

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

JEAN LOUIS LANDIM VILELA

**LABORATÓRIO DE ÓPTICA PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO DAS ESCOLAS
PÚBLICAS: MONTAGEM E AVALIAÇÃO DE APRENDIZAGEM**

ALFENAS – MG

2016

JEAN LOUIS LANDIM VILELA

LABORATÓRIOS DE ÓPTICA PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO DAS ESCOLAS PÚBLICAS: MONTAGEM E AVALIAÇÃO DE APRENDIZAGEM

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação (UNIFALMG) no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.
Orientadora: Prof. Dra. Cristiana Schmidt de Magalhães

ALFENAS – MG 2016

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal de Alfenas

Vilela, Jean Louis Landim.

Laboratórios de óptica para alunos do ensino médio das escolas públicas: montagem e avaliação de aprendizagem. / Jean Louis Landim Vilela. -- Alfenas/MG, 2016.

105 f.

Orientadora: Cristiana Schmidt de Magalhães.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal de Alfenas, 2016.

Bibliografia.

1. Física (Segundo grau). 2. Laboratorios oticos. I. Vilela, Jean Louis Landim. II. Título.

CDD-530

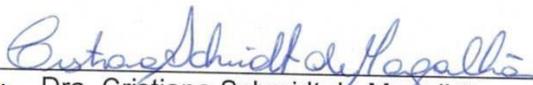
LABORATÓRIOS DE ÓPTICA PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO DAS
ESCOLAS PÚBLICAS, MONTAGEM E AVALIAÇÃO DE APRENDIZAGEM

Jean Louis Landim Vilela

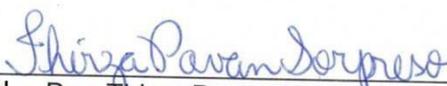
Orientadora:
Dra. Cristiana Schmidt de Magalhães

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação
(Unifal-MG) no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de
Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do
título de Mestre em Ensino de Física

Aprovada por:


UNIFAL - Dra. Cristiana Schmidt de Magalhães CPF 137.888.668-29


UFSCar - Dr. Nelson Studart Filho CPF 086947291-72


UNIFAL - Dra. Thirza Pavan Sorpreso CPF 276.294.918-16

Alfenas

03 de Novembro, 2016

Dedico à toda minha família, que sempre me apoiou e incentivou.
À minha esposa e filhos.

AGRADECIMENTOS

É com imenso prazer que agradeço a todas as pessoas que direta ou indiretamente me ajudaram e apoiaram no desenvolvimento desse trabalho.

À minha esposa, Heloana, que sempre me deu forças e incentivo para desenvolver e aprimorar meus estudos. Aos meus filhos, que entenderam perfeitamente o quanto foi importante desenvolver essa dissertação e compreenderam muitas vezes a falta de atenção para com eles. Aos meus pais, Guido e Marlene, pelo constante incentivo. Meus irmãos, que sempre torceram por mim. Meu sobrinho Thiago, pela amizade e incentivo.

Aos meus amigos de curso, Julbert, Leandro, Everton, Silvio, Jurandir, Fabiana, que de uma forma ou de outra puderam contribuir para o desenvolvimento desse trabalho. Às minhas amigas, Matilde e Francisca Cristina, pelas dicas, conselhos e sugestões no desenvolvimento de todo o projeto.

À minha amiga e orientadora Cristiana Schmidt de Magalhães, por todos os ensinamentos.

Aos meus alunos que, carinhosamente, se dispuseram a serem sujeitos de pesquisa.

À CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida.

RESUMO

O presente trabalho versa sobre a importância das aulas práticas para que o conteúdo de óptica geométrica seja mais bem assimilado e compreendido pelos alunos do ensino médio das escolas públicas e, com este despertar que gradualmente ocorra, aumente-se o interesse pelas aulas citadas acima. Analisou-se, particularmente, a utilização do laboratório, o envolvimento dos alunos e o uso de *kits* para os experimentos sobre óptica geométrica. Verificou-se da mesma forma, a utilização de material de baixo custo de fácil acesso e ainda a abordagem de temas como a dispersão da luz, associação de espelhos planos, reflexão e refração da luz e lentes esféricas. Nota-se que para muitos estudantes é difícil fazer uma conexão entre a teoria e a prática. Neste ínterim, pode-se perceber que a física tem que ter sentido para os alunos e ser vista como algo prático e presente no seu cotidiano. Assim, as aulas práticas tornam-se um grande aliado do professor, garantindo uma maior aprendizagem sobre os temas abordados. Portanto, os objetivos deste trabalho visam propor mudanças, na metodologia tradicional do ensino atual da Física em Minas Gerais e desenvolver a curiosidade e o senso crítico do aluno para que compreenda e aprenda com mais facilidade o conteúdo ministrado. O presente trabalho foi desenvolvido com alunos da segunda série do Ensino Médio regular da Escola Estadual São Sebastião da cidade de Cruzília - MG. Verifica-se com este que as atividades no laboratório alcançaram os objetivos propostos. Conclui-se, portanto que a utilização de laboratórios de física, é excelente recurso para que os alunos possam compreender melhor o assunto —óptica, a partir de uma aprendizagem mais efetiva.

Palavras-chave: Ensino de Física. Laboratórios. Óptica.

ABSTRACT

This work discusses the importance of practical lessons for the geometrical optics content to be better assimilated and understood by secondary education students from public schools, and with a gradually awakening, the interest in the classes increases. We especially analyzed the use of the laboratory, the involvement of students and the use of kits for experiments on geometric optics. The use of inexpensive materials and easily accessible approach was verified, and also issues such as scattering of light, flat mirrors association, reflection and refraction of light and spherical lenses. We noted that for many students it is difficult to make a connection between theory and practice. In this meantime, one can realized that physics has to make sense to the students and be seen as something practical and present in their daily lives. Thus, the practical classes become a great ally of the teacher, ensuring greater learning about the covered topics. Therefore, the objectives of this study aimed to propose changes in the traditional methodology of the current physics teaching in Minas Gerais, and developing student curiosity and critical thinking to understand and learn more easily the taught content. This work was developed with students of the second series of regular high school from the State School São Sebastião, Cruzília - MG. The laboratory activities have achieved our goals. Therefore, the use of physics laboratories is an excellent resource for the better understanding of optics for students, from a more effective learning.

Keywords: Physics education.Laboratories.Optics.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	– DISPERSÃO DA LUZ BRANCA	23
FIGURA 2	– DISPERSÃO DA LUZ BRANCA ATRAVÉS DE UMA GOTA DE ÁGUA	24
FIGURA 3	– OBJETO E IMAGEM REFLETIDA NO ESPELHO	25
FIGURA 4	– TIPOS DE LENTES	26
FIGURA 5	– REFRAÇÃO DA LUZ	27
FIGURA 6	– REFLEXÃO	28
FIGURA 7	– LABORATÓRIO DE FÍSICA	37
FIGURA 8	– EXEMPLO DE MATERIAIS UTILIZADOS PARA OS EXPERIMENTOS PROPOSTOS	45
FIGURA 9	– PROFESSOR/PESQUISADOR DEMONSTRANDO A DISPERSÃO DA LUZ	46
FIGURA 10	– MONTAGEM DE EXPERIMENTO PELOS ALUNOS	46
FIGURA 11	– PARTICIPAÇÃO DOS ALUNOS NO EXPERIMENTO	47
FIGURA 12	– IMAGEM DO ROTEIRO DE AULA E PARTICIPAÇÃO DOS ALUNOS	48

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1	A ATUAL SITUAÇÃO DO ENSINO PÚBLICO NO BRASIL	12
2.2	A ATUAL SITUAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO	15
2.3	A IMPORTÂNCIA DOS LABORÁTORIOS DE CIÊNCIAS	19
3	A ÓPTICA GEOMÉTRICA E O REFERENCIAL TEÓRICO	21
3.1	DISPERSÃO DA LUZ BRANCA	23
3.2	FENÔMENO DA REFLEXÃO E ABSORÇÃO	24
3.3	ESPELHOS PLANOS	24
3.4	LENTES	26
3.5	REFLEXÃO TOTAL DA LUZ	27
3.6	REFERENCIAL TEÓRICO	28
	4 OBJETIVOS DA PESQUISA	32
4.1	OBJETIVO GERAL.....	32
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	32
4.2.1	Montagem do Laboratório de Óptica	32
4.2.2	Avaliação da Aprendizagem	33
	5 METODOLOGIA UTILIZADA	34
5.1	SUJEITOS DA PESQUISA	34
5.2	LEVANTAMENTO DOS TÓPICOS ENSINADOS NO ENSINO MÉDIO SOBRE ÓPTICA GEOMÉTRICA	34

