o aluno deficiente visual.

O ensino de óptica para alunos com deficiência visual tem sido abordado usualmente através da apresentação de artefatos tátil-visuais (Camargo 2008, Azevedo 2010). No entanto, a crença geral de que os demais sentidos de uma pessoa deficiente visual são automaticamente mais desenvolvidos em relação aos videntes não se verifica na prática. Na verdade, o deficiente visual aprende a utilizar os demais sentidos desenvolvendo-os com a sua utilização. Não obstante, toda a informação recebida pelo deficiente visual torna-se limitada pela sua falta de visão levando-o a conclusões equivocadas. Para contornar esta dificuldade é necessário utilizar métodos objetivos de instrução e mais próximos da experiência concreta quanto possível.

Como a maioria dos experimentos em Ótica com algum significado real é observado visualmente, os experimentos devem ser adaptados de modo a converter os sinais luminosos em sinais perceptíveis pelo aluno cego. Um dos sentidos mais utilizados pelo cego é o tato. Assim, descrevemos a utilização de aparelhos emissores de laser convencionais ou adaptados. Para a obtenção de melhores resultados, sugerimos que o professor utilize os recursos sob um enfoque de construção de modelos de modo a estimular o interesse e o envolvimento ativo do aluno. Conforme os alunos vão engajando nas atividades, eles desenvolvem habilidades de raciocínio de forma crescente, além de uma compreensão mais profunda dos conceitos e sua relevância para o seu dia-a-dia.

Nosso intuito é apresentar alternativas e estratégias de modo a diminuir as dificuldades encontradas pelos alunos deficientes visuais em atividades experimentais, em particular a ótica geométrica. Nas próximas seções apresentamos uma breve descrição dos aparelhos emissores de luz laser utilizados, bem como os procedimentos de segurança que devem ser seguidos pelo instrutor de modo a evitar acidentes. Em seguida, a metodologia utilizada é apresentada.

Cuidados com a utilização de lasers

Existem normas que descrevem procedimentos para o uso seguro de lasers de modo a minimizar o risco de acidentes, especialmente acidentes envolvendo lesões oculares. Uma vez que mesmo quantidades relativamente pequenas de luz laser podem ocasionar lesões permanentes nos olhos.

Lasers de potências moderadas e altas são potencialmente perigosos porque podem queimar a retina do olho, ou mesmo a pele. Para controlar o risco de lesão, foram criadas algumas normas por exemplo, ANSI Z136 (ANSI Z136) nos

Estados Unidos e a norma internacional IEC 60825 (IEC 2007) que definem as "classes" de lasers em função da sua potência e comprimento de onda.

A pele é geralmente muito menos sensível à luz laser do que o olho, mas a exposição excessiva à luz ultravioleta a partir de qualquer fonte (laser ou não-laser) pode causar a curto e longo prazo efeitos semelhantes a queimaduras solares, enquanto comprimentos de onda visível e infravermelho são principalmente prejudicial devido a danos térmicos.

Para os experimentos apresentados neste artigo, utilizamos apontadores lasers e lasers adaptados a partir de produtos eletrônicos (classe 3B:potência entre 8 e 14 miliwatts). Por exemplo, impressora a laser, leitores de CD, são produtos laser classe 1 (que não causam danos), mas eles contêm lasers de classes 3 ou 4. Os lasers de classe 1 não emitem níveis prejudiciais de radiação e são, portanto, isentos de medidas de controle. Por uma questão segurança, a exposição desnecessária à luz de lasers de classe 1 deve ser evitada.

Algumas orientações devem ser seguidas (IEC 2007, ANSI Z136.5): Todos os participantes, alunos ou instrutores devem estar cientes dos riscos. Os experimentos devem ser realizados sobre uma mesa horizontal com todos os feixes de laser se propagando horizontalmente e nunca ultrapassando os limites da mesa. Os usuários nunca devem colocar os olhos na altura do laser para evitar feixes refletidos que eventualmente ultrapassem os limites da mesa. Relógios e outros ornamentos que podem refletir o laser não devem ser permitidos no laboratório. Todos os objetos situados sobre a mesa devem ter um acabamento de tal modo a impedir as reflexões especulares. Proteção ocular adequada deve ser sempre exigida para todos na sala pois existe um risco significativo para uma lesão ocular. O alinhamento dos componentes óticos deve ser realizado com uma potência de feixe reduzida sempre que possível. Os óculos devem ser selecionados para o tipo específico de laser, para bloquear ou atenuar na faixa de comprimento de onda apropriado. Os óculos são classificados através da densidade óptica (DO), ou seja, o logaritmo de base 10 do fator de atenuação, através da qual o filtro ótico reduz a potência do feixe. As especificações de proteção (comprimentos de onda e as densidades ópticas) são normalmente impressas nos óculos, geralmente perto do topo da unidade.

