



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ

DANIELE BARROSO DE SOUSA

UM CURSO DE ÓTICA BASEADO EM
EXPERIMENTOS

FORTALEZA - CEARÁ

2010

DANIELE BARROSO DE SOUSA

UM CURSO DE ÓTICA BASEADO EM EXPERIMENTOS

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Física do Centro de Ciências e Tecnologia, da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de graduada em Licenciada de Física.

Orientador: Prof. Mes. Ítalo Pereira Bezerra.

FORTALEZA – CEARÁ

2010

S725c Sousa, Daniele Barroso de.
Um curso de ótica baseado em experimentos / Daniele Barroso de Sousa. – Fortaleza, 2010.
59p; il.
Orientador: Prof. Mes. Ítalo Pereira Bezerra.
Monografia (Graduação em Física) – Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia.
1. Ensino de Física – experimentos. 2. Ótica geométrica.
I. Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia.

CDD: 535

DANIELE BARROSO DE SOUSA

UM CURSO DE ÓTICA BASEADO EM EXPERIMENTOS

Monografia apresentada ao Curso de Física do Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de graduado em Licenciatura de Física.

Aprovada em: 27/ 08/ 2010

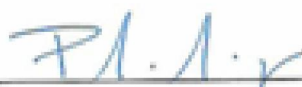
BANCA EXAMINADORA



Prof. Mes. Italo Pereira Bezerra. (Orientador)
Universidade Estadual do Ceará



Profª. Mes. Silvia Helena Roberto de Sena.
Universidade Federal do Ceará



Prof. Mes. João Philipe Macedo Braga
Universidade Federal do Ceará

*Dedico essa monografia a minha
família, a minha mãe Rita Barroso e
minha irmã Tamires Barroso.*

AGRADECIMENTOS

- Primeiramente agradeço a Deus pelo dom da vida, por seu amor e força que me sustenta.
- Agradeço a minha família pelo apoio constante e paciência
- Ao Gleydson Amâncio pelo amor que me dedica, companheirismo, amizade e cumplicidade.
- A todos os meus amigos que sem os quais eu nada seria. Em particular os que contribuíram de alguma forma para que esse trabalho fosse realizado; Janilson, Kelly e Nathalia.
- Ao meu Orientador Prof. Mes. Ítalo Pereira Bezerra, que aceitou gentilmente orientar esse trabalho e foi crucial para que ele fosse concluído.
- A Prof. Mes. Mônica Figueiredo Lenz Cesar por sua dedicação enquanto minha professora.
- Aos meus amigos de graduação que me auxiliaram durante todo o curso.

RESUMO

Visando oferecer alternativas para um ensino de Física mais contextualizado e através de atividades práticas que buscam revigorar o curso de ótica, relacionou-se uma lista de experimentos que podem ser realizados na sala de aula com materiais de fácil acesso mesmo para os estudantes. A construção e o orçamento de instrumentos óticos, experiências no âmbito da ótica geométrica e a construção de uma luneta com materiais de baixo custo são citadas, atividades que podem ser realizadas pelos próprios alunos, visando à participação ativa dos mesmos.

Palavras – chaves: Ensino de Física – experimentos; Ótica geométrica.

*“Que teu coração deposite toda a sua confiança no Senhor!
Não te firmes em tua própria sabedoria!
Sejam quais forem os teus caminhos, pensa nele, e ele aplinará tuas sendas.”*

Provérbios 3, 5

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Círculo 1 e círculo 2 para o projetor	22
Figura 2 – Cartolina encaixada na lanterna formando o projetor	23
Figura 3 – Material para o projetor	23
Figura 4 – Projetor e a reflexão da luz	23
Figura 5 – Parte lisa da canaleta que serve de base para o trilho ótico	24
Figura 6 – Lentes, anteparo e fonte de luz do trilho ótico	25
Figura 7 – Trilho ótico pronto	25
Figura 8 – Obstáculo feito com a cartolina ou papelão	26
Figura 9 – Disco de Newton com as cores primárias	30
Figura 10 – Disco de Newton e a composição da luz	30
Figura 11 – Raios de luz na reflexão	31
Figura 12 – Leis da reflexão	32
Figura 13 – Espelhos côncavo e convexo	35
Figura 14 – Raios de refração	38
Figura 15 – Lente convergente	40
Figura 16 – Lente divergente	40
Figura 17 – Ângulo limite	41
Figura 18 – Esquema de raios de luz presentes na luneta astronômica	45
Figura 19 – Parte do material da luneta	46
Figura 20 – Canos de pvc para o corpo da luneta	47
Figura 21 – Colando a fita dupla face	48
Figura 22 – Colando o papel veludo na dupla face	48
Figura 23 – Medindo para fixar o tripé	49
Figura 24 – Corpo da luneta	49
Figura 25 – Encaixando a lente objetiva, o diafragma e o anel de borracha	50
Figura 26 – Diafragma	51
Figura 27 – Lentes oculares	51
Figura 28 – Binóculo desmontado	52
Figura 29 – Encaixando o tripé	53
Figura 30 – Luneta	53

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	09
1. INTRODUÇÃO	11
1.1. Ensino de Física no Brasil	11
1.2. O ensino de Física na educação básica	13
1.3. A experimentação na Física	14
1.4 O ensino de Ótica na educação básica	18
1.4.1 Material didático	19
1.5 A importância do ensino de Ótica	19
2. PROPOSTAS EM ENSINO DE ÓTICA	21
2.1 Instrumentos para realização de experiências	21
2.1.1 Um projetor de feixe de luz	22
2.1.2 Trilho ótico	23
2.2 Princípio da propagação da luz	26
2.2.1 Câmara escura de copo plástico	27
2.3 Princípio da independência dos raios de luz	28
2.4 Princípio da reversibilidade dos raios de luz	28
2.5 Cores e luz	29
2.5.1 Disco de Newton	29
2.5.2 Filtro de cores	30
2.6 Reflexão da Luz	31
2.6.1 As leis da reflexão	32
2.6.2 Formação de imagens no espelho plano	33
2.6.3 Associação de espelhos	34
2.6.4 Espelhos esféricos	35
2.7 Refração	37
2.7.1 Índice de refração	37
2.7.2 Lentes esféricas (feixes de luz)	39
2.7.3 Lentes esféricas (imagens)	40
2.8 Reflexão total	41
3 EXPERIMENTO	43
3.1 Conceitos Físicos presentes	44
3.2 Construção da Luneta	47
CONCLUSÃO	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

1 INTRODUÇÃO

1.1 Ensino de Física no Brasil

Nos últimos anos tem sido debatido por pesquisadores, professores e alunos a necessidade de um ensino de Física renovado e reformulado. Bezerra et al. (2009) diz que há uma sutil evolução no ensino-aprendizagem de Física, que busca ficar mais próximo da realidade dos alunos e assim mais compreensível. Esta preocupação com a melhoria do ensino pode ser observada em diversas publicações (ALVES, 2006; ARAÚJO e ABIB, 2003; ROBERTO, 2009; ROSA e ROSA, 2007). Como consequência desta preocupação, pode-se observar uma reformulação dos livros didáticos que estão mais contextualizados e com uma linguagem mais clara e objetiva. No entanto essa mudança é insuficiente, visto que o ensino no Brasil baseia-se no livro didático e em aulas expositivas com a utilização somente de quadro e pincel.

Segundo Moreira (2000), desde 1950 a atividade experimental ligada ao ensino é considerada essencial ao aprendizado, mas ainda hoje o referencial usado continua sendo o livro didático. De fato, outro problema do ensino de Física no Brasil está diretamente ligado ao fato desta ciência ser experimental. Isto implica na necessidade de uma infra-estrutura laboratorial adequada e de um projeto curricular voltado para a experimentação.

No Brasil esse debate vem aflorando cada vez mais e levantando questões de como vem sendo o ensino de Física desde o ensino fundamental até o nível superior. Diversos projetos curriculares foram criados visando renovar os currículos antigos, buscando um ensino mais experimental e menos livresco, no entanto esses projetos não mostraram resultados realmente eficazes, por só tratarem de como ensinar física e não tratar de como aprender Física. “Ensino e aprendizagem são interdependentes; por melhor que sejam os materiais instrucionais, do ponto de vista de quem os elabora, a aprendizagem não é uma consequência natural”. (MOREIRA, 2000)

Os problemas educacionais hoje no Brasil são consequências inerente da herança cultural e educacional da colonização portuguesa (DIOGO e GOBARA, 2007), todo o sistema escolar que temos hoje traz essa carga histórica. Boa parte desse sistema deve-se aos jesuítas, onde prevalecia a educação humanística, que

se focava na alfabetização e na doutrinação cristã, não se preocupando com as ciências experimentais (ALMEIDA JUNIOR, 1979).

Ainda conforme o autor, o ensino no Brasil nunca teve como prioridade a educação científica e tecnológica. Desde a época da colônia, período onde a primeira escola foi fundada na Bahia em 1549, a predominância era das escolas voltadas às ciências humanas. Fato que foi observado desde 1549 até aproximadamente 1808, com a exceção de algumas iniciativas dos próprios jesuítas que procuravam entender e ensinar alguns fenômenos da natureza como a meteorologia. Assim como na invasão holandesa em que realizavam atividades científicas. Somente por volta de 1800 que a Física foi incluída como disciplina no currículo do seminário de Olinda, fundado pelo bispo Azeredo Coutinho. Com a chegada da família real ao Brasil houve grande movimentação cultural e científica, mas que só tendiam para os estudos da medicina e seus interesses (ALMEIDA JUNIOR, 1979).

Conforme Multirio (2006, apud DIOGO e GOBARA, 2007) um exame admisional para curso superior foi inicialmente introduzido no Brasil Império. As disciplinas humanas eram mais avaliadas para o ingresso nas escolas superiores e como consequência as aulas de Física eram suprimidas.

Passando por todo período da República não há nenhuma mudança substancial do ensino de Física, tal maneira como era tratado antes ainda o é agora; um ensino retórico e fechado com quase nada de experimentação, apenas aulas expositivas que vislumbram a memorização. A afirmação do autor ainda é válida; “Não havia preocupação em fazer ciência enquanto se estudava ciência” (ALMEIDA JUNIOR, 1979).

Nas quatro últimas décadas surgiram projetos e iniciativas no intuito de mudar esse quadro e fazer uma reforma no ensino, incluindo atividades experimentais desenvolvidas pelo discente, e assim despertar o interesse científico nos alunos. Foi quando emergiram outros problemas; como a má formação dos professores, escolas sem laboratórios, a falta de material de instrumentação, a baixa carga horária da disciplina, dentre outros. O ensino até hoje permanece, em grande parte, com as mesmas características; livresco e explanatório, onde somente o professor é possuidor do conhecimento. “Um ensino que apresenta a Física como ciência compartimentada, segmentada, pronta, acabada, imutável.” (NARDI, 2004 p. 17).

Atualmente, existem várias iniciativas visando facilitar o aprendizado de Física. Uma delas é a proposta pedagógica do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física – GREF, da Universidade de São Paulo - USP, que trazem seu material didático uma Física contextualizada e próxima da realidade dos alunos. Assim como o advento dos experimentos de baixo custo (assunto que será abordado mais especificamente), que permite aos alunos acesso a conceitos vistos antes só na teoria. Dentre outras inúmeras tentativas que só terão êxito de fato, se todo o nosso sistema educacional for reformulado, possibilitando a mudança de como a Física é vista e ensinada.