5.3	CONSTRUÇÃO	DOS	KITS	
	.....			36
5.4	CONFECÇÃO DOS PLANOS DE AULA E ROTEIROS EXPERIMENTAIS			
	....	38	5.5	APLICAÇÕES DOS EXPERIMENTOS EM AULAS PRÁTICAS E AVA-
	LIAÇÃO			38
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO			42
6.1	ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO APLICADO, DIÁLOGOS COM OUTROS PROFESSORES E DEFINIÇÃO DOS EXPERIMENTOS			42
6.2	MONTAGEM	DOS	KITS	
	.....			44
6.3	ANÁLISE DOS <i>KITS</i> E DOS EXPERIMENTOS, DIÁLOGOS ENTRE OS ALUNOS E COM O PROFESSOR/ PESQUISADOR NAS AULAS PRÁTICAS			45
6.4	ANÁLISE DOS PLANOS DE AULA E ROTEIROS EXPERIMENTAIS			49
6.5	ANÁLISES	DAS	AVALIAÇÕES	
	.....			50
6.6	COMPARAÇÕES ENTRE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO REGULAR E DA EJA			51
7	CONCLUSÕES			54
	REFERÊNCIAS			56
	APÊNDICES			62
	APÊNDICE A			62
	APÊNDICE B			63
	APÊNDICE C			102
	APÊNDICE D			103
	APÊNDICE E			

1 INTRODUÇÃO

Trabalho com ensino de Física desde o ano de 1998 e de lá para a cá o processo educativo passou por várias alterações. Embora um dos objetivos dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) (BRASIL, 1996) do ensino de Física no Ensino Médio seja —(...) construir uma visão da Física voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade. II, os professores encontram dificuldades que vêm aumentando a cada dia, deixando os alunos mais desinteressados e desmotivados.

Para Burochovitch e Bzuneck:

a motivação tornou-se um problema de ponta em educação, pela simples constatação de que, em paridade de outras condições, sua ausência representa queda de investimento pessoal de qualidade nas tarefas de aprendizagem. (BUROCHOVITCH; BZUNECK, 2004, p. 13).

Analisando a falta de motivação e o baixo rendimento por parte dos alunos, apresentados ao longo desses anos de docência, percebe-se a importância de ter uma visão diferente e uma forma inovadora de ensinar óptica geométrica nas escolas públicas e, em especial, na Escola Estadual São Sebastião, na cidade de Cruzília – MG.

Conceitos da óptica geométrica, que são comumente trabalhados no Ensino Médio, muitas vezes são abordados de forma totalmente matemática sem aplicação prática e sem o entendimento desses conceitos no cotidiano dos alunos. Nesse sentido, Peduzzi coloca que:

Particularmente na área de ensino de Física (...) o que se verifica é que o professor, ao exemplificar a resolução de problemas, promove uma resolução linear, explicando a situação em questão como algo cuja solução se conhece e que não gera dúvidas nem exige tentativas. Ou seja, ele trata os problemas como ilustrativos, como exercícios de aplicação de teoria e não como verdadeiros problemas, que é o que eles representam para o aluno. (PEDUZZI, 1997, p. 230 – 231 apud ZYLBERSZTAJN 1998, p. 2)

Usam exercícios repetitivos e aplicações de fórmulas como formas de ensinar. Assim, metodologias inovadoras e interativas para que os alunos possam compreendê-los e aplicá-los na vida cotidiana são necessárias. Espera-se que o professor trabalhe problemas atuais, juntamente com os tradicionais e faça uso de situações que reflitam a realidade do aluno. Segundo Mees (2002), o conhecimento físico não pode ser ensinado de forma absoluta, pois o que era verdade anos atrás, hoje pode não ser mais. Sendo assim, este autor afirma ainda que —as aulas de Física, não estão sendo

atraentes o suficiente, para manter a atenção do aluno e levar a uma conjugação, onde se possa crescer no conhecimento em Física. Analisando todos esses fatores, o objetivo deste trabalho foi montar um laboratório de óptica geométrica com *kits* de baixo custo e materiais acessíveis, aliando-os à utilização de tecnologias (como *smartphones*) ao alcance cotidiano dos alunos do Ensino Médio, na Escola Estadual São Sebastião, na cidade de Cruzília – MG. Foram montados *kits* com quatro experimentos de óptica geométrica, sempre seguindo o planejamento anual do ensino de Física proposto à escola pelo professor/pesquisador.

Teve-se também como objetivo observar qual a aceitação do laboratório proposto por parte dos alunos, de outros professores de Física e ciências e da direção da escola e analisou-se se a utilização deste laboratório se restringiu apenas ao professor/pesquisador ou se outros professores da escola mostraram interesse em utilizá-lo como ferramenta para o ensino, pois os *kits* ficaram disponíveis para as outras turmas, acompanhados de roteiros de aulas e procedimentos de montagem dos experimentos. Aproveitando todo o contexto, foi possível também fazer uma avaliação da aprendizagem dos alunos diante desta inovação na Escola.

Um grande diferencial desse trabalho foi a maneira que os experimentos foram introduzidos, aplicados e trabalhados, bem como a maneira de avaliar. Percebeu-se que para cada prática realizada, o interesse dos alunos foi aumentando, a compreensão dos conteúdos foi ficando mais clara e o resultado das avaliações totalmente satisfatórias.

Para o referencial teórico utilizaram os três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1991) que ajudaram na elaboração, aplicação e análise das aulas propostas. Os momentos pedagógicos podem contribuir na estruturação da dinâmica de sala de aula na situação de estudo, em que o ponto de partida da proposta tenha como referência problemas com características semelhantes às da abordagem temática freireana, isto é, emergem de situações da vivência dos estudantes e que apresentam contradições locais (FREIRE, 1987).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo descreveremos a atual situação do ensino público no Brasil, no estado de Minas Gerais e com destaque para a atual situação do ensino de Física nas escolas públicas do Brasil. Além disso, será relatado um estudo sobre a importância dos laboratórios de ciências nas escolas.

2.1 A ATUAL SITUAÇÃO DO ENSINO PÚBLICO NO BRASIL

A educação é a base do desenvolvimento humano, é um direito do ser humano e deve partir da família e do Estado. O grande problema é que alunos matriculados na rede pública estadual sofrem com falta de regras, limites e questões financeiras. Acarretando assim, um baixo rendimento durante a sua vida escolar e resultados muito abaixo do esperado pelo poder público. Em Estados como Alagoas e Maranhão, os alunos não alcançam 20% de aprendizagem (Revista Época, 2015).

De acordo com o *RANKING ENEM 2010*(*RANKING Enem 2009: as 50 melhores escolas do Sudeste, 2010*), das 50 melhores instituições públicas de Ensino Médio no Brasil, oito estão no Estado de Minas Gerais(incluindo a melhor do país), mas nenhuma delas é estadual. Quando analisadas especificamente as 50 melhores escolas públicas do Brasil, com base no ENEM de 2009, observa-se que 78% desse total (39) pertencem à rede federal de ensino. Em sua maioria, são colégios militares ou instituições vinculadas ao ensino superior, como os colégios de aplicação. Apenas 10 são instituições estaduais e só uma é municipal. Por fim, o *ranking* nacional, que aponta as mil piores escolas brasileiras de Ensino Médio, revela que 98,7% delas são estaduais, das quais 4% são mineiras (40 escolas). Atualmente várias escolas do país, principalmente da rede pública, não possuem infraestrutura e condições para um trabalho digno dos docentes. As cobranças por parte de pais/alunos, que sempre esperam escolas mais equipadas e estruturadas e não compreendem que para se alcançar essa melhoria é necessário apoio e empenho por parte de órgãos competentes, são constantes. Segundo o Instituto Nacional de Educação e Pesquisa - INEP, até o ano de 2012, 10,6% das 192.676 escolas do país possuíam laboratório de ciências, dessa porcentagem 60,1% eram públicas e 39,9% privadas (RIBEIRO, 2015).

No Estado de Minas Gerais, a realidade do ensino nas escolas públicas, também passa por sérios problemas. Para a Secretária de Estado da Educação, o Estado vive duas realidades diferentes na educação pública. No Ensino Fundamental, que é de responsabilidade dos municípios e do Estado, estamos entre os líderes nos *rankings* de avaliação nacional (SECRETÁRIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO - SEE, 2015). Mas, no Ensino Médio, majoritariamente gerido pelo Governo Estadual, somos reprovados. O Estado conta com 3.654 escolas estaduais, cerca de 2,2 milhões de alunos e em torno de 100 mil servidores. Mas, desses números apenas 26% das escolas estão em boas condições; 45% não têm refeitório; em torno de 15% dos jovens entre 15 e 17 anos estão fora da escola; 96% dos alunos não sabem matemática e 64% não sabem português. Esses dados levantados mostram que os estudantes mineiros da rede estadual não estão aprendendo como deveriam (MARTINS, 2015).

A desvalorização do profissional da educação também é um fator que agrava a atual situação do ensino nas escolas públicas. Deparamos com professores vivendo as mais variadas situações, sejam elas, financeira, por falta de incentivos, por falta de valorização, por um plano de carreira adequado ou por péssimas condições de trabalho. Libâneo (1996) ressalta que o papel do educador, merece atenção, já que seu trabalho consiste de modo geral, em preparar discentes para vida social, sendo assim, considerada uma atividade humana necessária à existência e funcionamento de todas as sociedades.