Há vários vídeos disponíveis na Internet mostrando passo-a-passo como construir um laser caseiro a partir de um leitor DVD. Nunca é demais repetir que todos os presentes devem sempre utilizar óculos de proteção.

Métodos

Propomos que ensinar fenômenos físicos deve ser subsidiado pela construção de modelos conceituais. Como a teoria de modelagem envolve um conhecimento processual, é melhor aprendida em um contexto de atividades específicas de modelagem, onde a teoria é desenvolvida gradualmente de modo a monitorar e orientar estas atividades. Um ensino ativo utilizando a construção de modelos exige a coordenação e integração de fatos com o método científico, ao invés de uma simples coleção de fatos e fórmulas. Princípios de modelagem organizam a informação contida em uma teoria científica para a aplicação em situações físicas reais e problemas concretos. Assim, uma instrução centrada na

arquitetação de modelos foca na construção da realidade física e deve ser efetiva no desenvolvimento da intuição física dos estudantes.

Para introduzir os primeiros conceitos sobre a luz, inicialmente os estudantes são expostos, por exemplo, à luz solar. Pode-se, de modo alternativo, aproximar a mão do aluno de uma lâmpada acesa de um abat-jour, para que ele também possa sentir o calor, ou ainda, aproximar a mão do aluno da chama de uma vela. Tanto a exposição ao Sol, quanto a aproximação da mão à lâmpada ou à chama, deverá ocorrer dentro de um pequeno intervalo de tempo, para evitar acidentes.

O aluno sente a interação da radiação com a sua pele. O tato é uma das principais formas de interação do estudante cego com o mundo. O tato é um dos cinco sentidos humanos, usualmente dividido em quatro sistemas: termocépção (percepção da temperatura), somatosensorial (identificação de texturas), propriocepção ou cinestesia (reconhecimento da localização espacial do corpo) e nocicepção (percepção da dor) (Robles-De-La-Torre 2006).

O professor pode ainda utilizar um laser de potência razoável (Fig. 01-02) de modo a sensibilizar a pele e pelo calor gerado o aluno possa sentir a luz. A propagação retilínea da luz pode ser facilmente explorada com o auxílio do laser. Sobre a bancada, o professor pode colocar um isopor. O aluno é capaz de identificar o ponto no qual a luz do laser sensibiliza a sua pele. Com o auxílio de um alfinete, o aluno fixa o alfinete no isopor e repetindo este processo várias vezes ele pode verificar que os alfinetes que ele fixou estão alinhados sobre uma mesma linha reta (Fig. 03).



Figura 01 – Um feixe de luz laser vermelho de um “pointer”. O aluno cego é capaz de apontar a região sobre a sua pele onde o laser incide (foto obtida com permissão do responsável pelo aluno).



Figura 02 - Nas figuras acima, ainda temos o aluno mostrando em seu braço onde está sentindo a incidência. O aluno ainda sentindo a incidência por reflexão no espelho plano.

Nesta etapa da instrução, a experiência concreta fornecida na etapa anterior é usada como a base para a introdução de um conceito. As funções do aluno e do instrutor nesta atividade podem variar, dependendo da natureza do conteúdo. Geralmente, os alunos devem ser convidados a "inventar" parte ou a totalidade da relação para si. O instrutor fornece incentivo e orientação ao aluno quando necessário. Este procedimento permite aos alunos se "auto-regularem" e, portanto, mover em direção ao equilíbrio com os conceitos apresentados. Durante a atividade de construção do modelo, os estudantes são incentivados a formular relações que generalizem suas idéias e experiências concretas. O professor atua como mediador ajudando aos alunos a formularem essas relações de modo a serem coerentes com os objetivos da instrução.

O professor pode ajudar o estudante introduzindo a luz como o agente intermediário na interação à distância entre uma fonte (o sol ou o ponteiro laser) e o receptor (a pele de estudante). Aqui, a definição operacional para a luz como "a radiação detectada pelo olho humano" não faz sentido para o aluno cego. Assim, sugerimos uma nova definição: "*A luz é uma energia radiante que impressiona a sua pele pelo tato*".