1.2 O ensino de Física na educação básica

Existem vários trabalhos (KAWAMURA e HOSOUKE, 2003; MOREIRA, 2000; SCHROEDER, 2007; VIOLIN, 1979), atuais ou de mais de três décadas atrás, que abordam o ensino de Física na educação básica. Todos com o mesmo foco de melhorar o ensino de Física. Apesar de ser um tema tão discutido, pouco tem sido feito e quase nada mudou. Ainda percebe-se um ensino que se baseia em conquistas, o discente é julgado por suas respostas “certas ou erradas”, mas aquele que obtém melhores resultados não significa melhor desenvolvimento ou aprendizado de fato.

Um exemplo bastante comentado e questionado é o caso do vestibular, que é apenas usado como meio de exclusão socioeconômica para não se ofertar educação superior a todos. Rosa e Rosa (2007) afirmam muito bem isso quando dizem: “... o vestibular é um parâmetro apenas relacionado ao domínio momentâneo do conhecimento, sem que isto implique em aprendizado significativo dos conceitos, além de que ele não avalia todo o processo de formação humana, social e ética dos indivíduos”.

Outro problema que afeta o desenvolvimento da aprendizagem de Física é a utilização da abordagem comportamental de Skinner, na qual o processo de ensino aprendizagem ocorre por meio de estímulos e respostas, baseado na repetição incansável da teoria até a memorização. Observou-se que alguns livros didáticos trazem exemplos de exercícios resolvidos para que o aluno se baseie e trabalhe as questões que se seguem. Fato que ocorre com mais frequência no ensino médio, onde os alunos são condicionados ao “tipo de questão do vestibular”,

como no 3º ano do ensino médio, mais especificamente, onde as aulas se resumem a uma jornada interminável de resolução de exercícios.

Na busca de reverter essa situação as teorias de aprendizagem construtivistas há muito vêm sendo citadas proporcionando a discussão do ensino–aprendizagem. Os diversos encontros de Física voltados para a educação buscam incessantemente uma solução para renovar e aprimorar o ensino de Física, mais do que isso, busca formas de facilitar o aprendizado dessa disciplina que aos poucos vem perdendo espaço no interesse dos estudantes.

No que se refere ao ensino fundamental, ensinar ciências deve ser um aprendizado divertido para as crianças, uma atividade prazerosa onde elas serão inseridas no universo científico. Isto deve ser feito priorizando-se os pensamentos prévios desses estudantes que já formulam suas próprias concepções, e levando em consideração o nível de desenvolvimento cognitivo de cada série. Assim o pensamento científico e o “fazer ciências” já estarão enraizados nesses estudantes quando adentrarem o ensino médio. No ensino fundamental, onde não se é cobrado apenas fórmulas e a quantificação da Física, é que se induz ao gosto pela discussão científica, levando o alunado à compreensão de fatos que acontecem ao seu redor, ou pelo menos despertando um olhar crítico das ciências naturais (RODRIGUES; COELHO e AQUINO, 2009).

Rosa; Rosa e Pecatti (2007) afirmam que no ensino fundamental é mais importante ainda trazer os conceitos físicos para a realidade das crianças através de atividades experimentais e exemplos cotidianos, já que é da própria natureza da criança ter curiosidade para experimentar e investigar as coisas ao seu redor. É papel do professor ser o facilitador desse processo, levando o estudante a desenvolver sua autonomia para a observação crítica, discussão e investigação, atividades próprias do método científico.

1.3 A experimentação na Física

Embora a Física seja conhecida como uma disciplina complicada e de difícil abordagem, a maior dificuldade na sala de aula é atrair a atenção dos alunos para os conceitos ensinados. Uma abordagem bastante comentada atualmente é o uso de experimentos e de aulas ministradas a partir de exemplos hodiernos. Araújo e Abib (2003) trazem em seu trabalho uma análise de tudo o que foi publicado em

periódicos de ensino de Física nacionais entre 1992 e 2001, que tratavam a experimentação como estratégia para o ensino de Física. No entanto, os inúmeros artigos e pesquisas sobre esse tema parecem ainda não fazer efeito na educação científica, ou seja, apesar de muito discutidas essas abordagens pouco são executadas.

Na Física, como em toda área de ciências há professores e pesquisadores que apontam a realização de atividades práticas como um gancho para a motivação dos alunos, que muitas vezes questionam o porquê e para quê estudar ciências. Para Nunes (2006) o professor é responsável por essa motivação que levará o aluno a não só querer aprender, mas a fazer ciência, contextualizando e dando sentido ao assunto abordado a partir das experiências. O educador deve estar preparado e seguro para o questionamento que pode acontecer, assim como precisa estar disposto a aprender junto com o educando que deve ter sua criatividade inserida no contexto exposto. A partir daí o docente conseguirá melhores resultados na aprendizagem bem como o letramento científico.

É fundamental para o ensino/aprendizagem de Física a observação e o questionamento gerado pelo conflito entre as concepções prévias e as novas descobertas, sem essas duas primícias da investigação científica não há compreensão de conceitos físicos e nem mesmo a visualização dos mesmos (GOMES e BELLINI, 2009). O educador deve ensinar o pensamento científico despertando em seus educandos a curiosidade de conhecimento, instigar questionamentos a cerca de fatos que ocorrem na vida de cada um. E assim, fazendo das experiências pessoais dos alunos o ponto de partida para o estudo dos fenômenos que serão relacionados.

A experimentação para o aprendizado de Física faz esse papel de atrair a atenção do estudante e despertar um conflito cognitivo onde o estudante terá confrontadas as suas concepções de senso comum com os novos conhecimentos abordados e observados na sala de aula. Assim o docente poderá, através do método científico, facilitar a compreensão de conceitos e ensinar habilidades práticas para o discente, que verificará a validade de leis e teorias.

No entanto, de nada adiantará apresentar experimentos em sala de aula feitos somente pelo professor, sem permitir que os alunos tentem realizar também. O professor deve ter em mente o conteúdo abordado e o conhecimento que deseja

que seja construído no aluno, focando na experiência do próprio aluno que levantará dúvidas por conta de todo conhecimento empírico trazido pelo senso comum.

Assim, não basta apenas apresentar a experiência aos estudantes, pois se pode correr o risco de transformá-la apenas em um evento lúdico, sem real significância no aprendizado dos estudantes.

.....

A experimentação é parte inerente do processo de construção científica e, portanto deve ser utilizada com a máxima frequência possível em situações de aprendizado, mas somente se estiver subjacente a um contexto mais amplo. (RIBEIRO, 2010)

Os experimentos em Física precisam ser inseridos nas aulas tradicionais, fazendo com que o estudante pense criticamente a respeito de fenômenos observados no seu dia-a-dia. Há muito se tenta implementar o currículo de Física com aulas de laboratórios, mas a grande maioria das tentativas não produzem efeitos por haver problemas como:

- A baixa carga horária de Física, em torno de três aulas por semana para o ensino fundamental e quatro para o ensino médio, o que inviabiliza aulas em laboratórios.
- A falta de infraestrutura; falta tanto materiais para as experiências como um espaço físico adequado.
- A quantidade excessiva de alunos em uma só turma.
- O curso de graduação de Física que não têm formação específica para as aulas laboratoriais, apresentando dificuldades tanto metodológicas quanto didáticas.

Esse último ponto é recorrente a problemática da formação inicial dos professores de ciências. Na maioria das graduações em Física o número de aulas laboratoriais é insuficiente, e quando se trata das licenciaturas o caso é ainda mais crítico por não haver disciplinas didáticas incluindo atividades práticas.

No entanto, mesmo com todos os problemas citados é possível realizar atividades práticas e motivadoras na sala de aula, sem laboratórios ou instrumentos sofisticados. Com materiais facilmente encontrados em nosso meio ou que podem ser comprados por um custo bastante acessível, realizam-se experimentos que auxiliam na aprendizagem significativa dos conceitos trabalhados. Importando, portanto, a preparação dos professores, bem como o seu interesse em reformular a sua aula e torna-la mais eficaz. “Concluindo, reafirmo: se atividades experimentais

não são realizadas no ensino de Física de 1º e 2º graus, cabe mais à formação do professor do que as condições de nossas escolas” (VIOLIN, 1979).

Mesmo quando algumas exceções de escolas que conseguem achar uma solução para cada um desses problemas, não é garantia de que esteja sendo um aprendizado eficaz, já que este não depende de laboratórios completos e professores qualificados, mas da construção de conceitos a partir do conflito cognitivo despertado nos alunos por meio de experiências e simulações que eles próprios participem ativamente. Não adianta contextualizar a Física, trazer exemplos diários dos alunos sem antes conhecer o que eles pensam e imaginam dos fatos observados no seu cotidiano. Assim, o educando precisa ter autonomia na construção do seu conhecimento, apoiado pela orientação do educador e realizando os próprios experimentos vai desenvolvendo o seu pensamento científico.

Não se pode simplesmente ignorar o conhecimento prévio trazido por cada aluno. Quando não se conhece o que já é preconcebido pelo discente ocorre o erro de pensar que aquele aluno não tem conhecimento algum, ou pior, acredita-se que tudo foi compreendido pelo aluno da forma como lhe foi ensinado. Muitas vezes o educador não entende como o aluno ainda tem dúvidas ou entendeu errado o que lhe foi transmitido. Isso ocorre pelo fato do educando ter idéias já bem enraizadas sobre determinado assunto e somente a observação ou a experimentação permitirá aos alunos confrontar suas idéias com os novos conceitos que surgem. Diversos autores como Gircoreano e Pacca (2001), Melchior e Pacca (2004), Talim (2004) relatam a importância de conhecer e promover um debate com os pensamentos preexistentes dos alunos.

Quando o experimento é feito pelo próprio estudante ou a atividade é realizada com um instrumento confeccionado pelo mesmo, proporciona uma atitude indagadora por parte dos estudantes que participam efetivamente de todo o processo e por isso conseguem visualizar o conceito científico apresentado. Favorece ainda uma maior interação entre os estudantes, que discutem as conclusões e as descobertas entre si aprofundando e revisando o conhecimento adquirido. Além disso, ainda proporciona um relacionamento de via dupla com o professor que se torna um orientador/facilitador, deixa de ser o único com o saber absoluto e passa a ser um descobridor junto ao educando que se identifica e se aproxima mais do educador, permitindo que este o alcance.

1.4 Ensino de Óptica na Educação Básica

A ótica tem sido ensinada de forma enciclopédica e complicada aos estudantes, sem o enfoque na conexão com a realidade. Um tema com inúmeras inovações tecnológicas, como as aplicações do laser presente no dia-a-dia poderia ter abordagens menos descritivas e mais contextualizadas, relacionando os conceitos abordados na sala de aula com o cotidiano dos educandos. Não há como separar a Física, que é uma ciência da natureza, da observação da mesma.

O currículo do ensino fundamental é composto, principalmente pela ótica geométrica, deixando a abordagem de ótica física para ensino médio. No ensino fundamental a carga horária para os estudos de ondas e luz é ainda menor que no ensino médio, justamente onde o aluno precisaria de tempo para experimentar, se familiarizar com o que acontece na natureza. Como consequência o estudante chega ao 2º ano do nível médio (onde normalmente é visto o curso de ótica) sem entender os fenômenos que envolvem a luz e já é passado a ele fórmulas e esquemas sem verificar qual o conhecimento prévio que o aluno traz.

Deve-se oferecer mais tempo e esforço aos estudantes para “pesquisas próprias”, introduzidas de modo organizado; reconhecer o nível de abstração que é necessário para um dado entendimento e que a criança pode atingir um dado ponto; organizar o currículo de tal maneira que as situações e conceitos mais simples sejam apresentados primeiro. (GOULART; DIAS e BARROS, 1989).

Muitos professores trabalham, por meio de experimentos, alguns exemplos do comportamento da luz ou fenômenos associados, no entanto apresentam o problema e a resposta para os alunos, não oferecendo sequer aos alunos a oportunidade de pensar e tirar suas próprias conclusões, o que levaria ao real aprendizado.