Diante desta problemática nota-se ainda que as escolas públicas têm enfrentado dificuldades com relação também à inexperiência e má formação dos professores, Silva e Butkus (1985) retratam bem essa dificuldade:

Para o professor que não tem formação específica em Física, a maior dificuldade está no fato de nunca ter vivenciado uma atividade experimental durante sua formação. Por outro lado, entende-se que não basta dizer ao professor que deva realizar atividades experimentais com seus alunos, mas sim como fazê-las nas condições das escolas. (SILVA; BUTKUS, 1985, p.109).

Estes, muitas vezes não possuem formação na área e ministram aulas de forma equivocada, como se apenas eles fossem os detentores do conhecimento e não aproveitando os conhecimentos anteriores dos alunos; não sabendo como lidar com as inovações e muito menos utilizar um laboratório de Ciências de modo adequado. Para Moran (2007), a mudança na Educação depende também da boa formação dos professores:

Bons professores são as peças-chave na mudança educacional. Os professores têm muito mais liberdade e opções do que parece. A educação não evolui com professores mal preparados. Muitos começam a lecionar sem uma formação adequada, principalmente do ponto de vista pedagógico. Conhecem o conteúdo, mas não sabem como gerenciar uma classe, como motivar diferentes alunos, que dinâmicas utilizar para facilitar a aprendizagem, como avaliar o processo ensino-aprendizagem, além das tradicionais provas. (MORAN, 2007, p.18).

De acordo com Hamburger e Matos:

há despreparo dos professores para realizarem as aulas práticas pelo fato de não serem graduados na licenciatura da disciplina que trabalham na escola, fazendo com que aconteça a falta de motivação aliada à falta de condições de trabalho nos laboratórios e provocando, dessa forma, o ensino completamente teórico e expositivo. (HAMBURGUER; MATOS, 2000).

Com relação aos professores mineiros, a situação não é diferente, eles não recebem o piso salarial recomendado pelo Governo Federal e cerca de 60% dos educadores foram contratados no passado sem a realização de concursos públicos, como regulamenta a legislação (SEE, 2015). De acordo com a Beatriz Cerqueira, coordenadora do Sindicato Único dos Trabalhadores em Educação em Minas Gerais - SIND-UTE/MG (—O professor não tem a garantia de 1/3 da sua jornada dedicada a estudo, planejamento e avaliação conforme definido pela lei federal 11.738/08. Direitos, vantagens e férias-prêmio são ignoradas, projetos são desenvolvidos sem qualquer interlocução com o profissional da educação, o tempo do professor é definido sem a sua participação, o currículo da escola é estabelecido por quem não está na escola, não há um referencial político-pedagógico).

(CERQUEIRA, 2012)

Para mudar a realidade da educação de Minas, a atual gestão planeja modernizar o currículo escolar. As mudanças ainda estão em fase de planejamento, mas a principal diretriz da Secretaria de Educação é aproximar a escola das necessidades e realidades dos estudantes e melhor prepará-los para os vestibulares e avaliações do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) (SEE, 2015).

Para auxiliar os professores e conseqüentemente melhorar suas aulas, foram desenvolvidos os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), lançados em 1999 que têm como referências o caráter do Ensino Médio como etapa final da Educação Básica. Seu conteúdo é dividido em três grandes áreas: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias (reunindo questões referentes ao ensino de Língua Portuguesa, Literatura, Línguas Estrangeiras, Arte, Educação Física e Informática);

Ciências Humanas e suas Tecnologias (Filosofia, Geografia, História e Sociologia) e Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (Biologia, Física, Matemática e Química).

No que se refere a Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, a meta é explicitar as habilidades básicas, competências específicas, que deveriam ser desenvolvidas pelas disciplinas de Biologia, Física, Química e Matemática no Ensino Médio, trazendo elementos para a implementação das diretrizes referentes a esta etapa da educação básica, no intuito de produzir um conhecimento que tenha significado para o aluno (PCN+, 2007).

No Brasil as atenções têm estado muito mais voltadas para o ensino fundamental e o ensino superior do que para o Ensino Médio. Ao passo que nos dois outros níveis vêm sendo apresentadas propostas inovadoras, o nível médio parece quase esquecido. Mesmo assim, já ocorreram melhorias, pois em 1980, 14,5% dos jovens com idades entre 15 e 19 anos frequentavam o Ensino Médio, o que representava quase 2 milhões de alunos. Essa realidade em 2014 deu um salto e aproximadamente 10 milhões de jovens frequentam o Ensino Médio (MEC/Inep/DEED – Censo 2.015). Outros fatores apontam para uma melhoria na educação pública brasileira, em especial o Ensino Médio, como o desenvolvimento de mecanismos permanentes de participação dos alunos e da comunidade escolar na discussão do processo de avaliação da escola, do trabalho pedagógico e de seus resultados. (UNESCO, 2016).

Precisa-se motivar esse profissional e para isso ele deve se sentir desafiado, procurar inovar e utilizar práticas diferentes de ensino, estimulando a colaboração por parte de todos, especialmente dos educandos.

2.2 A ATUAL SITUAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

No Brasil, a Física começou a ser lecionada no período colonial, com a participação dos jesuítas, no ensino secundário e superior. Durante o império a disciplina de Física era vista no quinto ano do ensino secundário, sendo que apenas 20% das horas de estudo eram direcionadas para a área de Matemática e Ciências. No período da república, o direito à educação aparece pela primeira vez na constituição de 1934. Nesse período ocorreu um aumento na carga horária para 27,3% na área de Ciências e Matemática e após a revolução de 1930, houve novo

aumento para 33,3% da carga horária. Percebe-se que gradativamente foi ocorrendo um reconhecimento acerca da importância dessa área no currículo no ensino secundário Piletti (1989). Atualmente, a Física é ministrada a partir do Ensino Médio, com 2 aulas semanais para as escolas públicas, tendo apenas uma pequena base conceitual no final do Ensino Fundamental na disciplina de Ciências. De acordo com o censo escolar de 2015, do total de 27.886 professores que lecionam Física, 19.161 não tem licenciatura na disciplina, o que equivale a 68,7% do total (TOKARNIA, 2016). Um dos grandes desafios do professor de Física nas escolas públicas é cumprir o conteúdo proposto no início de cada ano letivo. Na maioria das vezes o docente encontra dificuldades, pois têm que optar em trabalhar com alguns conteúdos e deixar outros de lado, pois o número de aulas propostas não é compatível com a quantidade de assuntos.

As aulas teóricas sempre ocuparam a maior parte da carga horária dos discentes. Segundo Libânio (1994), a atividade de ensinar, na educação brasileira, é vista comumente, como transmissão da matéria aos alunos, realização de exercícios repetitivos, memorização e definições de formulas e conceitos e os fatores como ausência de espaço físico alternativo, materiais, criatividade dos professores e carga horária reduzida, são alguns itens para a grande prevalência deste tipo de aulas.

Segundo Freire:

o bom professor é o que consegue, enquanto fala, trazer o aluno até a intimidade do movimento do seu pensamento. Sua aula é assim um desafio e não uma cantiga de ninar. Seus alunos cansam, não dormem. Cansam porque acompanham as idas e vindas de seu pensamento, surpreendem suas pausas, suas dúvidas, suas incertezas. (FREIRE, 1996, p. 96).

As aulas expositivas precisam de mais aliados e de apoio para que os alunos possam compreender e assimilar os conteúdos ministrados. De acordo com Costoldi e Polinarski (2009, p. 2), —os recursos didáticos são de fundamental importância no processo de desenvolvimento cognitivo do alunoll, uma vez que desenvolve a capacidade de observação, aproxima o educando a realidade e permite com maior facilidade a fixação do conteúdo e conseqüentemente, a aprendizagem de forma mais efetiva, onde o educando poderá empregar esse conhecimento em qualquer situação do seu dia a dia.

O PCN considera que para o ensino de Física a memorização de fórmulas ou repetição de exercícios são situações totalmente artificiais. Ele vem dando lugar a uma consciência de que é preciso utilizar novas práticas e métodos e mostram a

necessidade de —rediscutir qual Física ensinar para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e uma formação para a cidadania mais adequada (Brasil, 1999, p.230). Dessa forma, suas competências relacionadas principalmente com a investigação e compreensão dos fenômenos físicos, da utilização da linguagem física e de sua comunicação e finalmente, que tenham a ver com sua contextualização histórica e social.

A inovação nas aulas pode ser um auxílio aos professores, mostrando que a Física não é de assustar, e demonstrar a explicação de fenômenos do cotidiano através dos conceitos aprendidos é uma maneira de instigar o aluno a tomar gosto pela ciência. Espera-se que o ensino de Física contribua para a formação de uma cultura científica, que permita ao indivíduo a interpretação de fenômenos naturais. Para Xavier (2005), os alunos chegam ao Ensino Médio com medo e muitas vezes traumatizados com o ensino de Física.