Para estudar a propagação retilínea da luz, o instrutor pode adaptar o método tradicional de utilizar alfinetes (CRUZ 1997) e uma placa de isopor. Sobre a bancada, o professor pode colocar o isopor. O aluno é capaz de identificar o ponto no qual a luz do laser sensibiliza a sua pele. Com o auxílio de um alfinete, o aluno fixa o alfinete no isopor e repetindo este processo várias vezes ele pode verificar que os alfinetes que ele fixou estão alinhados sobre uma mesma linha reta (Fig. 03).

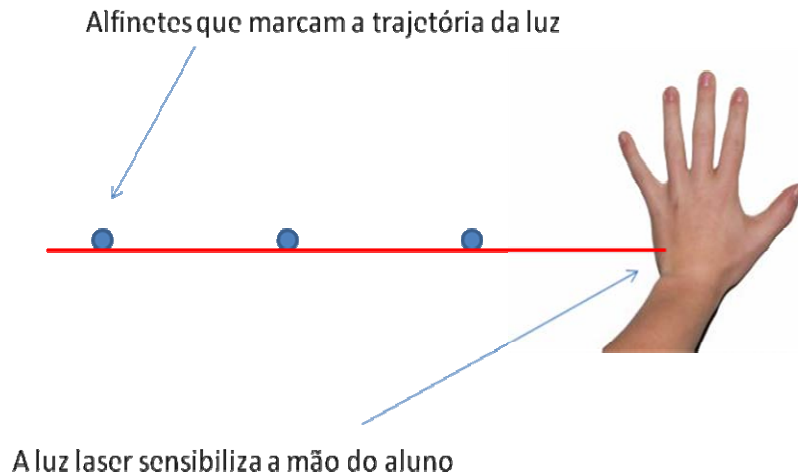


Figura 03 – Com o auxílio de alfinetes que “marcam” a trajetória da luz, pode-se demonstrar o conceito de propagação retilínea da luz.

As leis da reflexão e refração podem ser facilmente demonstradas através da utilização dos alfinetes como marcadores, conforme ilustram as Fig. 04 e 05. Depois de uma exposição sucinta sobre o assunto, o aluno é estimulado a aprender através da sua própria experiência. As atividades são sugeridas pelo professor que irão ajudar ao aluno a adquirir novas experiências para atividades posteriores. Numa primeira fase, o aluno recebe apenas um mínimo de tutoria e encoraja-se que o aluno explore novos conceitos por conta própria. Posteriormente, o instrutor fornece incentivo, tutoriais e/ou sugestões para manter um nível adequado de aprendizagem (Karplus 1962). Esta atividade proporciona a informação ao professor quanto à capacidade do aluno em lidar com os conceitos e/ou habilidades que estão sendo introduzidos. Além disso, o aluno irá lidar com as habilidades de raciocínio que possam conduzi-lo à busca da solução para o problema.

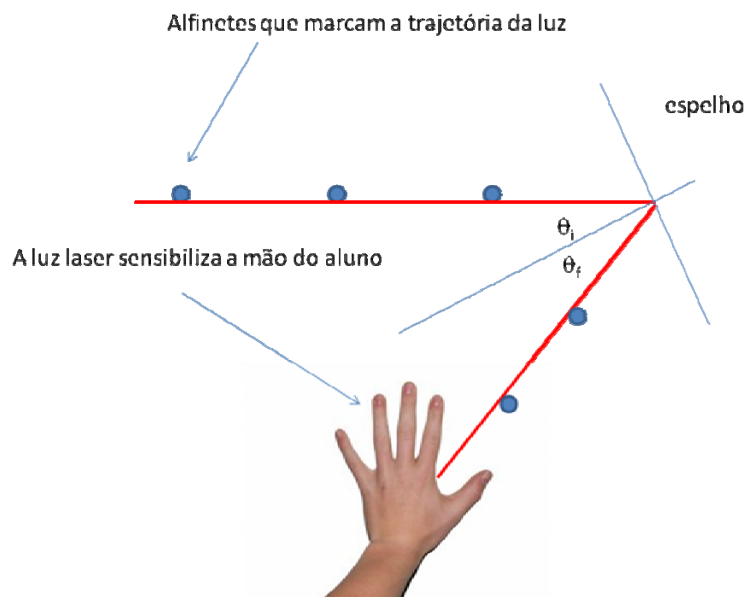


Figura 04 – Ilustrando a lei da reflexão.