Utilizar a pesquisa em sala de aula é propiciar aos alunos um envolvimento interativo de perguntar e responder, de construir desafios e procurar soluções para eles. Mas é importante que os alunos não apenas se envolvam na solução de problemas elaborados pelo professor, mas que eles próprios participem em sua formulação. (MORAES, 2005, p. 114)

No curso de ótica no ensino médio as aulas se resumem à abordagem geométrica. Em geral é ensinado o modelo dos raios de luz, e sua utilização para se determinar como a imagem se forma em diferentes meios e através dos diversos instrumentos óticos. Desconsidera-se a luz em sua natureza e relações. A

consequência disso é a dificuldade no aprendizado do aluno, que não consegue relacionar o que o professor ensina com a sua realidade.

1.4.1 Material didático

Os livros didáticos são os elementos didáticos mais utilizados hoje nas salas de aula do Brasil; são instrumentos imprescindíveis, mas que precisam ser usados como auxílio e não como única ferramenta de trabalho. Segundo Pimentel (1998) o professor deve estar preparado para corrigir e complementar o livro didático, assim como levar o aluno a uma relação estreita com o mesmo. O material didático precisa ter uma linguagem de fácil compreensão para os alunos, visto que o livro é a fonte de informação na ausência do docente.

Nas escolas o que mais é utilizado como fonte de aprendizado em ótica é o livro, seja no ensino fundamental ou médio. Alguns já trazem exemplos de atividades práticas que os alunos podem realizar sozinhos em casa, mas ainda são poucos exemplos e na sua grande maioria de pouco efeito na aprendizagem, visto que só reforçam idéias que os educandos já conhecem.

Os livros didáticos normalmente trazem a ótica geométrica como uma extensão da trigonometria, estudo de ângulos e a memorização de conceitos e formação de imagens, sem levar o aprendiz a entender como isso acontece na realidade. Mais um motivo para que o professor traga o ensino de ótica para a realidade dos alunos.

1.5 A importância do ensino de ótica

A ótica está presente no cotidiano da humanidade e por isso necessita de uma abordagem especial. Nessa área da Física é estudada a composição luz, o comportamento enquanto ondas e partículas. Os estudos das propriedades, dos fenômenos e dos efeitos da luz abriram um leque de possibilidades para a inovação tecnológica. Inúmeros exemplos de sua utilização fazem parte do cotidiano da humanidade. O advento da fibra ótica permitiu uma melhor qualidade na comunicação e mais velocidade nas informações. O raio laser e suas aplicações, os instrumentos óticos (desde uma simples lupa a telescópios modernos), a pinça ótica e tantos outros avanços foram alcançados pelo estudo e o desenvolvimento da ótica.

A medicina é uma das áreas mais visadas e mais privilegiadas com os avanços em ótica, hoje muitas doenças só são detectadas e podem ser tratadas devido às aplicações da ótica na área da saúde. Os raios-X, a tomografia computadorizada são exemplos da importância desta disciplina e também das possibilidades de correlação entre o ensino de ótica e o cotidiano, sem falar no tratamento do câncer que não seria possível sem as técnicas desenvolvidas devido os trabalhos dessa área e a precisão do raio laser.

O funcionamento do olho humano que é o primeiro instrumento ótico que deve ser estudado, assim como as diversas melhorias atualmente utilizadas para a nossa visão que só são possíveis devido ao estudo da luz. As lentes, os óculos, as lupas, os espelhos, os microscópios, os telescópios são alguns exemplos dentre vários instrumentos óticos usados no auxílio ou correção da nossa visão. A utilização de leitura ótica que funciona tanto para medidas de segurança como para os meios de comunicação e entretenimento.

O corpo discente é cercado de fenômenos e fatos causados por essa área da Física que é tão pouco entendida e demonstrada a eles. É preciso mais atenção e cuidado com esse tema que em muitas aulas se resume a matemática, como no caso da ótica geométrica. Com o interesse de melhorar a qualidade na abordagem de ótica no ensino fundamental, elaborou-se uma proposta para trabalhar todo currículo nessa etapa baseado na experimentação. Assim, desenvolvendo o conflito cognitivo no aluno, permitir que se dissolvam suas concepções de senso comum a partir do que é experimentado.

2 PROPOSTAS EM ENSINO DE ÓTICA

A utilização de experimentos permite ao professor tornar suas aulas mais atrativas, assim como avaliar o desenvolvimento de seu aluno, pois o educador poderá comparar os conceitos antes trazidos pelos educandos com os novos construídos em sala e poderá avaliar o progresso de seus alunos com a evolução do curso. Pensando nisso procurou-se atividades práticas que envolvam o estudante ativamente, assim como um apanhado de experimentos de baixo custo que fossem acessíveis não só aos professores, mas a todos os estudantes, grande parte do material pode ser adquirida em casa. Aqueles materiais citados que necessitam ser comprados é dada uma média de preço e onde podem ser encontrados.

Como na educação básica quase não se estuda ótica física, os experimentos são voltados ao curso de ótica geométrica, especialmente no ensino fundamental. No currículo de ótica do ensino fundamental são vistos os seguintes tópicos: O princípio de propagação retilínea da luz; princípio da independência dos raios de luz; princípio da reversibilidade da luz; cores e luz; a reflexão e suas leis (espelhos planos e esféricos); a refração luminosa e suas aplicações (lentes esféricas); reflexão total e instrumentos óticos.

Para cada um dos temas é proposto um experimento, que não necessita de uma estrutura física completa de laboratório didático e experimental de ótica. Os instrumentos que facilitam o estudo da luz têm um custo elevado, portanto é proposto através da construção de dois experimentos de baixo custo a substituição desses aparelhos por instrumentos que podem ser construídos com materiais acessíveis.

2.1 Instrumentos para realização de experiências

Hoje é raro encontrar uma escola que não tenha ao menos um retroprojetor, equipamento útil para demonstração de alguns exemplos. No entanto é um equipamento caro e normalmente não fica a disposição do aluno. Uma solução foi dada por Violin (1979) que traz um projetor que os próprios estudantes podem construir e manusear. A partir desse projetor é possível realizar outras atividades envolvendo o estudo da luz.

2.1.1 Um projetor de feixes de luz

Material:

- Lanterna.
- Fita adesiva.
- Cartolina preta.
- Uma caixa qualquer (pode ser uma caixa de sapatos).

Procedimento:

Cortam-se dois círculos do tamanho da frente da lanterna, em cada um desses círculos será desenhada uma fenda ao centro, que permitirá a visualização de um feixe de luz. No círculo 1, a fenda terá 2 milímetros de largura e um comprimento que vai até no máximo 5 milímetros da borda. No círculo 2 a fenda terá de largura 1 milímetro, já o comprimento será da mesma altura do círculo 1, mas a parte de baixo será cortada até a borda. Como mostra a figura 1.

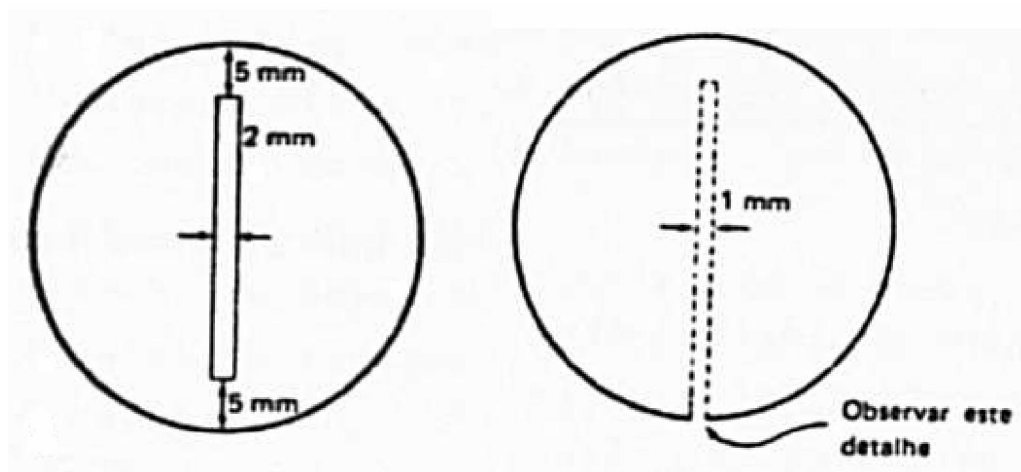


Figura 1 – Círculo 1 e círculo 2 para o projetor. Fonte: Violin (1979).

O círculo 1 deve ser colado na superfície da lanterna com a fita adesiva. Com a cartolina restante é feito um cilindro maior que a lanterna e que a envolva de tal forma a permitir que a lanterna se movimente dentro dele. Em uma das bases do cilindro é fixado o círculo 2, também com a fita adesiva, enquanto a outra base deve ficar livre para ser encaixada a lanterna. As fendas deverão ficar paralelas. Assim como mostrado na figura 2.

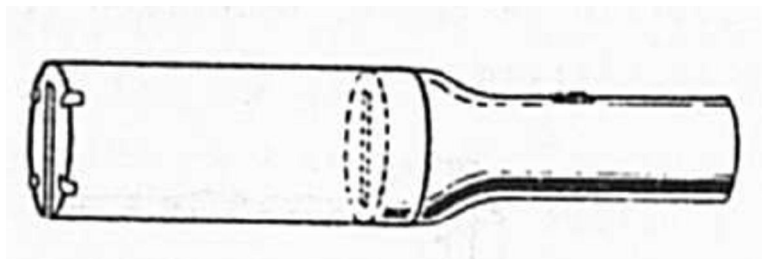


Figura 2 – Cartolina encaixada na lanterna formando o projetor. Fonte: Violin (1979).

A parte mais difícil do projetor está pronta, agora se coloca a caixa de maneira que seja produzida sombra dentro dela e fixa a lanterna de modo que sua luz seja propagada dentro da caixa.



Figura 3 – Material para o projetor.

Figura 4 – Projetor e a reflexão da luz

Para realizar esse experimento é necessário: uma cartolina preta que custa em média R\$ 0,50; a lanterna que pode ser obtida em casa mesmo ou comprada por R\$ 7,00; a fita adesiva que pode ser adquirida por R\$ 2,00 e uma caixa qualquer. O gasto médio que se tem com esse projetor que pode ser utilizado em vários outros experimentos é de R\$ 9,50.

2.1.2 Trilho ótico

Outro instrumento importante em um laboratório é chamado trilho ótico. Com essa ferramenta é possível verificar as equações da ótica geométrica, medir índices de refração, observar a distância focal e como se formam as imagens nos espelhos e lentes. Pimentel e Brinatti (1989) trazem um trilho ótico que foi construído com cano de pvc e foi readaptado por Silva (2004) para que ficasse ainda mais fácil a montagem e permitisse uma melhor movimentação sobre o trilho. Esse

instrumento pode ser construído pelos próprios alunos que poderão manuseá-lo livremente utilizando mais a Física experimental.

Material:

- Uma Canaleta de pvc de 50 mm de largura (é preferível que seja de pelo menos 1 metro de tamanho).
- Um pedaço de plástico ou madeira com 10 cm x 10 cm revestido de branco.
- Lentes convergentes (lupas ou lentes de óculos com grau positivo).
- Lentes divergentes (oculares de binóculos ou câmeras analógicas, óculos com grau negativo).
- Espelhos planos e esféricos.
- Uma lâmpada pequena ou uma caneta laser.
- Cola instantânea ou cola de pvc e régua.