As múltiplas maneiras de aumentar os níveis de atenção e fazer o aluno concentrar-se é um desafio que os educadores, principalmente das escolas públicas, têm enfrentado todos os dias. Deve-se, também, levar em consideração a grande variedade de recursos didáticos, métodos de ensino e tecnologias para a educação que existem atualmente à disposição dos docentes. Utilizando-se os recursos tecnológicos, a escola pode criar uma —possibilidade de leitura da realidade, traduzida pela linguagem digital, automatizando a informação, sendo de grande importância para as possíveis melhoras no desempenho de cada estudante Lemos(2002, p. 107). Ensinar é procurar descobrir interesses, gostos, necessidades e problemas do aluno; escolher conteúdo, técnicas e estratégias; prover materiais adequados e criar ambiente favorável para o estudo (KARLING, 1991).

Muitas vezes os livros didáticos fogem da expectativa que os alunos criam em tentar compreender o seu cotidiano. Isso se deve, pois os livros propostos para as escolas estão transbordando de exercícios que focam em tornar o trabalho do aluno mecânico e repetitivo, visando apenas vestibulares. Souza (2002) acha os autores dos livros didáticos estariam dando ênfase demasiada nos vestibulares, como forma de mostrar a sua preocupação com o futuro do aluno.

A alternativa ideal seria a reformulação do ultrapassado ensino de Física, proporcionando uma aprendizagem que torne significativa e prática. Uma das

sugestões seriam as aulas de laboratórios ou aulas práticas, pois são de grande valor cognitivo.

Tornando como aliado para as aulas, o laboratório passa a ser um estímulo para a compreensão dos temas trabalhados, com a realização de práticas de experimentação, despertando o lado investigador do aluno e colocando-o como centro das atenções e, finalmente, ajudando-o na construção do seu próprio conhecimento.

Este ambiente com atividades práticas, onde os conceitos físicos podem ser ampliados e testados, teve seu início com a Alquimia e tais pesquisas tiveram andamento com Geber, no século VIII. Newton e Boyle, no século XVII, foram os que iniciaram estes experimentos práticos no campo da Física (SOTO, 2016). No Brasil, os registros indicam que com a vinda da corte portuguesa, 1808, foi criada a primeira instituição brasileira dedicada exclusivamente ao estudo das Ciências Naturais, com ênfase no caráter prático (ARQUIVO NACIONAL, 2007). A Lei nº. 4024, de Diretrizes e Bases da Educação, de 21 de dezembro de 1961, visou ampliar em larga escala a participação das Ciências dentro do currículo escolar. Reforçou-se a crença de que disciplinas como a Física, Química e Biologia exerceriam a —função— de desenvolver o espírito crítico através do exercício do —Método Científico— (um conjunto de regras básicas para desenvolver uma experiência a fim de produzir novo conhecimento, bem como corrigir e integrar conhecimentos pré-existentes) (Souza, 2016), dando assim, um grande passo para os laboratórios de Ciências serem implantados nas escolas públicas do país.

Torna-se notório que a experimentação prática, pode aparecer como aliada para a afirmação dos novos conceitos (Borges, 2002) e que também deve - se fazer uma ponte entre o conhecimento prévio, os novos conceitos científicos adquiridos e a solução de problemas na vida cotidiana do aluno. Para Araújo e Abib:

há uma ampla gama de possibilidades de uso das atividades experimentais no Ensino Médio, que vão desde as atividades de verificação de modelos teóricos e de demonstração, geralmente associadas a uma abordagem tradicional de ensino, até a presença já significativa de formas relacionadas a uma visão construtivista de ensino, representadas por atividades de observação e experimentação de natureza investigativa. (ARAÚJO e ABIB, 2003, p.191).

Para muitos pesquisadores o laboratório de Física é considerado como uma grande ferramenta para o aprendizado dos alunos, Marineli e Pacca (2006) defendem que o laboratório é peça chave no aprendizado da Física. Araújo e Abib (2003) analisaram a produção recente na área de investigações sobre a utilização da

experimentação no ensino de Física, havendo extensa bibliografia em que autores avaliam as vantagens de se incorporar atividades experimentais a aulas ministradas, para eles:

[...] o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente. Nesse sentido, no campo das investigações nessa área, pesquisadores têm apontado em literatura nacional recente a importância das atividades experimentais. (ARAÚJO e ABIB, 2003, p.177).

Entretanto, montar um laboratório nos dias de hoje é uma tarefa que depende de um bom orçamento, pois os materiais utilizados custam caro e a obtenção destes itens seria através de lojas especializadas ou *sites* pela *internet*. Farias (1992), faz uma grande ressalva a essa situação vivida pelas escolas: —Na atual estrutura das escolas, procuramos trabalhar sempre que possível com materiais de baixo custo e de fácil aquisição ou elaboração. (FARIAS, 1992, p. 247). Com isso, uma boa alternativa é usar a criatividade e criar experimentos com materiais de baixo custo e fácil acesso, com a ajuda dos próprios alunos, pais e toda a comunidade escolar.

2.3 A IMPORTÂNCIA DOS LABORÁTORIOS DE CIÊNCIAS

A utilização dos experimentos está presente no processo evolutivo dos homens. Tudo o que utilizamos desde um simples rádio a pilha, até um aparelho de ultrassonografia é resultado de experimentos ocorridos em algum lugar. Desde o surgimento do método científico, na Idade Média, a Física, a Química, a Engenharia tiraram o ser humano das carroças e levaram-no às naves e às viagens espaciais.

De acordo com Dourado (2001), as atividades experimentais são essenciais para o processo de ensino-aprendizagem e devem estar adequadas às capacidades e atitudes que se pretende desenvolver nos alunos.

Instituído pelo físico alemão Justus Von Liebig (1803—1873), o uso didático do laboratório ganha destaque no ensino da ciência e revela ao aluno um momento importante para a formação de suas próprias reflexões e conclusões. (SCIELO BRASIL, 2006).

Utilizar os laboratórios no ambiente educacional ajuda na interdisciplinaridade e favorece a capacidade de abstração do aluno, ajudando na

resolução de situações problemas do cotidiano e contribuindo para a construção do conhecimento (BORGES, 2002).

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), no seu Artigo 35, Inciso IV, diz: —É essencial a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina. Mostra, pois, que as escolas de ensino médio devem proporcionar ao aluno oportunidades de união entre a teoria e a prática em cada disciplina.

É importante ressaltar que as atividades experimentais podem e devem contribuir para o desenvolvimento do aluno, porém é de extrema importância que o professor a devida clareza dos fins que deve chegar (BORGES, 2002).

3 A ÓPTICA GEOMÉTRICA E O REFERENCIAL TEÓRICO

Desde a Idade Antiga, já se conheciam vários fenômenos da óptica geométrica. Na Assíria, havia a lente de cristal e, na Grécia, já se usava a lente de

vidro para obter o fogo. Há também uma descrição sobre espelhos esféricos e parabólicos que se deve, talvez, a Euclides. Ptolomeu obteve a lei da refração para o caso de ângulo de incidência pequeno. Entre as obras da época romana, existe uma que indica a semelhança entre as cores do arco-íris e as vistas na margem de vidros,(NETTO,1999).

Na Idade Média apareceram alguns trabalhos excelentes, como, por exemplo, o de R. Bacon (1214-1294), porém quase não havia desenvolvimento científico. Na Renascença, observaram-se vários progressos tecnológicos, como as invenções de diversos aparelhos ópticos. O telescópio foi inventado por Lippershey (1570-1619) em 1608 e o microscópio por Jansen, na mesma época (NETTO, 1999).

O estudo da luz assumiu caráter científico no século XVII e progrediu rapidamente. Snell (1591-1626) descobriu a lei da refração na sua forma exata. Fermat (1601-1665) demonstrou que se podia deduzi-la a partir do princípio geral do caminho percorrido em tempo mínimo. Entretanto, o trabalho mais importante dessa época seria a medição da velocidade da luz. A primeira tentativa foi feita por Galileu, mas não obteve êxito porque mediu o tempo de ida e volta da luz entre dois pontos cuja distância era somente algumas milhas. O primeiro valor foi obtido por Römer (1644-1710) em 1676, pelas observações dos tempos de início do eclipse lunar de Júpiter. Considerando a velocidade da luz finita, na posição em que a Terra está mais afastada de Júpiter, o início do eclipse lunar de Júpiter deve ser observado num tempo posterior ao valor calculado a partir do período de translação desse satélite. Foram, no entanto, as observações de James Bradley, em 1728, que elucidaram a questão, calculando a velocidade num valor apenas um pouco menor que o aceito atualmente. Léon Foucault, usando a roda de medir a velocidade da luz inventada por Fizeau, publicou uma aproximação melhor, e finalmente, em 1926, Albert Michelson, do observatório Monte Wilson, publicou um valor preciso (NETTO, 1999).