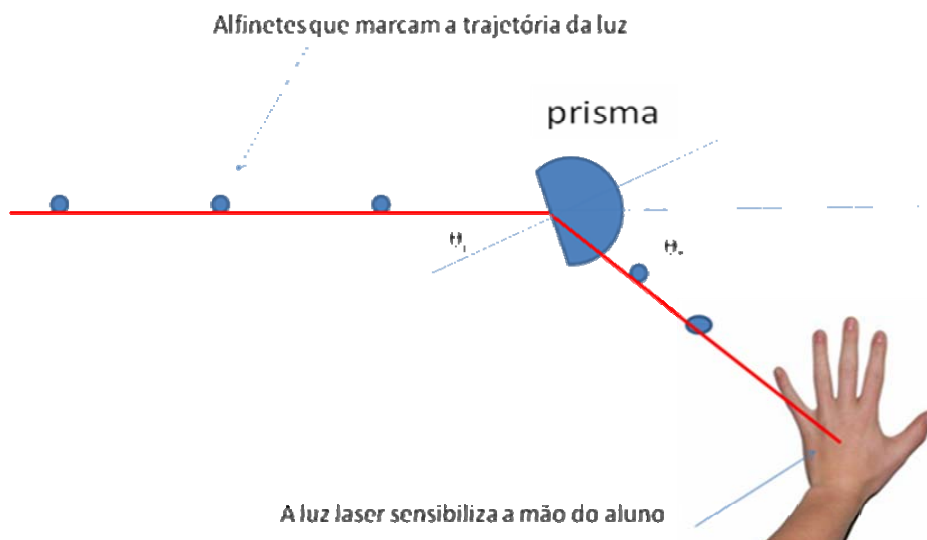


Figura 05 – Ilustrando a lei da refração.

Conclusões

Neste trabalho apresentamos material didático e estratégias visando o ensino de ótica para alunos com deficiência visual, utilizando a luz laser. É fato conhecido que uma das maiores dificuldades encontradas por um estudante de física portador de deficiência visual está relacionada com a realização de experimentos e, no caso particular da ótica, a sua representação mental do que venha a ser a luz. Este trabalho baseia-se na premissa de que ensinar fenômenos físicos deva ser subsidiado pela construção de modelos conceituais. Durante as instruções pudemos verificar que o aluno portador de deficiência visual estabelece suas relações com o aprendizado de física através de um processo contínuo de superação pessoal. Neste sentido, o aprendizado de um aluno com deficiência visual não difere muito do aprendizado do aluno vidente. Assim, a escola deve assumir o seu papel inclusivo, uma vez que a vivência em comunidades, ao mesmo tempo, que torna a visão de mundo do aluno complexa, contribui para a sua capacidade de entendimento. São fundamentais os papéis da escola e do professor devidamente treinado na construção da visão de mundo dos alunos portadores de necessidades específicas (Pietrocola 2010).

Referências

ANSI 136.5 (American National Standards Institute) American National Standard for the safe use of lasers. Laser Institute of America, Orlando FL

IEC 60825 - Safety of Laser Products Package (International Electrotechnical Commission), 2007.

DE CAMARGO, Eder Pires; NARDI, Roberto; FILHO, Paulo Roberto Pires Maciel; DE ALMEIDA, Débora Renata Vieira; Como Ensinar Ótica para alunos Cegos e com Baixa Visão?, **Física na Escola**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 20-25, 2008.

AZEVEDO, Alexandre César, Construção gráfica para alunos cegos, **Física na Escola**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 48, 2010.

Safety of laser products - Part 1: Equipment classification and requirements 2nd Edition. International Electrotechnical Commission, 202 patinas, 2007.

ROBLES-DE-LA-TORE G., **the Importance of the Sense of Touch in Virtual and Real Environments**. IEEE Multimedia 13(3), Special issue on Haptic User Interfaces for Multimedia Systems, p. 24-30, 2006.

Cruz, R.; Leite S.; Carvalho, C, **Experimentos de Física em Microescala, Termologia e Ótica**, Ed. Scipione, 1997.

Karplus, R. **Science Teaching and the Development of Reasoning**. Journal of Research in Science Teaching, 14 (2), 169-175, 1962.

M. Pietrocola, **Construção e realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ciências através de modelos**. Investigações Científicas, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 4, 1999.