Procedimento:

A parte maior e lisa da canaleta servirá de base para o trilho, já a parte que encaixa será cortada em pequenos pedaços e servirá de apoio para as lentes, espelhos e anteparo. Colar a fonte de luz e os demais nos pedaços de canaleta que se movimentarão pelo trilho. Cobrir a lâmpada com um pedaço de cartolina preta vazada com algum desenho como uma seta ou um "F", para que seja possível observar imagens invertidas. Em uma das extremidades colocar a lâmpada e na outra o anteparo (plástico ou cartolina) e entre eles as lentes ou espelhos. Para facilitar a medição das distâncias que serão feitas, desenhar com a régua uma escala na canaleta fixa, assim não será preciso ficar sempre usando a régua.

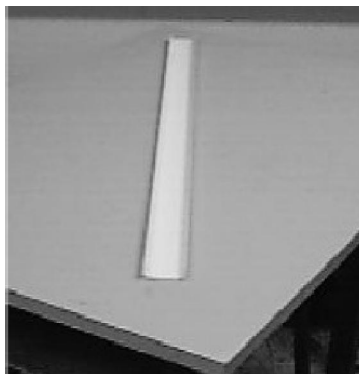


Figura 5 - Parte lisa da canaleta que serve de base para o trilho ótico. Fonte: Silva (2004).

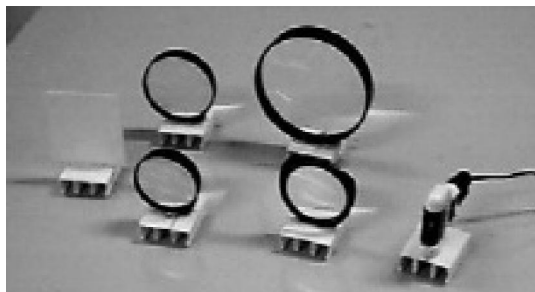


Figura 6 - Lentes, anteparo e fonte de luz do trilho ótico. Fonte: Silva (2004).

A vantagem desse experimento é o custo, que é bastante inferior ao valor do instrumento que compõem um laboratório ótico de fato, além de servir perfeitamente para análise instrumental no ensino fundamental e médio. A canaleta custa em média R\$ 3,00 o metro, a lâmpada com valor de R\$ 5,00 e a cola a R\$ 2,00 podem ser compradas em depósitos ou lojas de materiais elétricos. O anteparo, o espelho e a cartolina (ou qualquer papel preto fosco), assim como exemplos de lentes convergentes e divergentes podem ser facilmente arranjados em casa. As lupas e espelhos pequenos podem ser comprados em qualquer loja de importados com o preço médio de R\$1,99. As lentes divergentes podem ser retiradas de um binóculo que também é encontrado em lojas de importados por R\$ 2,99. O custo total do trilho ótico com um exemplar de cada lente e espelho sai a uma média de R\$ 20,00.

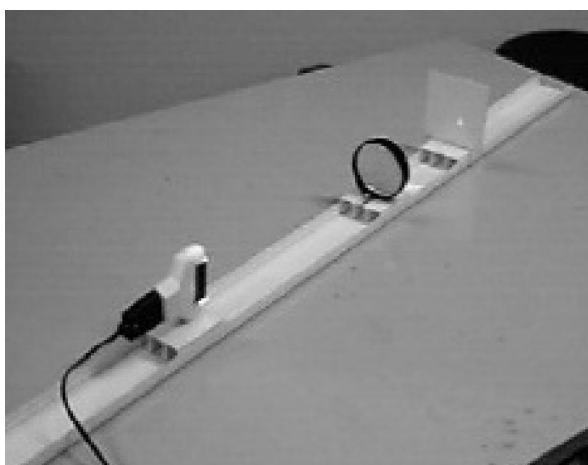


Figura 7 - Trilho ótico pronto. Fonte: Silva (2004).

2. 2 Princípio da propagação da luz

A propagação da luz em um meio homogêneo ocorre de maneira retilínea, já em um meio heterogêneo essa propagação vai sofrer alteração devido às refrações que ocorreram no meio. A maioria dos casos trabalhados em sala de aula é tratada como meios homogêneos e por isso se fala em propagação retilínea da luz. Um exemplo que pode ser trabalhado em sala de aula é o das sombras, podendo ser ilustrado situações como o eclipse solar, que pode ser trabalhado com folhas de papel amassada e uma fonte de luz. Com o material citado abaixo é possível realizar dois experimentos que envolvem a propagação retilínea da luz.

Material:

- Uma Cartolina ou um pedaço de papelão.
- Duas Velas ou lanternas.

Procedimento:

De posse de três retângulos (30 cm x 40 cm) iguais de cartolina (chamados de obstáculos), fazer uma aba de 10 cm no comprimento e corte ao meio formando duas abas, onde uma ficará virada para trás e outra para frente dando sustentação ao obstáculo. Esses terão furos de uma figura geométrica qualquer que tenha um tamanho aproximado de 2 cm bem no centro do que agora é um quadrado. Colocar os obstáculos em fila de modo que fiquem exatamente alinhados e no extremo da fila uma vela acesa cuja chama fique alinhada com os furos dos cartões.

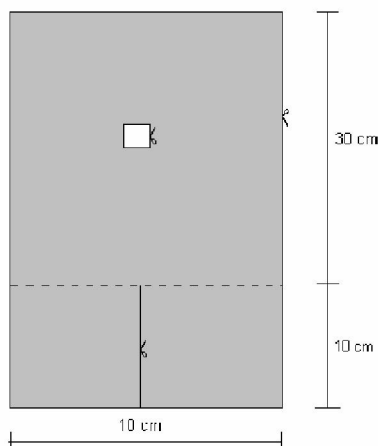


Figura 8 - Obstáculo feito com a cartolina ou papelão. Fonte: <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/>.

É possível ver a luz da vela (lanterna), pois ela se propaga em linha reta pelos furos até os olhos do expectador que deve estar localizado a frente dos cartões. E ao se desalinhar os obstáculos, o que acontecerá? Essa questão deve ser proposta ao aluno antes mesmo dele executar o experimento, o que vai propiciar ao aluno expressar e formar o seu pensamento com relação ao assunto sugerido.

Agora com o mesmo material pode-se tratar de fontes de luz e a propagação da luz no exemplo trazido por Roberto (2009). Utilizando somente um quadrado de cartolina (papelão), propaga-se a luz através do furo para observar a imagem formada no aparato (que pode ser a parede ou o quadro branco). A imagem será tal qual a figura geométrica, se for um pequeno quadrado essa será a imagem que se formará. Aumentando as fontes de luz acenda outra vela e veja que imagem se forma. E se a chama da segunda vela for colocada próxima a chama da primeira de tal forma que pareça uma fonte extensa, como será a imagem? O estudante poderá comprovar que uma luz extensa se comporta como várias fontes pontuais.

Conforme Gircoreano e Pacca (2001) é importante que o professor valorize as concepções trazidas pelos alunos e permita que eles reformulem seus pensamentos e entenda os princípios que aparecem com a experimentação. Cabe ao professor ir orientando e direcionando as formulações descobertas pelos estudantes. Nessa atividade assim como na maioria das outras se faz necessário que a sala esteja o mais escura possível.

Com esses dois experimentos se gasta aproximadamente R\$ 3,00 se for usado velas e R\$ 11,00 se utilizada as lanternas. Cinqüenta centavos pela cartolina e mais R\$ 2,00 se forem as duas velas e R\$ 10,00 a média de duas lanternas. O ideal é utilizar as lanternas para não haver riscos para os estudantes.

2.2.1 Câmara escura de copo plástico

Material:

- Dois copos de plástico (embalagem de iogurte).
- Uma folha de papel vegetal.
- Uma cartolina preta.
- Fita adesiva.

Procedimento:

O fundo de um dos copos plásticos deve ser cortado enquanto o fundo de outro copo deve ter um pequeno furo (quanto menor, melhor!). Forrar os dois copos com a cartolina preta. Cortar um círculo de papel vegetal do diâmetro da boca do copo e fixa-lo na boca do copo que tem o furo com a fita adesiva. Juntar os dois copos com a fita adesiva e estará pronta a cara escura.

O experimento da câmara escura trata não só da propagação retilínea da luz, como a formação de imagens e um exemplo de como funciona o olho humano ou uma máquina fotográfica. O diferencial dessa câmara escura é o fato de ser construída com copos plásticos, pois não oferecem riscos para trabalhar com o ensino fundamental.

Os copos de iogurte custam de R\$ 1,00 a R\$ 2,00, a folha de papel vegetal e a cartolina somadas custa R\$ 1,00. A fita adesiva e a cola somam R\$ 3,00. Assim com menos de R\$ 10,00 se realiza a atividade sugerida.

2.3 Princípio da independência dos raios de luz

Um raio de luz se propaga independentemente de outro raio de luz que o atravessa, assim a trajetória de um raio não altera a do outro. O professor deve buscar relacionar com os estudantes exemplos em que ocorre esse fenômeno, como em um show onde há vários refletores que iluminam simultaneamente determinado foco, se interceptando e não se anulando.

Para o estudo desse princípio pode ser usado o projetor citado anteriormente com uma pequena alteração, duas lanternas iluminando dentro da caixa e tendo seus raios sendo interceptados um pelo outro.

2.4 Princípio da reversibilidade dos raios de luz

Segundo o princípio da reversibilidade a trajetória da luz independe do sentido. Há um exemplo bem simples de aprender como funciona esse princípio.

Material:

- Um espelho
- Dois alunos

Procedimento:

Com um espelho plano apoiado verticalmente sobre a superfície, dois alunos se colocarão a frete do espelho, um ao lado do outro. Os alunos verão um ao outro e formularão inúmeras questões e respostas de por que e como isso ocorre. Após o debate de idéias o professor pode ir resgatando as afirmações dos alunos que propiciam o aprendizado desse princípio.

A realização desse experimento pode ser feito com materiais encontrados na própria sala de aula. Caso nenhum estudante tenha um espelho, este pode ser adquirido por menos de R\$ 5,00, variando com o tamanho.

2.5 Cores e luz

No espectro das ondas eletromagnéticas a radiação que é percebida pelo olho humano é chamada de luz branca, uma pequena faixa desse espectro composta por ondas de diferentes frequências que vão do vermelho ao violeta. A soma dessas ondas resulta na luz de cor branca. Tudo que é estudado em ótica se aplica as outras ondas eletromagnéticas, mas é comentado somente sobre a luz branca (espectro visível) por ser de mais fácil visualização.

Em conformidade com Melchior e Pacca (2004) a maior dificuldade apresentada pelo discente é a diferenciação entre cores e pigmentação. Para apresentar processo de formação de cores deve-se usar através da composição ou decomposição, uma atividade feita pelo estudante diferenciando a luz e as cores. A decomposição de cores mais comum é usando um prisma que permite a decomposição da luz branca em várias cores do espectro visível, assim como o arco-íris é outro exemplo. Uma experiência para demonstrar a composição de cores muito comum também é do disco de Newton descrita abaixo com algumas alterações.

2.5.1 Disco de Newton

Neste experimento podem ser trabalhados vários temas, como a composição de luz e as novas cores que surgem com a mistura das cores primárias.

Material:

- Uma folha de papel ofício.
- Um CD (de preferência velho).
- Lápis de cor.

- Régua.
- Cola.
- Uma caneta que encaixe na abertura do CD.

Procedimento:

Cortam-se vários círculos na folha de ofício na medida da circunferência do CD, podem ser pintados com as três cores primárias ou com duas das cores que compõem a luz branca. Encaixando o CD na caneta e o fazendo girar para que seja possível a visualização apenas da cor branca ou da cor resultante. O círculo 1 é dividido em três partes iguais e cada uma delas é pintada de vermelho, azul e verde. No círculo 2 deve se traçar duas retas perpendiculares dividindo o círculo em quatro partes, estas serão pintadas com duas cores alternadas. Depois é só colar os discos de ofício no CD e colocá-lo para girar. No caso do círculo 1 será observado o fenômeno da composição da luz, já no círculo 2 as duas cores produzirão a cor correspondente.