A Óptica Geométrica é uma área da Física que estuda a luz e os fenômenos luminosos, sem se importar com a natureza da mesma. Dos nossos sentidos, a visão é o que mais colabora para conhecermos o mundo que nos rodeia e, provavelmente por isto, a Óptica é uma ciência muito antiga (MÁXIMO, 1997). A natureza do que costumeiramente se chama luz é, até hoje, pouco compreendida pelos físicos. Mas sabemos bem mais do que nossos antepassados. Os antigos pitagóricos, por exemplo, acreditavam que a visão se devia exclusivamente a algo que saía dos nossos olhos, ou seja, a luz estava em nós. Hoje já não se discute mais, como nos

séculos XVII e XVIII, se a luz é formada por feixes de minúsculas partículas ou se é uma propagação ondulatória. A luz acredita os físicos, não é onda nem partícula. Ela se constitui de fótons, partículas cujo comportamento tem natureza ondulatória. Na verdade, essa é uma visão muito simplificada da compreensão atual que a Física tem da natureza da luz (CHIMENDES, 2005).

Segundo Gaspar:

Essa é uma visão muito simplificada da compreensão atual que a física tem da natureza da luz. Basta saber que grande parte dos fenômenos luminosos pode ser estudada admitindo que a luz seja uma propagação ondulatória com todas as suas características (GASPAR, 2009, p. 248).

Nos dias de hoje a abordagem desse conteúdo segue padrões que os livros didáticos sugerem (Máximo, 1997), iniciando com os conceitos básicos (como fontes de luz, classificação dos meios, raios de luz), princípios da óptica geométrica (dando ênfase a propagação retilínea da luz e suas aplicações), reflexão da luz (diferenciando a reflexão especular e difusão, falando sobre a cor de um corpo), espelhos planos (as leis da reflexão, figuras enantiomórficas, associação de espelhos planos, translação de espelhos), passando para os espelhos esféricos (formação de imagens, equação de Gauss), refração da luz (índice de refração, leis da refração, reflexão total da luz, dioptra plano, lâmina de faces paralelas, prisma óptico, fenômenos que ocorrem por refração ou reflexão), lentes (construção de imagens e estudo analítico) e instrumentos ópticos (microscópio, lupa, luneta, projetor de imagens e olho humano e seus defeitos de visão) (Máximo, 1997). Muitas vezes, esses tópicos são trabalhados de maneira independente, sendo que não aparecem no mesmo fenômeno físico, como é o caso da reflexão e refração da luz.

Na utilização do laboratório como um aliado para o aprendizado, alguns tópicos citados acima foram selecionados e quatro experimentos trabalhados com os alunos para uma maior e melhor compreensão da óptica geométrica, os quais são descritos a seguir:

3.1 DISPERSÃO DA LUZ BRANCA

A dispersão é um fenômeno óptico que consiste na separação da luz branca, ou seja, separação da luz solar em várias cores, cada qual com uma frequência

diferente (vide Figura 1) (SANTOS, 2015). Esse fenômeno pode ser observado em um prisma de vidro, por exemplo. O célebre físico e matemático, Isaac Newton, observou esse fenômeno e no ano de 1672 publicou um trabalho, no qual apresentava suas idéias sobre a natureza das cores. A interpretação sobre a dispersão da luz e a natureza das cores, dada por Isaac Newton, é aceita até hoje, fato esse que não ocorreu com o modelo corpuscular da luz elaborado por esse mesmo cientista (SANTOS, 2015).

Esse fenômeno ocorre em razão da dependência da velocidade da onda com a sua frequência. Quando a luz se propaga e muda de um meio para outro de desigual densidade, as ondas de diferentes frequências tomam diversos ângulos na refração, assim sendo, surgem várias cores.

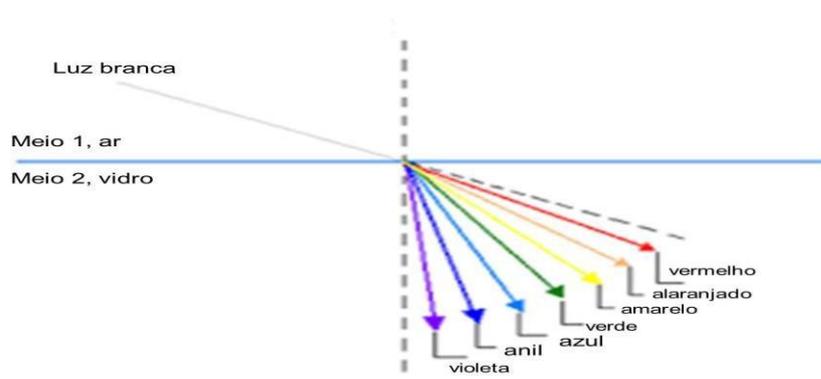


Figura 1 - Dispersão da luz branca.
Fonte: Adaptado de alunos online¹

Newton não foi o primeiro a perceber esse acontecimento. Muito antes dele já se tinha o conhecimento que a luz branca, ao atravessar um prisma com densidade diferente à do ar, originava feixes coloridos de maior ou menor intensidade. Antes de Newton, acreditava-se que a luz, oriunda do Sol, era pura e que o surgimento das cores ocorria em razão das impurezas que o feixe de luz recebia ao atravessar o vidro (GUIMARÃES, 2013).

Um exemplo clássico de dispersão luminosa é o arco-íris. Ele se forma em virtude da dispersão da luz branca solar ao incidir nas gotas de água em suspensão na atmosfera.

¹ Disponível em: <<http://alunosonline.uol.com.br/fisica/dispersao-luz.html>>. Acesso em: 21 set. 2016.

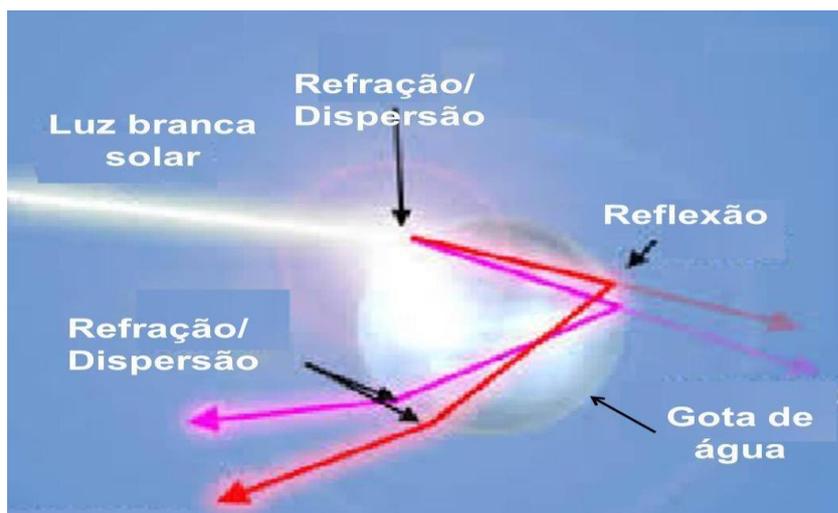


Figura 2 - Dispersão da luz branca através de uma gota de água. Fonte: adaptado de ciências uol²

Como pode ser observado na Figura 2, um raio de luz ao incidir sobre uma gota de água sofre uma refração, uma reflexão e finalmente uma segunda refração, portanto, o raio de luz solar se apresenta separado em cores (MINNAERT, 1995).

3.2 FENÔMENO DA REFLEXÃO E ABSORÇÃO

O fenômeno da reflexão é observado em várias situações do nosso cotidiano e ocorre quando um raio de luz incide na superfície de separação de dois meios e retorna ao meio de origem (GUIMARÃES, 2013). Já na absorção, a luz incidente não se reflete e nem se refrata, a luz, é absorvida.

3.3 ESPELHOS PLANOS

Os espelhos são classificados segundo a forma geométrica de sua superfície.

Denomina-se espelho plano toda superfície perfeitamente lisa e plana onde a reflexão da luz acontece de forma regular. Os espelhos podem ser feitos com diversas técnicas e materiais – dependendo de sua qualidade ou função. Podem ser feitos com cromo, prata ou níquel, que são metais prateados. Em geral, o vapor do metal é aplicado sobre uma placa de vidro ou cristal. Os espelhos planos também são muito utilizados em decoração de interiores, pois dão a impressão de maior profundidade (BARRETO FILHO, 2013).

² Disponível em: <<http://ciencia.hsw.uol.com.br/arco-iris2.htm>>. Acesso em: 21 set. 2016.

Quando olhamos na direção de um espelho plano, notamos que a nossa imagem aparece com orientação um pouco diferente. A imagem da mão esquerda colocada diante de um espelho é a mão direita (vide Figura 3). Essa característica das imagens dos espelhos planos recebe o nome de enantiomorfismo, que é uma simetria de dois objetos que não se sobrepõem.