Figura 9 – Disco de Newton com as cores primárias



Figura 10 – Disco de Newton e a composição da luz

Essa experiência pode ser feita com vários discos diferentes, como por exemplo, podem ser usadas somente duas cores primárias e gerar a outra cor correspondente além de trabalhar também com as cores secundárias. O custo desse material é praticamente nulo, pois podem ser encontrados em casa e caso não tenha um CD velho, basta comprar um CD virgem que custa no máximo R\$ 1,00.

2.5.2 Filtro de cores

Material:

- Um retroprojektor.

- Uma tela de projeção (pode ser o quadro branco).
- Papel celofane de várias cores diferentes.

Procedimento:

Colocar o papel celofane no projetor ligado para obter projeções coloridas sobre um anteparo branco, a partir daí é só dar liberdade para os estudantes possam investigar cada combinação de cores. Depois utilizar objetos coloridos que serão iluminados com as diferentes cores das projeções.

Essa atividade permite que o aluno perceba como ocorre a reflexão em cada objeto de acordo com a cor que está incidindo. O professor deve ir orientando os alunos de como os papéis podem ser uma espécie de filtro para cada frequência de luz. O orçamento dessa proposta vai depender dos filtros usados, cada folha de papel celofane custa em torno de R\$ 0,80. Se utilizar somente as cores primárias o custo total será de R\$ 2,40.

2.6 Reflexão da Luz

A reflexão acontece quando os raios luminosos em incidirem em uma superfície voltando para o mesmo meio de onde vieram. É o fenômeno mais comum da propagação luz. Parte da luz incidente em uma superfície a atravessa por meio da refração, pode ser absorvida pelo material e outra parte se reflete para o meio por meio da reflexão, que pode ser difusa ou regular.

A reflexão difusa acontece quando a superfície é rugosa, fazendo com que os raios de luz se propagem em todas as direções de forma desordenada. Essa desordem dos raios refletidos permite a observação dos objetos de todas as direções. No caso de uma superfície perfeitamente polida ocorre a reflexão regular, onde os raios incidentes e refletidos são paralelos e se propagam em uma direção determinada pelo ângulo que os raios incidentes fazem com a reta normal à superfície.

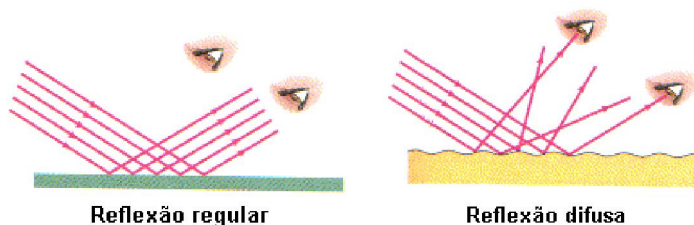


Figura 11 – Raios de luz na reflexão. Fonte:

http://bosco guerra.vilabol.uol.com.br/03_Optica/ReflexaoLuz_SF.htm.

2.6.1 As leis da reflexão

O fenômeno da reflexão é descrito pelas leis da reflexão, que seguem de inúmeras observações do fenômeno. No plano perpendicular ao plano da superfície em questão é traçada uma reta chamada normal, através dela é definido os ângulos incidentes e refletidos. Assim as duas leis da reflexão afirmam:

1ª Lei: A reta normal, os raios incidentes e refletidos estão localizados no mesmo plano, perpendicular à superfície.

2ª Lei: O ângulo formado pelo raio incidente com a normal é igual ao ângulo entre a normal e o raio refletido.

A segunda lei da reflexão se expressa assim;

$$\hat{i} = \hat{r}$$

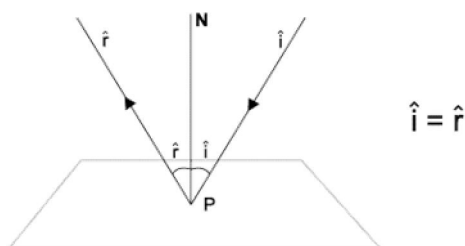


Figura 12 – Leis da reflexão. Fonte: <http://efisica.if.usp.br/optica/basico/reflexao/leis/>.

Os espelhos fazem parte do cotidiano do aluno, no entanto o processo de como ocorre a reflexão os alunos têm dificuldades em compreender. Exemplos da reflexão regular, os espelhos podem ser planos ou esféricos. A maioria dos alunos acredita que a reflexão só ocorre em espelhos ou superfícies polidas, mas não ocorrem em outros tipos de superfície (GOULART; DIAS e BARROS, 1989).

Para solucionar essa questão é preciso que o professor traga a sala atividades que permitirão aos alunos pensar e confrontar os seus pensamentos acerca desse conceito físico. O próximo experimento descrito auxiliará no aprendizado da reflexão regular e as leis de reflexão.

Material:

- Um espelho.
- Um transferidor.
- Uma folha de ofício.

- Projetor de feixes de luz.

Procedimento:

Acoplar o espelho no fundo da caixa do projetor antes construído, na base colocar a folha de ofício e o transferidor. Com a lanterna fazer um raio incidir no espelho a um determinado ângulo medido com o transferidor, medir o ângulo do raio refletido e repetir todo o processo para outros ângulos.

O professor deve permitir que o aluno repita esse experimento várias vezes e tente também fazer com que os raios incididos e refletidos se propagem em planos diferentes. Aos poucos vai se moldando o aprendizado até se formular as leis da reflexão.

Com esse experimento deve ser gasto menos de R\$ 10,00 com projetor já citado nesse trabalho, de R\$ 2,00 a R\$ 5,00 com o espelho (varia com o tamanho) e R\$ 2,50 com o transferidor, totalizando um valor aproximado de R\$ 17,50. Um alternativa ainda mais econômica para essa atividade é o uso de uma caneta laser (R\$ 2,00 a R\$ 5,00) no lugar do projetor reduzindo o custo total a R\$ 11,00.

2.6.2 Formação de imagens no espelho plano

No espelho plano as imagens estão localizadas atrás do espelho a uma mesma distância em que se encontra o objeto do espelho. Esse tipo de imagem que se encontra atrás do espelho é dita virtual. Prolongando os raios refletidos pelo espelho resulta na imagem formada pelo espelho plano que é virtual e do tamanho do objeto.

Essa experiência permite ao professor trabalhar, além dos conceitos de reflexão, as concepções dos alunos acerca da formação de imagens nos espelhos planos. Muitos alunos trazem a concepção de que a imagem se forma no plano do espelho e não entendem a diferença entre imagem real e virtual (ROBERTO, 2009). Para rebater esse pensamento e fazer com que os estudantes aprendam o processo de como se dá a formação da imagem no espelho plano, cito esse exemplo que utiliza materiais que podem ser encontrados até mesmo em casa.

Material:

- Uma régua.

- Um espelho plano.
- Dois objetos iguais.
- Um suporte para que o espelho fique perpendicular à superfície.

Procedimento:

Com o espelho apoiado na superfície, colocar um dos objetos na frente do espelho a uma distância qualquer medida com a régua. Depois o segundo objeto é colocado exatamente onde se forma a imagem atrás do espelho. Os estudantes poderão observar que a imagem se forma atrás do espelho e não é uma imagem plana, como antes era pensado pela maioria. Além de conferir que a distância do objeto para o espelho é a mesma entre a imagem e o espelho. Esse experimento deve ser usado não só para comprovar a formação de imagens no espelho plano, mas para formar esse aprendizado.

O professor deve primeiramente explicar como será feito o experimento e depois promover a discussão das idéias e teorias dos alunos acerca do que acontecerá. A partir daí os alunos partirão para a experimentação, onde se observará como de fato ocorre a formação de imagens no espelho plano. Assim os próprios estudantes formularão seus novos conceitos com base no que comprovaram.

Todo o material desses experimentos de reflexão pode ser encontrado em casa. O espelho pode ser adquirido nas lojas de importados ou de utilidades e custa entre R\$ 2,00 a R\$ 5,00 dependendo do tamanho. Quanto aos objetos usados, devem ser idênticos para uma boa apresentação. O suporte do espelho pode ser um clipe de papel ou um pedaço de isopor.

2.6.3 Associação de espelhos

Material:

- Um transferidor.
- Dois espelhos planos.
- Folha de ofício e fita adesiva.
- Um objeto qualquer (uma moeda, uma borracha).

Procedimento:

Juntar os dois espelhos com a fita adesiva como se fosse uma dobradiça que permite aumentar ou diminuir o ângulo entre os espelhos. A folha de ofício vai ficar embaixo do conjunto de espelhos para ser marcada com o ângulo que será medido com o transferidor. Assim o estudante poderá afastar ou aproximar os espelhos e de acordo com o ângulo verificar quantas imagens se formam.

Após várias tentativas, os alunos observarão que quanto mais afastarem os espelhos e o ângulo entre eles aumentar, menos imagens se formarão e quanto mais aproximarem diminuindo o ângulo, terão mais imagens. O professor deve orientar as idéias dos alunos de forma que cheguem à conclusão de que o número de imagens formadas depende do ângulo entre os dois espelhos. O número de imagens (N) pode ser determinado algebricamente:

$$N = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1, \text{ onde } \alpha \text{ é o ângulo entre os espelhos.}$$

O orçamento dessa proposta sai em torno de R\$ 9,00, incluindo um espelho de no máximo R\$ 5,00, o transferidor e a fita adesiva que custam em média R\$ 2,00 cada.

2.6.4 Espelhos esféricos

Os espelhos esféricos são constituídos de uma região semelhante a uma casca ou calota esférica. Os espelhos esféricos podem ser côncavos ou convexos e possuem os seguintes elementos: centro de curvatura (C); foco (F); vértice(V); raio (R) e eixo. Quando a superfície refletora estiver na parte interna da calota chama-se espelho côncavo e convexo se a superfície espelhada for a parte externa.



Figura 13 – Espelhos côncavo e convexo. Fonte: <http://educar.sc.usp.br/optica/>.

A formação das imagens nos espelhos esféricos côncavos dependerá do posicionamento do objeto. Uma utilização desse tipo de espelho é feita em consultórios dentários, pois se o objeto estiver entre o foco e o vértice a imagem será; maior, virtual e direita. Nos espelhos convexos a imagem formada é sempre virtual, direita e menor. Assim, esse espelho esférico é muito utilizado para aumentar o campo de visão. Com o trilho ótico antes proposto permite-se que o aluno verifique a formação de imagens no espelho curvo.

Material:

- Trilho ótico.
- Espelhos côncavos e convexos.
- Diafragma com três fendas de um milímetro no centro. (Feito com papel cartão).

Procedimentos:

Para verificar a trajetória dos raios:

Colocar os espelhos de perfil e entre eles e a fonte de luz colocar o diafragma. Serão observados os raios convergindo no espelho côncavo e divergindo no convexo.

Determinando o foco:

Com a mesma disposição do experimento anterior, afastar o diafragma da luz até que os raios fiquem aproximadamente paralelos e o raio central seja refletido sobre ele mesmo. Com o espelho côncavo verificar em que ponto os raios se encontrarão após a reflexão, este será o foco. No caso de espelho convexo, marcar em uma folha o contorno do espelho e coloque-a no lugar dele. Assim a interceptação do prolongamento dos raios refletidos é o foco.

Formação de imagens:

Construir um diafragma com uma fenda em forma de “F”, movimentando o diafragma obterá diferentes imagens de acordo com os focos, que ainda podem ser calculados através da equação de Gauss que relaciona a distância objeto (p), a distância imagem (q) e a distância focal (f);

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$$

Com o auxílio do trilho ótico todas essas experiências ficam mais acessíveis, para demonstrar onde e como se forma a imagem em espelhos tanto côncavos como convexos basta movimentar o trilho, usando as medidas das distâncias entre objeto e espelho. No entanto todas elas podem ser realizadas sem o trilho ótico, basta montar um esquema parecido que terá o mesmo efeito.

O custo desse experimento inclui o trilho ótico que já foi descrito anteriormente. Os espelhos esféricos podem ser encontrados em casas especializadas ou lojas de utilidades em geral. Por serem mais complicado na sua construção, esses espelhos costumam ter um preço um pouco mais elevado variando de R\$ 30,00 até R\$ 60,00. Contudo pode ser usada qualquer superfície curva espelhada para a realização dos experimentos descritos, alguns exemplos; latinha de refrigerante aberta, utensílios de alumínio como forma de bolo, tampa de panela inox, etc.

2.7 Refração

Fenômeno que ocorre quando a luz atravessa uma superfície que separa dois meios, se propagado no outro meio, alterando a sua velocidade. Pode ocorrer simultaneamente com a reflexão. É regida por duas leis e desvia-se no caso de incidir obliquamente na superfície.

2.7.1 Índice de refração

O índice de refração depende da velocidade da luz em um meio, é calculado pelo quociente da velocidade da luz nos meios que a luz atravessa. Assim o índice de refração absoluto por ser calculado por:

$$n = \frac{c}{v},$$

onde c é a velocidade da luz no vácuo, e v a velocidade da luz no outro meio.

Material:

- Água.

- Um recipiente transparente.
- “Water crystal” transparentes (Bolinhas que crescem na água).

Procedimento:

Colocar as bolinhas e a água no recipiente e aguardar por algumas horas até que elas tenham aumentado de tamanho. Quando dentro da água não é possível visualizar as bolinhas, pois elas possuem o índice de refração muito próximo ao da água, a luz atravessa as bolinhas e a água praticamente sem desviar. Com exemplo o professor pode introduzir o conceito de índice de refração. É importante que as bolinhas sejam transparentes, pois têm o índice de refração mais parecido com o da água. O custo de um pacote com essas bolinhas varia de R\$ 0,50 a R\$ 1,00.

As leis da refração:

1ª Lei: O plano de incidência e o plano da luz refratada coincidem.

2ª Lei: Relaciona os índices de refração de cada meio com os ângulos de incidência e refração. Conhecida como lei de Snell – Descartes.

$$n_1 \cdot \text{sen } \hat{i} = n_2 \cdot \text{sen } \hat{r}$$

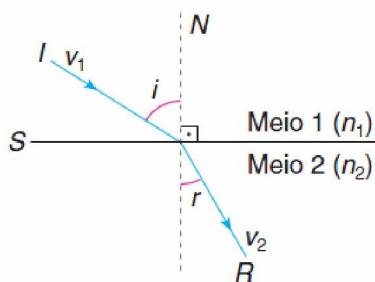


Figura 14 – Raios de refração. Fonte: Ramalho; Nicolau e Toledo, 2003.

Material:

- Um laser.
- Uma folha de transparência.
- Um recipiente transparente com água.

Procedimento:

O recipiente deve estar até a metade com água e a folha de transparência deve ser colocada na metade do recipiente sem água, pois esta facilitará a visualização do laser. Nesse experimento o professor deve estimular os estudantes a explorar os diversos ângulos de incidência com o raio laser. Questionar os alunos se mudará se a luz for apontada perpendicularmente a superfície da água ou se apontada com algum ângulo de inclinação. Verificar se os raios incidentes e refratados estão no mesmo plano.

O custo desse experimento é o laser, como não precisa ser potente custa em média R\$ 3,00 e a transparência que a folha custa R\$ 1,50. É importante alertar os alunos sobre o risco do laser apontado para os olhos, para que não haja prejuízo para a visão.

2.7.2 Lentes esféricas (feixes de luz)

Principal instrumento ótico da refração, as lentes esféricas podem ser convergentes ou divergentes. Para demonstrar os raios formados pelas lentes esféricas segue o experimento.

Materiais:

- Retroprojektor.
- Fita adesiva preta.
- Uma cartolina preta.
- Uma folha de isopor (anteparo).
- Uma lente convergente e uma divergente.

Procedimento:

Cortar a cartolina na medida do retroprojektor recortar um quadrado no centro de oito centímetros de lado. Em um outro quadrado de dez centímetros de lado fazer três fendas de um milímetro e com tamanho de oito centímetros. Fixar a cartolina no retroprojektor e colocar o quadrado com as fendas centralizado na lacuna da cartolina, lacrar com a fita adesiva qualquer passagem de luz a não ser que seja das fendas. Por fim, posicionar o anteparo para que a luz se projete nele.

Com os raios de luz atravessando as lentes e se projetando no anteparo verificar a convergência ou a divergência de cada lente. E para um melhor aproveitamento da experiência a sala deve estar o mínimo iluminada possível.

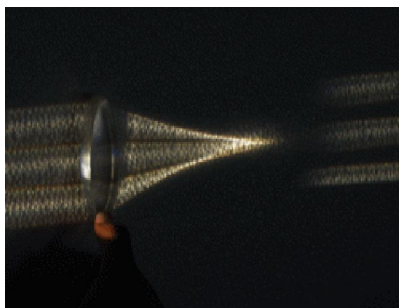


Figura 15 – Lente convergente. Fonte: <http://pontociencia.org.br/experimentos-interna.php?experimento=37&LENTES+ESFERICAS#top>.

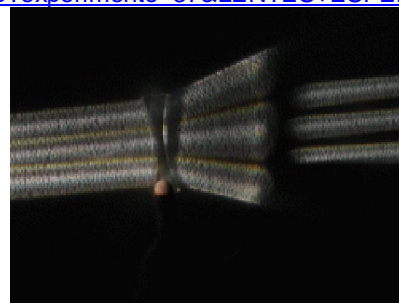


Figura 16 – Lente divergente. Fonte: <http://pontociencia.org.br/experimentos-interna.php?experimento=37&LENTES+ESFERICAS#top>.

Para adquirir o material necessário para a realização dessa experiência basta adquirir as lentes em lojas especializadas ou laboratórios e custa em média R\$ 20,00 o conjunto, já o retroprojetor pode ser o da escola ou o projetor de imagens citado aqui. O custo da cartolina e da folha de isopor somam R\$ 2,00, o que dá um total do experimento com o retroprojetor da escola de R\$ 22,00.

2.7.3 Lentes esféricas (imagens)

Nas lentes divergentes a imagem formada será sempre virtual, direita e menor. A imagem nas lentes divergentes vai depender da posição do objeto. Este experimento pode ser realizado com os alunos para várias atividades sobre a formação de imagens.

Material:

- Lentes convergentes e divergentes.

- Um objeto qualquer que não seja simétrico.

Procedimentos:

Visualizar o objeto com as diferentes lentes (podem ser usadas lupas como as lentes convergentes), afastar e aproximar do objeto observando as diferenças nas imagens formadas. O professor deve permitir que o próprio aluno execute essa atividade, experimentando e testando as possibilidades com as lentes. Assim depois dos estudantes já terem visto como se forma cada imagem, ensinar como ocorre o processo de formação dessas imagens.

O gasto com esse experimento será o apenas o das lentes que custam em torno de R\$ 20,00 (convergentes e divergentes), que podem ser substituídas por lupas que custam em torno de R\$ 2,00.

2.8 Reflexão total

Quando o raio de luz incidir de um meio com índice de refração menor para um maior a luz se refrata a certo ângulo definido pela lei de Snell (2ª lei de refração). No momento que o ângulo de incidência tende a 90° , o ângulo de refração se afasta da normal o máximo possível, chamado ângulo limite.

O ângulo limite também aparece quando a luz se propaga através de um meio mais refringente para o meio menos refringente, termo usado para indicar o índice de refração. O raio incidente oblíquo se afasta da normal, o que faz o raio refratário se aproximar de 90° refratando na superfície. Quando o raio incidente é maior que o ângulo limite a luz não se refrata, mas reflete de volta para o meio. Nesse segundo caso de ângulo limite ocorre o fenômeno chamado reflexão total.

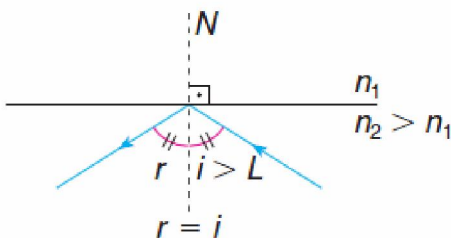


Figura 17 – Ângulo limite. Fonte: Ramalho; Nicolau e Toledo, 2003.

Material:

- Uma caneta laser.
- Um recipiente de vidro comprido.

Procedimento:

Colocar o recipiente sobre uma superfície escura e dentro um pouco de água, só o suficiente para ter uma altura de uns cinco centímetros. Fazer o laser incidir com um ângulo tal (ângulo crítico) que reflita na superfície da água e retorne ao fundo. Para a melhor visualização dessa experiência pode se colocado um espelho no fundo do recipiente e algumas gotas de leite na água.

Esse é o mesmo processo que ocorre na fibra ótica, uma sucessão de reflexões dentro de um cabo muito fino que não permite a saída da luz. O seu gasto será apenas no laser, que custa entre R\$ 5,00 e R\$ 10,00.

Através desses experimentos buscou-se renovar o ensino de ótica e trazê-lo para a perspectiva do cotidiano do aluno, para que este se familiarize mais com a disciplina e tenha mais interesse em aprender.

3 EXPERIMENTO

Dentre os diversos experimentos pesquisados, buscou-se encontrar um que pudesse ser realizado pelos próprios alunos, onde eles pudessem aprender conceitos e experimentar os erros e acertos que a própria ciência oferece em sua descoberta. Assim, com o intuito também de solidificar o conhecimento construído e atrair a atenção dos alunos para o conteúdo do curso de ótica, um experimento com um grau maior de complexidade foi selecionado para ser construído juntamente aos alunos. Propôs-se então a construção de uma luneta astronômica que daria a oportunidade de tratar temas da ótica geométrica, assunto que estava sendo abordado no período, como refração e a formação de imagens em lentes.

Na escola acabara de acontecer as Olimpíadas Brasileiras de Astronomia e Astronáutica (OBA), um evento realizado desde 1998 pela Sociedade Astronômica Brasileira (SAB) em parceria com a Agência Espacial Brasileira (AEB). Na ocasião foram abordados os mais diversos tópicos de astronomia, o que despertou a curiosidade e o interesse dos alunos para os assuntos relacionados a essa ciência. Instigando ainda mais o interesse dos alunos em temas ligados a astronomia falando da observação dos astros por meio de instrumentos óticos, aproveitou-se a oportunidade para trabalhar alguns dos conceitos de ótica geométrica usados para a construção de uma luneta.

Quando foi apresentada a idéia da construção da luneta, num primeiro momento, houve certa hesitação dos alunos, eles acreditavam que seria construída apenas uma luneta que seria de uso comum. Exposta a intenção de que eles mesmos construiriam cada um a sua própria luneta, que seria de seu uso e seria realizada uma aula ensinando-os passo a passo o funcionamento desse instrumento, todos se animaram e se mostraram interessados em realizar o experimento.

Primeiramente foi construída uma luneta para verificar a disponibilidade do material, para avaliar o grau de dificuldade que os alunos deveriam passar e estudar que conceitos poderiam ser abordados com esse experimento. Foram detectadas algumas dificuldades na realização do projeto, provenientes das lentes oculares e objetivas. A idéia original da construção dessa luneta trazida por Canalle (1994) utiliza material de baixo custo e de fácil acesso onde as lentes objetivas e

oculares, que são peças fundamentais de uma luneta, são as peças de custo mais elevado e de maior dificuldade em se adquirir. Para solucionar esse problema o autor sugere a utilização de lentes de óculos no lugar da objetiva e lentes de monóculo de fotografia para substituir a ocular e indica a compra dessas lentes em óticas e lojas de fotografia, respectivamente.