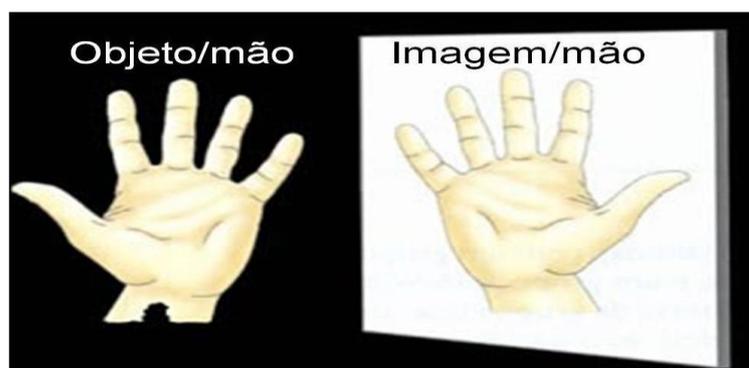


Figura 3 - Objeto (mão) e Imagem refletida no espelho.
Fonte: Adaptado de mundo educação³

A luz emitida por um objeto e refletida em um espelho plano chega aos olhos de um observador como se estivesse vindo do ponto de encontro dos prolongamentos dos raios refletidos. Neste ponto o observador vê uma imagem virtual do objeto (MÁXIMO, 2011).

Quando um objeto é colocado entre dois espelhos planos paralelos, serão conjugadas infinitas imagens, visto que, se um raio de luz originado do objeto refletir perpendicularmente em um dos espelhos, os raios seqüentes também serão perpendiculares a ele e as reflexões acontecerão sucessivamente. Quando os espelhos formam entre si um ângulo α , as diversas reflexões da luz nos espelhos permitem a formação de inúmeras imagens desse objeto. O número de imagens é dado pela expressão (BARRETO FILHO, 2013):

$$N = \frac{360}{\alpha} - 1 \quad (1)$$

³ Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/isomeria-optica.htm>>. Acesso em: 21 set. 2016.

3.4 LENTES

Atualmente, definimos lente como o sistema óptico formado por um meio homogêneo e transparente, limitado por duas superfícies esféricas ou por uma superfície esférica e outra plana (BARRETO, 2013).

A classificação das lentes é feita de acordo com o formato das faces externas. Quando a espessura das bordas das lentes é menor que a espessura da parte central, elas são denominadas lentes de bordas delgadas (vide Figura 4a). Quando apresentam a espessura das bordas maior que a espessura da parte central, são denominadas lentes de bordas espessas (vide Figura 4b).

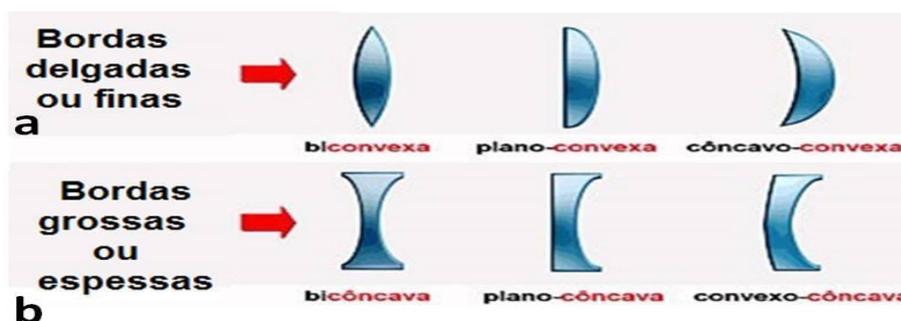


Figura 4 - Tipos de lentes: (a) de bordas delgadas ou finas, (b) de bordas grossas ou espessas.

Fonte: adaptado física moderna⁴

Uma lente é considerada delgada quando apresenta a espessura pequena, em comparação com os raios de curvatura das suas faces (Figura 4a). Em geral, as lentes delgadas são classificadas em convergentes ou divergentes, dependendo do desvio sofrido pelos raios luminosos que as atravessam (BARRETO, 2013). As imagens formadas pelas lentes podem ser classificadas como reais, que são formadas a partir do encontro real dos raios luminosos e virtuais, que são formadas pelo prolongamento dos raios luminosos, que usamos para construir as imagens, são representados por linhas tracejadas (BARRETO, 2013).

A lupa é um tipo de instrumento óptico de observação de pequenos objetos que utiliza uma lente convergente, fornecendo uma imagem virtual, direita e ampliada

⁴ Disponível em: <http://fisicamoderna.blog.uol.com.br/arch2011-04-24_2011-04-30.html>. Acesso em: 21 set. 2016.

de um objeto real. A luz ao atravessar essa lente sofre desvio, mudando a velocidade de propagação, esse fenômeno recebe o nome de refração, (GUIMARÃES, 2013).

3.5 REFLEXÃO TOTAL DA LUZ

Quando luz monocromática se propaga de um meio com menor índice de refração para um de maior índice de refração, não existe nenhuma restrição à ocorrência da refração (Figura 5). Para incidência normal, o raio refratado é perpendicular à interface dos dois meios, ou seja, $i = R = 0^\circ$ (Figura 5a). Em incidência oblíqua ($i > 0^\circ$), o raio luminoso refratado aproxima-se da normal, tendo-se $R < i$ (Figura 5b). Para valores crescentes do ângulo de incidência, verifica-se que, à medida que este se aproxima de 90° (incidência rasante), o ângulo refratado (R) tende para um valor máximo L , denominado **ângulo limite** (Figura 5c) (de Paiva, 2012).

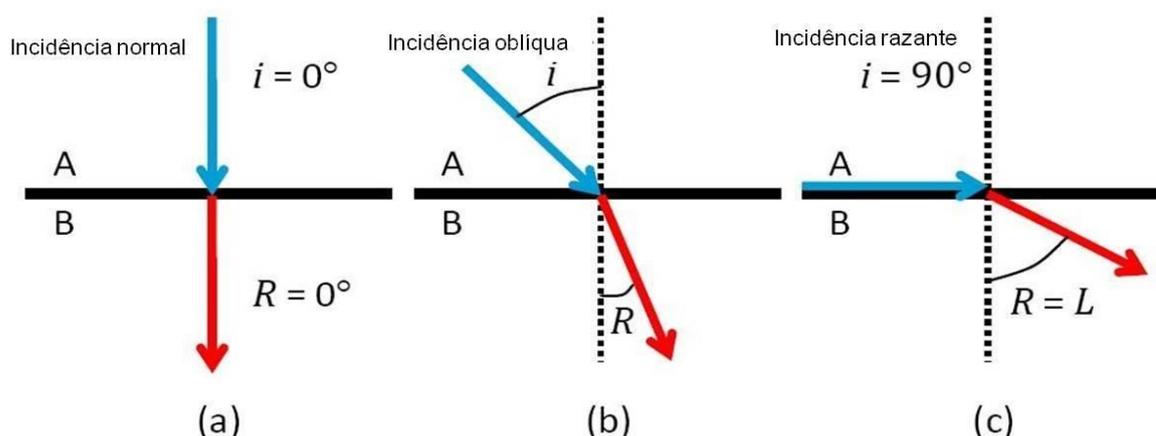


Figura 5 - Refração da luz na passagem de um meio com menor índice de refração para outro de maior índice de refração. Fonte: adaptado de wikiciencias⁵

Máximo (1997) define que um raio luminoso (vide Figura 6), propagando-se em um meio B, com índice de refração n_B , e incidindo na superfície de separação deste meio com um meio A, com índice de refração n_A . Se $n_B > n_A$, tal raio sofrerá reflexão total se o ângulo de incidência for maior que o ângulo limite L (Figura 6a). Esse valor de L é dado por

$$\sin L = \frac{n_A}{n_B} \quad (2)$$

⁵ Disponível

em: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php/Reflex%C3%A3o_total_da_luz. Acesso em: 22set. 2016.

onde n representa o índice de refração de cada meio. Caso o ângulo de incidência tenha valor igual ao ângulo limite L (Figura 6b), a luz emerge rasante, ou seja, ela se propaga sobre a superfície de separação entre os dois meios.

Assim, para haver reflexão total, são necessárias duas condições:

- Sentido de propagação da luz: do meio com maior índice de refração para o de menor.
- Ângulo de incidência maior que o ângulo limite: $i > L$ (de Paiva, 2012).