A grande maioria das óticas cobrava um valor excessivamente alto, alegando dificuldades em cortar o material para que fosse diminuído o diâmetro das lentes. Como as lentes já vêm prontas com o grau desejado, o trabalho seria cortá-las fazendo o seu diâmetro ir de 65 milímetros para 50 milímetros (diâmetro necessário para encaixá-la na luva de 2"). O valor cobrado era em média R\$ 20,00 por lente, o que tornaria a atividade dispendiosa e inviável para muitos alunos. Outras lojas alegaram que não poderiam fazer esse serviço por não terem instrumentos para tal modificação e indicaram laboratórios fabricantes de óculos, onde se poderia obter esse serviço. Porém, os laboratórios só realizavam esse procedimento para óticas cadastradas, nem mesmo explicando a utilidade foi possível usar esse serviço. A solução encontrada foi realizar a compra por intermédio de uma ótica que se propôs a realizar esse trabalho com o laboratório sem nenhum ônus, deixando assim o preço mais acessível.

Outra dificuldade encontrada foi o monóculo de fotografia, alguns alunos conseguiram esse material em casa, mas outros não tinham e nem mesmo conseguiram comprar, o que levou a buscar outra solução para a lente ocular. A outra opção de lente ocular será citada na construção do experimento. Contornadas as dificuldades, repassou-se para os educandos toda a lista de materiais que seriam necessários para a montagem da luneta, alguns trouxeram o que tinha em casa ou compraram. As lentes foram encomendadas para todos, a fim de evitar a dificuldade que os alunos teriam para adquirir as lentes objetivas.

3.1 Conceitos Físicos presentes

Uma luneta é caracterizada por um instrumento ótico responsável pela visualização com mais precisão e proximidade de objetos distantes, chamada também de telescópio refratário funciona mediante a refração da luz por um conjunto de lentes esféricas. A luneta pode ser classificada em astronômica ou terrestre, ambas são compostas basicamente por duas lentes que compõem o telescópio

refratário, uma objetiva com uma grande distância focal que aproxima o objeto e outra chamada ocular que amplia a imagem formada pela lente objetiva.

A luneta astronômica é também conhecida por luneta galileana ou de Kepler devido às contribuições desses dois cientistas para a astronomia por meio da observação do céu. Composta por duas lentes convergentes que captam a luz do objeto observado formando a imagem no foco, a lente objetiva forma uma imagem real, invertida e maior. Essa imagem é o objeto focalizado pela ocular, que sendo uma lente também convergente fornece uma imagem virtual, invertida e maior, ampliando o que está sendo observado.

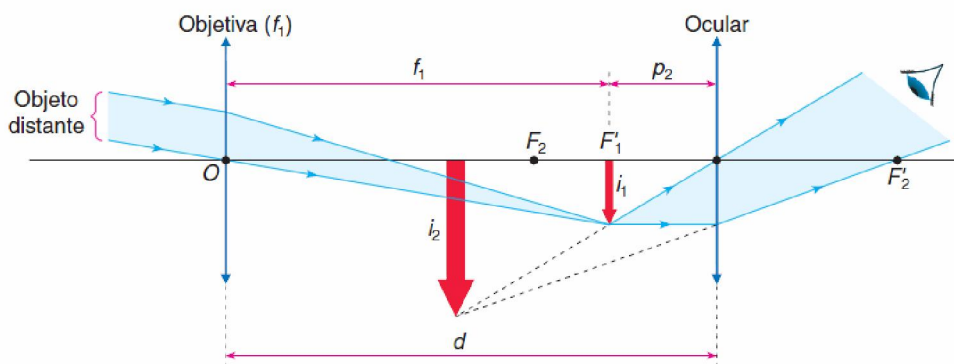


Figura 18 - Esquema de raios de luz presentes na luneta astronômica. Fonte: Ramalho, Nicolau e Toledo (2003).

Já a luneta terrestre funciona com a lente objetiva sendo convergente e a ocular uma lente divergente, que proporciona ao final uma imagem direita. A luz branca ao refratar na lente objetiva se decompõe causando um problema chamado aberração cromática, que gera manchas coloridas ao redor da imagem formada e pode ser corrigido através de um conjunto de lentes. Nesse caso foi utilizado o círculo de papel preto (diafragma) para diminuir a aberração.

3.2 Construção da Luneta

Resolvido o problema dos materiais foi marcada uma aula extra com os alunos para a montagem da luneta, seriam 2 horas/aula, que não foram suficientes e foi preciso mais 2 horas/aulas para sua conclusão. Compareceram um total de 14 alunos para a montagem da luneta.

Material do experimento:

Quantidade	Descrição dos materiais	Valor (R\$)
1	Cano de pvc de 2" (50 mm)	2,00
1	Cano de pvc de 1 ½" (40 mm)	1,00
1	Luva de pvc de 2" (50 mm)	1,50
1	Luva de pvc de 1 ½" (40 mm)	1,00
1	Lente de 2° positivos com diâmetro 50 mm	7,00
1	Anel de borracha para luva de pvc de 2"	0,60
1	Redução curta marrom de 40 x 32 mm	0,95
2	Cantoneiras de cortina (pequenas)	1,00 (unid)
2	Parafuso de 3/16' de espessura e 1 cm de tamanho	0,10 (unid)
1	Parafuso de 3/16' de espessura e 2 cm de tamanho	0,20
4	Porcas tipo borboleta de 3/16"	0,25 (unid)
1	Monóculo de fotografia ou binóculos	2,99
	Fita dupla face	3,50
	Cartolina preta e papel veludo	1,00
1	Garrafa pet de 2 litros	
	Custo total da luneta (aproximado)	20,00



Figura 19 - Parte do material da luneta.

Ferramentas utilizadas:

Tesoura, chave de fenda, estilete, serra de cano, lixa para que as bordas do cano fiquem uniformes.

Procedimento:

O corpo da luneta

- Cortar o cano de 2" (50 mm) com o comprimento de 39 centímetros.
- Cortar o cano de 1 ½" (40 mm) com o comprimento de 41 centímetros.
- Lixar as bordas para retirar todas as imperfeições.

Essa etapa não foi realizada na aula devido ao risco de expor os alunos de 9º ano para manusear uma serra, assim como para dispor de mais tempo para os demais passos e a explicação. Portanto, instruiu-se aos alunos comprar os canos já nas medidas exatas do corpo da luneta, assim esse serviço poderia ser feito pela loja ou depósito especializado onde encontraram o material.

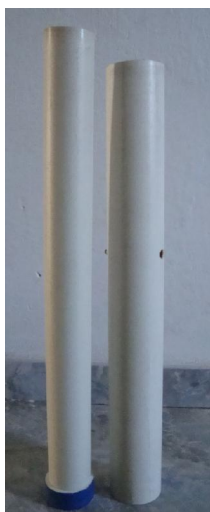


Figura 20 – Canos de pvc para o corpo da luneta.

Resolvendo o problema da folga entre os canos:

- Fixar na parte interna em uma das bordas do cano de 2" (50 mm) com duas camadas sobrepostas da fita dupla face, assim não terá folga entre um cano e outro. Repetir o mesmo processo na borda da parte externa do cano de 1 ½" (40 mm).



Figura 21 – Colando a fita dupla face.

- Revestir a fita dupla face com uma tira de papel veludo, para permitir que os canos deslizem melhor um dentro do outro.



Figura 22 – Colando o papel veludo na dupla face.

Outra alternativa para ocupar a lacuna entre os dois canos é utilizar esparadrapo no lugar da fita dupla face, este deve ser enrolado em varias camadas nas bordas até que a folga fique ajustada o suficiente para encaixar os dois canos sem folgas, mas que permita o deslocamento interno dos dois.

Preparação do tripé:

- Fazer um furo no cano de 2" a uma distância de 17 centímetros da borda que contém a fita dupla face para encaixar o parafuso de 1 centímetro. É necessário fazer um furo na parte oposta do cano na largura da cabeça do

parafuso, pois ele vai atravessar o cano e ser fixado de dentro para fora no primeiro furo.

- Encaixar a cantoneira no parafuso com a porca borboleta com a chave de fenda por dentro do cano.

Nessa etapa da atividade propôs-se aos alunos que medissem e fizessem com um lápis a marca correta de onde seria o furo que não foi feito por eles, a fim de evitar riscos desnecessários. Para realizar esse passo é preciso cuidado para não haver acidentes com a tesoura de ponta ou outro material usado para o procedimento. Ao concluir esse passo os alunos encaixavam as cantoneiras conforme o ensinado.



Figura 23 – Medindo para fixar o tripé.

Concluindo o corpo da luneta:

- Acoplar os dois canos de forma que passem um por dentro do outro encaixando as extremidades que não contém a fita dupla face. Essa movimentação dos canos permitirá ajuste do foco.



Figura 24 – Corpo da luneta.

Com o corpo da luneta pronto falta a parte das lentes, que são chamadas objetiva (lente que fica voltada para o objeto) e ocular (lente mais próxima da nossa visão).

Lente objetiva:

- A lente de óculos de 2° positivos deve ser encaixada na luva de 2" com a parte convexa virada para fora da luneta, ficará voltada para o objeto de observação. Depois é só acoplar a luva no cano de pvc de 2".
- Cortar um pedaço de cartolina preta no mesmo diâmetro da lente e depois cortar com o estilete no centro da circunferência o contorno de uma moeda de cinquenta centavos, aproximadamente de dois centímetros e meio de diâmetro (diafragma).
- Para que a lente fique fixa, colocar depois dela o anel de borracha juntamente com o diafragma. Esse anel de borracha, na maioria das vezes acompanha a luva de pvc de 2", caso contrário comprar por fora. Ele encaixará perfeitamente a lente e o diafragma na parte mais larga da luva.



Figura 25 – Encaixando a lente objetiva, o diafragma e o anel de borracha.

O diafragma feito pelo círculo de cartolina servirá para filtrar os raios de luz, permitindo que atravesse a lente apenas alguns raios de luz que passarão pelo centro. Ele é usado para diminuir a dispersão da luz branca ao passar pela lente objetiva, fenômeno conhecido como aberração cromática que dificultaria a observação.



Figura 26 – Diafragma.

Para a construção da lente ocular da luneta sugerida por Canalle e Souza (2005) é usado um monóculo de fotografia para a realização desse experimento, no entanto pode ocorrer dificuldades para adquirir esse material e portanto indica-se outras formas de obter a lente objetiva.

Com o monóculo de fotografia:

- Colar cartolina preta na superfície interna do monóculo.
- Inserir o monóculo na redução curta e preencher os espaços vazios com a cartolina preta e posteriormente encaixar a redução na luva de 1 ½”.



Figura 27 – Lentes oculares.

Como citado antes, alguns alunos conseguiram o monóculo em casa com pais ou avós, porém outros não conseguiram adquirir esse material nem mesmo em lojas especializadas em fotografias que não oferecem mais esse produto. Junior (2010) propõe a substituição do monóculo pela lente ocular de uma câmera analógica de fotografia. Mas ainda sim não é um objeto que todos teriam acesso. Procurou-se uma forma de substituir a lente do monóculo por uma lente de distância focal que se compare a do monóculo. Para não sair da proposta de poder ser um

experimento realizado pelos próprios alunos e que gere o mínimo de custo, utilizou-se um binóculos (desses mais simples) para retirar as suas lentes oculares e objetivas.

Com binóculo:



Figura 28 – Binóculo desmontado.