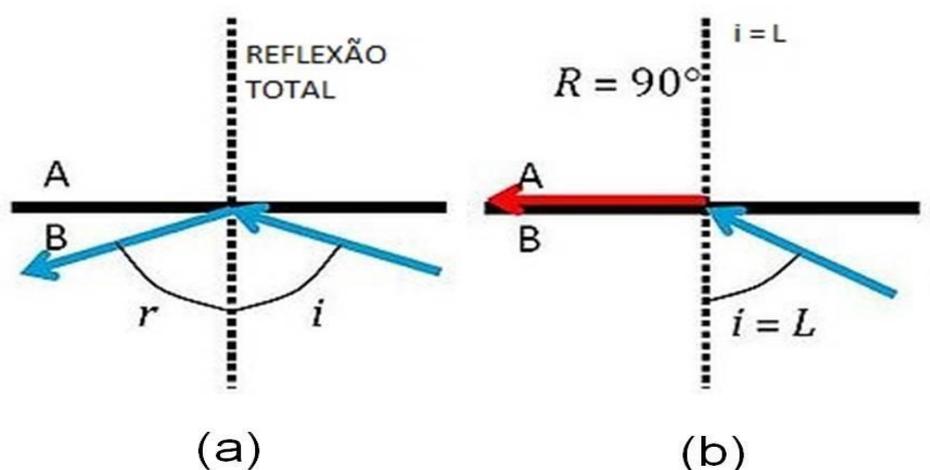


Figura 6. (a) Reflexão total da luz, (b) reflexão quando ângulo de incidência, i , é igual ao Limite, L .

Fonte: adaptado de wikiciencias⁶

3.6 – REFERENCIAL TEÓRICO

Para o desenvolvimento do trabalho foi utilizado como referencial teórico os três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1991) que tem como finalidade o estabelecimento de uma dinâmica dialógica que procura favorecer a construção ou reconstrução do conhecimento pelos alunos. Os três momentos são divididos em etapas: 1º) problematização inicial (PI); 2º) organização do conhecimento (OC); 3º) aplicação do conhecimento (AC).

De acordo com Ferrari:

⁶ Disponível em:

<[http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php/Reflex%*c3*%*a3*o_total_da_luz.](http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php/Reflex%c3%a3o_total_da_luz.)>. Acesso em: 22 set. 2016.

Os três momentos, portanto, foram originalmente propostos como desdobramento da educação problematizadora aplicada à construção de um currículo de educação científica. Atualmente é utilizada na introdução de tópicos de Ciências já considerados significativos para os estudantes, independentemente de ter sido realizada a investigação temática nos moldes propostos por Freire [...] (FERRARI, 2008, p. 10).

A problematização inicial possibilita ao professor reconhecer as concepções prévias que o aluno possui e —promover um distanciamento crítico, para aplicá-lo em várias outras situações também, do cotidiano, procurando as suas possíveis consistências, contradições, limitaçõesll (DELIZOICOV, 1991, p.183). É nesse momento que os estudantes são desafiados a expor os seus entendimentos sobre determinadas situações significativas que são manifestações de contradições locais (Freire, 1987) e que fazem parte de suas vivências. Vale lembrar que essas situações foram obtidas durante o processo de investigação temática e, portanto, estão diretamente vinculadas aos temas selecionados. O professor coordena as idéias e sugestões e, ao mesmo tempo, instiga os alunos com questionamentos, buscando assim, a necessidade de novos conhecimentos para obter respostas.

A problematização poderá ocorrer pelo menos em dois sentidos. De um lado, pode ser que o aluno já tenha noções sobre as questões colocadas, fruto de sua aprendizagem anterior, na escola, ou fora dela. Suas noções poderão estar ou não de acordo com as teorias e as explicações da Ciência, caracterizando o que se tem chamado de —concepções alternativasll ou —conceitos intuitivosll dos alunos. A discussão problematizada pode permitir que essas concepções apareçam. De outro lado, a problematização pode permitir que o aluno sinta necessidade de adquirir outros conhecimentos que ainda não detém; ou seja; coloca-se para ele um problema a ser resolvido. Eis por que as questões e situações devem ser problematizadas. (DELIZOICOV, ANGOTTI, e PERNAMBUCO, 2002).

O processo de aprendizagem ganha um aliado quando o professor leva em consideração que o conhecimento anterior adquirido pelos alunos, independentemente de sua escolaridade, os ajuda a interferir na compreensão do conteúdo vinculado na escola. O que for trabalhado pelos professores deverá ser proposto aos alunos partindo de situações básicas (contradições, situações reais) e não conteúdos que não se relacionam com suas aspirações ou com sua vivência, pois dessa forma tudo se torna sem sentido e acaba ocorrendo um acúmulo de informações sem compreensão e fixação. Para Freire (2010), ocorre uma necessidade espontânea de obter conhecimento, mas o professor pode fazer despontar a —curiosidade epistemológica ll, norteadada por princípios da pesquisa científica que transpõe a predisposição espontânea. Na organização do conhecimento o professor trabalha os

conteúdos necessários, através de abordagens didáticas, para solucionar os problemas que foram levantados na problematização inicial. Nessa etapa são estudados os conhecimentos científicos para melhorar a compreensão dos temas abordados. Nesta etapa, é importante salientar, o conhecimento científico passa a ser o ponto de chegada:

A abordagem dos conceitos científicos é ponto de chegada, quer da estruturação do conteúdo programático quer da aprendizagem dos alunos, ficando o ponto de partida com os temas e as situações significativas que originam, de um lado, a seleção e organização do rol de conteúdos, ao serem articulados com a estrutura do conhecimento científico, e, de outro, o início do processo dialógico e problematizador. (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERAMBUCO, 2002, p. 194).

Os conhecimentos científicos, como ponto de chegada no processo de ensino-aprendizagem, contribuem para o entendimento dos temas geradores (DELIZOICOV, 1991, 2008; SILVA, 2004; DELIZOICOV; ANGOTTI; PERAMBUCO, 2002; PERAMBUCO, 1994; PONTUSCHKA, 1993). Nesse processo, para que o conhecimento científico seja absorvido, deve ocorrer uma relação entre o conhecimento do aluno e o conhecimento científico. A seleção dos conhecimentos científicos a serem abordados na *organização do conhecimento* é realizada antes de serem desenvolvidos em sala de aula, durante a redução temática (DELIZOICOV, 1982, 1991, 2008; SILVA, 2004; PERAMBUCO, 1994; FREIRE, 1987). Isto é, o educador, nesse momento, tem um planejamento prévio dos conceitos científicos a serem trabalhados com os alunos.

Na última etapa, a aplicação do conhecimento, é o momento no qual o aluno emprega o conhecimento no qual adquiriu com a finalidade de analisar e interpretar as propostas da primeira etapa, a problematização inicial, ou até mesmo outras que não estejam diretamente ligadas à inicial (DELIZOICOV; ANGOTTI; 1990 p.55).

O professor precisa perceber que este é o momento de se reescrever falas significativas tomadas no início do trabalho, auxiliando os estudantes a olharem para a realidade em estudo e perceberem as contradições que eles não percebiam anteriormente.

Destina-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo como outras situações, que embora não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, podem ser compreendidas pelo mesmo conhecimento. (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERAMBUCO, 2011, p. 202).

Um fator a se levar em consideração é que esse terceiro momento pedagógico não deve ser confundido com a avaliação. A avaliação deve ocorrer em todo o processo e em todos os momentos, ou seja, nas três etapas.

Para Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), a avaliação de acordo com essa abordagem por temas deve estar baseada na capacidade do aluno usar o conceito para compreender tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo quanto as situações novas que possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento. A aplicação do conhecimento culmina com a defesa de Freire (2005, p. 87) de que "o fundamental é deixar claro ou ir deixando claro aos educandos esta coisa óbvia: o regional emerge do local tal qual o nacional surge do regional e o continental do nacional como o mundial emerge do continental"

Dentro desse contexto e levando em consideração os três momentos pedagógicos, espera-se que os alunos possam desenvolver uma forma simples e prática de compreender os conceitos sobre óptica geométrica e compreender suas aplicações.

4 OBJETIVOS DA PESQUISA

A pesquisa tem como objetivo geral e específico, temas que são relevantes para a confecção de um laboratório de óptica, de forma simples e prática.

4.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho foi a montagem de um laboratório de óptica para alunos do Ensino Médio de escola pública, constituído de *kits* compreendendo vários experimentos de óptica geométrica, seguido da avaliação de aprendizagem apontada no referencial teórico.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

4.2.1 Montagem do Laboratório de Óptica

- a) Fazer um levantamento dos tópicos ensinados no Ensino Médio sobre óptica geométrica;
- b) Fazer uma pesquisa entre os alunos do segundo ano do Ensino Médio para determinar suas necessidades em relação ao tema escolhido;
- c) Escolher os temas de aulas práticas, fazer um levantamento de experimentos já disponíveis na literatura e na mídia, verificando se atendem às necessidades do alunato;
- d) Adequar os experimentos à realidade das Escolas Públicas, levantando em consideração a utilização de materiais de baixo custo;
- e) Construção dos *kits* (experimentos) em réplicas suficientes para atender às necessidades da Escola Pública;
- f) Confeccionar os Planos de Aula e Roteiros Experimentais, de forma que possam ser aplicados por outros professores na mesma Escola ou em outra;
- g) Aplicar as Aulas Práticas, seguindo o referencial teórico proposto neste trabalho;

4.2.2 Avaliação da Aprendizagem.

Para o PCN+ (Parâmetros Curriculares Nacionais, 2007), o aprendizado da Física promove a articulação de toda uma visão de mundo, de uma compreensão dinâmica do universo, mais ampla do que nosso entorno material imediato, capaz, portanto de transcender nossos limites temporais e espaciais. O ensino de Física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado.