- Retira-se do binóculo as lentes oculares e objetivas
- Encaixar as lentes objetiva do binóculo na luva de 1 ½" já inserida no cano de pcv (a lente do com o suporte de borracha que já está pronto no binóculo encaixa perfeitamente na luva).

Na ausência do monóculo, a lente objetiva do binóculo se enquadra de forma satisfatória na construção da luneta. A distancia focal da lente objetiva do binóculo e da lente do monóculo é praticamente a mesma e ainda facilita a observação, mesmo com a aberração cromática que já é reparada pelo diafragma.

A lente ocular do binóculo pode ser usada na confecção da luneta, depois de retirada do binóculo com o suporte junto, quebra-se a alça que a prendia na parte central do binóculo e encaixa-la na redução curta marrom de 40 x 32 mm. Essa configuração mudará um pouco o instrumento que poderá ser chamado de luneta terrestre, pois a nova lente ocular será divergente e por isso fornecerá uma imagem direita. Portanto foi uma opção adicional usada para ilustrar as aulas de ótica aplicando os conceitos de formação de imagem por lentes esféricas.

Conclusão do tripé:

- Fazer um furo na tampa da garrafa pet, onde será fixada a outra cantoneira restante por meio do parafuso e a porca borboleta.
- Encaixar esse conjunto na cantoneira que já está fixa no corpo da luneta com o parafuso de 1 centímetro e as duas porcas borboletas.
- Enroscar a luneta na garrafa cheia de água ou de areia.



Figura 29 – Encaixando o tripé.

Com o tripé feito dessa forma é possível movimentar a luneta por meio da cantoneira presa apertando ou afrouxando o parafuso e por meio da tampa da garrafa que ao ser girada movimentada a luneta lateralmente. De tal forma que a luneta está pronta para o uso, pronta para a observação astronômica. É imprescindível que o professor oriente aos alunos nunca, em hipótese alguma aponte a luneta para a observação do sol, pois este pode queimar a retina, assim como a lente do monóculo. Pode-se também orientar ao estudante pintar a parte interna da luneta com tinta na cor preto fosco, o que melhorará a visualização. A luz antes refletida nas paredes internas será absorvida.

Com a construção da luneta é possível trabalhar os conceitos de ótica como: reflexão, refração, lentes convergentes e divergentes, formação de imagens, distância focal, dispersão da luz branca e absorção da luz. A montagem da luneta pode contemplar ainda o ensino de astronomia.



Figura 30 – Luneta.

CONCLUSÃO

Apesar do ensino de Física ainda sofrer muitas limitações no que se refere a atividade experimental, mesmo em escolas que tenham laboratórios ainda faltam muitos materiais e instrumentos devido ao seu alto custo, há algumas formas de transpor essas dificuldades. Esse trabalho buscou a construção de soluções que possam suprir a carência na experimentação no ensino de ótica.

Mesmo com os problemas já citados que dificultam o ensino e o aprendizado significativo dos conceitos físicos apresentados em sala de aula, procurou-se através de atividades práticas inseridas nas aulas expositivas uma via que permita amenizar essas dificuldades. Relacionando a teoria por meio da prática é possível levar ao educando motivação de aprender o conteúdo que lhe é apresentado. Foi com esse objetivo que se propuseram esses roteiros de experimentos juntamente com o valor aproximado do quanto se gastaria com cada atividade, chegando a um total estimado entre R\$ 150,00 a R\$ 200,00.

Os experimentos de ótica geométrica abordados nesse estudo tentam estimular a participação ativa dos estudantes nas aulas e permitir que eles desenvolvam uma consciência crítica e científica do conteúdo tratado e por meio da experimentação que desenvolver o conhecimento. Assim, a falta de laboratório não deve ser o fator predominante que elimina o uso da prática para o ensino de ciências. Docentes podem promover o aprendizado por meio dessas atividades realizadas por eles ou mesmo pelos discentes que, de acordo com o estudado têm ainda mais efeito sobre o desenvolvimento do estudante.

A construção da luneta serviu de motivação para os alunos adentrarem mais profundamente no curso de ótica e poder proporcionar a interação entre eles. Muitas dúvidas a respeito dos fenômenos que envolvem a luz surgiram da parte dos alunos, revelando não só o interesse dos mesmos em aprender, mas as lacunas deixadas por um ensino que privilegia somente aulas explanatórias onde os alunos não têm a oportunidade de formular seu próprio pensamento.

Este trabalho não sugere que o ensino de Física seja desenvolvido apenas pela ótica dos experimentos, o que se sugere é a utilização deles para auxiliar no ensino de Física favorecendo a contextualização e permitindo que através

das experiências os alunos possam confrontar as suas concepções com as novas descobertas.

A relação ensino aprendizagem de ótica precisa ser revista, uma nova abordagem deve ser criada, pois é um tema extremamente ligado ao cotidiano do estudante, desde que seja transmitido de maneira coerente. Muitos alunos não se sentem atraídos pela matéria e nem mesmo a entendem por conta da forma como é ensinada ótica nas escolas hoje. Como acontece com a Física por inteiro, não seria diferente com a ótica, por ser um tema onde os alunos trazem muitas concepções espontâneas recorrentes do senso comum.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA JÚNIOR, J. B. de. **A evolução do Ensino de Física no Brasil**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, vol. 1, n. 2, p. 45-58, 1979.

ALMEIDA JÚNIOR, J. B. de. **A evolução do ensino de Física no Brasil (2ª parte)**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 2, n. 1, p. 55-73, 1980.

ALVES, V. de F. **A Inserção de Atividades Experimentais no Ensino de Física em Nível Médio: em Busca de Melhores Resultados de Aprendizagem**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências). Universidade de Brasília, Brasília, dez. 2006.

ARAÚJO, M. S. T. e ABIB, M. L. V. dos S. **Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, n. 2, jun. 2003.

BEZERRA, D. P; GOMES, E. C. S; MELO, E. S. N e SOUZA, T. C. **A evolução do Ensino de Física – Perspectiva Docente**. Revista Scientia Plena, vol. 5, n. 9, set. 2009.

CANALLE, J. B. G e SOUZA, A. C. F. de, **Simplificando a Luneta com Lente de Óculos**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, vol. 22, n. 1, p. 121-130, abr. 2005.

CANALLE, J. B. G. **A Luneta com Lente de Óculos**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, vol. 11, n. 3, p. 212-220, dez. 1994.

DIOGO, R. C. e GOBARA, S.T. **Sociedade, Educação e Ensino de Física no Brasil: Do Brasil Colônia a Era Vargas**. Trabalho apresentado no XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2007. Disponível em <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii/sys/resumos/T0629-1.pdf>>. Acesso em julho de 2010.

GIRCOREANO, J. P. e PACCA, J. L. de A. **O Ensino da Óptica na Perspectiva de Compreender a Luz e a Visão**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, vol. 18, n. 1, p. 26-40, abr. 2001.

GOMES, L. C. e BELLINI, L. M. **Uma Revisão Sobre Aspectos Fundamentais da Teoria de Piaget: Possíveis Implicações para o Ensino de Física**. Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol. 31, n. 2, 2301, jun. 2009.

GOULART, S. M; DIAS, E. C. N e BARROS, S. L. de S. **Conceitos Espontâneos de Crianças Sobre Fenômenos Relativos à Luz: Análise Qualitativa.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física. vol. 6, n. 1, p. 9-200, abr. 1989.

GRF — Grupo de Reelaboração de Ensino de Física. **FÍSICA 2. Física Térmica/ Óptica.** 4. ed. São Paulo: EdUSP, 1998.

JUNIOR, E. P. V. **O Ensino de Astronomia no Ensino Médio: uma Proposta de Oficina de Apoio ao Professor.** Monografia (Graduação em Física) – Universidade Estadual do Ceará. Ceará, 2010.

KAWAMURA, M. R.D. e HOSOUME, Y. **A Contribuição da Física para um Novo Ensino Médio.** Revista Física na Escola, vol. 4, n. 2, p. 22-27, 2003.

MELCHIOR, S. C. L e PACCA, J. L. de A. **Concepções de Cor e Luz: A Relação com as Formas de Pensar a Visão e a Interação da Luz com a Matéria.** IX Encontro Nacional de Pesquisa e Ensino de Física, 2004. Disponível em <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/ix/sys/resumos/T0031-1.pdf>>. Acesso em agosto de 2010.

MORAES, R. **Participando de Jogos de Aprendizagem: a Sala de Aula com Pesquisa.** In: ENRICONE, D; GRILLO, M. (Org.). Educação superior: vivências e visão de futuro. 1. ed., vol. 1, p. 113-128, Porto Alegre: EDIPUCRS, 2005.

MOREIRA, M. A. **Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas.** Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 22, n. 1, p. 94-99, mar. 2000.

NARDI, R. (organizador). **Pesquisa em Ensino de Física.** Série Educação para a Ciência. 3. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2004. ISBN: 85-86303-15-1.

NUNES, A. O. **O Ensino de Óptica no Nível Fundamental: Uma Proposta de Ensino Aprendizagem Contextualizada para a Oitava Série.** Dissertação (Mestrado Profissional)

PIMENTEL, J. R. **Livros Didáticos de Ciências: a Física e Alguns Problemas.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, vol. 15, n. 3, p. 308-318, dez. 1998.

PIMENTEL, J. R. e BRINATTI, A. M. **Laboratório Caseiro: Banco Ótico e Acessórios de Baixo Custo.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, vol. 6, n. 1, 1989.

RAMALHO, F. J.; NICOLAU, G. F e TOLEDO, P. A. S. **Os Fundamentos da Física**, vol. 2. 8 ed. São Paulo: Moderna, 2003.

RIBEIRO, J. L. P. **Experimentos em Óptica: Uma Proposta de Reconceitualização das Atividades Experimentais Demonstrativas**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

ROBERTO, E. V. **Aprendizagem Ativa em Ótica Geométrica: Experimentos e Demonstrações Investigativas**. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

RODRIGUES, C. R. de; COELHO, S. M e AQUINO, A. S. **Ensino de Física nas Séries Iniciais: Um Estudo de Caso sobre a Formação Docente**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, vol. 26, n. 3, p. 575-608, dez. 2009.

ROSA, C. W. da. e ROSA, A. B. da. **Ensino da Física: tendências e desafios na prática docente**. Revista Iberoamericana de Educación (ISSN: 1681-5653), n.º 42/7 – EDITA: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI). 25 de maio de 2007. Disponível em: <<http://www.rieoei.org/deloslectores/1770Rosa.pdf>>. Acesso em: julho 2010.

ROSA, C. W da; ROSA, A. B da. e PECATTI, C. **Atividades experimentais nas séries iniciais: relato de uma investigação**. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, vol. 6, n.º 2, 263-274 (2007). Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART3_Vol6_N2.pdf>. Acesso em: julho 2010.

SCHROEDER, C. **Um Currículo de Física para as Primeiras Séries do Ensino Fundamental**. Dissertação de Mestrado, UFRGS, 2004. Disponível em <<http://hdl.handle.net/10183/7258>>. Acesso em: julho de 2010.

SCHROEDER, C. **A Importância da Física nas Quatro Primeiras Séries do Ensino Fundamental**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 29, n. 1, p. 89-94, mar. 2007.

SILVA, T. R. da. **Faça Você Mesmo: Banco Óptico de Baixo Custo**. Revista Física na Escola, vol. 5, n. 1, p. 15, mai. 2004.

TALIM, S. L. **Mudanças Conceituais no Ensino de Ótica: a Formação de Imagens pelo Espelho Côncavo**, // Anais do IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (Jaboti-catubas, MG, 2004).

VIOLIN, A.G. **Atividades Experimentais no Ensino de Física nos 1° e 2° Graus**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 1, n. 2, p. 13-24, 1979.