Seus objetivos estão muito além de uma simples aula expositiva ou de resoluções repetitivas de exercícios. Portanto, de acordo com o PCN+, são objetivos para avaliação de aprendizagem neste trabalho:

a) Avaliar se houve alteração da expressão na linguagem física dos alunos, bem como se conseguiram melhora no relato dos conhecimentos físicos e conseqüentemente o emprego dos símbolos utilizados na Física;

b) Avaliar se houve identificação das grandezas físicas que correspondem às

situações dadas;

Além dos itens acima, são objetivos desse trabalho:

a) Avaliar se é possível mudar a metodologia tradicional para se ensinar e compreender a Física de um modo prático e menos abstrato;

b) Avaliar a melhorada disposição dos discentes para aprender e construir o conhecimento;

c) Desenvolver a curiosidade e o senso crítico, do aluno para que questione verdades antes tidas como absolutas;

d) Facilitar o entendimento e o aproveitamento do conteúdo óptica geométrica pelos alunos;

e) Analisar como a relação professor x aluno, através dos experimentos, pode contribuir no desenvolvimento na aprendizagem.

5 METODOLOGIA UTILIZADA

Entende-se, segundo bibliografia pesquisada, que —O professor deve ser um pesquisador de suas próprias atitudes e das atitudes dos alunos, e estar disposto a realizar mudanças nas formas de trabalho conforme a realidade de cada turma, que envolve as características dos alunos. (ZAGURY, 2006, p.35). Portanto, o ensino de Física deve causar no aluno uma sensação e um sentimento de prazer, de conquista, de realização. Dessa forma, a motivação em aprender, que é um fator determinante para a construção do seu conhecimento, torna-se um aliado e faz com que o aluno possa colher resultados que, na maioria das vezes nas aulas de Física, não obtemos. Cabe, então, ao professor desenvolver esse papel de motivador. De acordo com Bzuneck:

Quando se considera o contexto escolar específico da sala de aula, as atividades dos alunos, para cuja execução e persistência devem estar motivados, têm características peculiares que as diferenciam de outras atividades humanas igualmente de motivação, como esporte, o lazer, o brincar, ou trabalho profissional. (BZUNECK, 2002, p. 10).

5.1 SUJEITOS DA PESQUISA

Participaram desta pesquisa 60 alunos de Ensino Médio de uma escola estadual pública da cidade de Cruzília, no estado de Minas Gerais. Esses estudantes eram de duas turmas, sendo uma da segunda série do Ensino Médio, do turno matutino, e outra do segundo período EJA (Educação de Jovens e Adultos) ambos da Escola Estadual São Sebastião, na faixa etária de 15 a 60 anos de idade. Todos os sujeitos foram consultados (no caso de menores de idade, os seus responsáveis) sobre a participação neste trabalho de pesquisa e autorizaram por escrito o uso dos resultados, transcrição de falas e imagens, desde que mantidas as identificações sob sigilo.

5.2 LEVANTAMENTO DOS TÓPICOS ENSINADOS NO ENSINO MÉDIO SOBRE ÓPTICA GEOMÉTRICA

Surgiu, então, uma proposta diferente da tradicional aula expositiva de trabalhar óptica geométrica, de uma forma mais prática por meio da qual o aluno poderia entender e vivenciar os conceitos que eram, até então, abordados de maneira

muito abstrata nas aulas. No ensino tradicional os professores apenas expõem o conteúdo, sem considerar as concepções e conhecimentos dos estudantes que por sua vez apenas reproduzem o exposto mecanicamente, sem construir conhecimento de forma significativa.

O projeto foi desenvolvido com os sujeitos da pesquisa (item 4.1) no período de agosto a dezembro de 2015. Inicialmente, no mês de agosto, foi aplicado um questionário (APÊNDICE 1) aos alunos sobre o interesse em relação à Física, sobre o desempenho dos mesmos em sala de aula, sobre como seria a melhor forma de trabalhar as aulas; e se ainda esses mesmos alunos tinham alguma experiência com aulas práticas. Posteriormente, as respostas dos questionários ajudaram na escolha do conteúdo a ser trabalhado e como direcionar a continuidade da pesquisa. Através das respostas o professor/pesquisador percebeu que existia uma grande defasagem em relação a aulas práticas e conseqüentemente foi analisada qual a turma do ensino médio seria mais carente dessas aulas.

Após a escolha em quais turmas seriam aplicados os experimentos, o próximo passo seria relacionar os trabalhos ao programa anual proposto no início do ano pelo professor/pesquisador. O conteúdo óptica geométrica geralmente é aplicado no segundo semestre letivo da escola onde o professor/pesquisador atua, e conseqüentemente o planejamento conciliou com os temas propostos para cada aula. Esse foi um dos motivos que o levou a escolha do conteúdo; o outro fator era o baixo rendimento, por parte dos alunos, percebido nos anos anteriores, ao trabalhar o assunto e conseqüentemente esses conteúdos deveriam ser pré requisito para a seqüência do planejamento proposto.

O próximo passo da pesquisa foi escolher os temas dentro da óptica geométrica. Para isso, levaram-se em conta alguns fatores essenciais, que foram percebidos pelo professor/pesquisador no decorrer dos anos ao ministrar o conteúdo, tais como: a necessidade do aluno em ter conceitos básicos do conteúdo; fazer com que o aluno pudesse desenvolver o senso crítico e a observação de fenômenos estudados em aulas teóricas; seguir o planejamento anual, de forma que pudesse abranger a maior quantidade de tópicos para que o conteúdo programático fosse aproveitado de maneira consistente.

Após todas essas escolhas, a forma de trabalhar e adaptar os experimentos à realidade dos alunos seria fatores de extrema relevância. Os materiais utilizados por cada experimento também não deveriam gerar custos, caso necessitassem de algum

investimento. As aulas propostas deveriam influenciar diretamente no aprendizado e no interesse de cada aluno e cada experimento deveria proporcionar um prazer quando trabalhado.

Além desta pesquisa qualitativa, os demais professores que trabalham Física na mesma escola foram ouvidos de maneira informal e a opinião que tal conteúdo deveria ser explorado de forma diferenciada foi unânime.

Deu-se, então a escolha por parte do professor/pesquisador dos seguintes temas: reflexão; refração e dispersão da luz; espelhos planos; lentes esféricas e instrumentos ópticos.

Ao escolher os temas, foi feito um levantamento de experimentos já disponíveis na literatura e na mídia, verificando se seria possível conciliar com os temas abordados no planejamento anual proposto no início do ano. Foram pesquisados livros didáticos na biblioteca da própria escola, acervo do professor/pesquisador e principalmente na *internet*. Apesar da grande quantidade de experimentos que abrangem os tópicos escolhidos, ainda existia a atenção para com o material utilizado, sendo ele de baixo custo e fácil acesso.

Com a escolha dos temas, utilizou-se o laboratório de ciências da própria unidade escolar, que não estava sendo utilizado para as aulas de Física, onde os *kits* com roteiros de aula seriam montados e deixados como acervo para os demais professores.

5.3 CONSTRUÇÃO DOS *KITS*

Para o desenvolvimento dos *kits* e seus experimentos, foram realizadas pesquisas em livros didáticos (Máximo e Beatriz Alvarenga, 1997, p.703 - 790; Guimarães, Piqueira e Carron, 2014, p. 210 - 267; Barreto Filho e Xavier da Silva, 2013, p.189 - 281) e na *internet*(*site* do manual do mundo, 2016; *site* feira de ciências, 2016). Alguns experimentos foram testados e quatro deles foram selecionados:

- 1) Como fazer arco íris caseiro com vela e DVD (experimento que envolve a dispersão da luz, refração e reflexão da luz) (*site* manual do mundo. Experimento: Como fazer um arco-íris caseiro com DVD, 2013);
- 2) Como fazer um espelho infinito (experimento que envolve espelhos planos e reflexão da luz)(*site* manual do mundo. Experimento: Espelho infinito, 2013);

3) Projetor de celular (experimento que envolve lentes esféricas, instrumentos ópticos) (*site manual do mundo. Experimento: Projetor caseiro com celular, 2013*);

4) A luz que faz curva na água (experimento que envolve reflexão total da luz e refração) (*site manual do mundo. Experimento: A luz que faz curva, 2012*).

Os *kits* foram confeccionados no Laboratório de Física, Escola Estadual São Sebastião, em Cruzília, MG (vide Figura 7). Eles se constituíram de materiais de baixo custo e fácil acesso (DVD, lâmpadas, vela, fita adesiva, cola, tesoura, espelhos, régua, papelão, garrafa pet, luzes de natal, lupa, isopor, alfinete, pincel, ponteira laser, caixa de sapatos, cola quente, palito para churrasco), pois assim reduziriam os custos e facilitariam as aulas. Todos os materiais utilizados foram adquiridos pelo próprio professor/pesquisador e outros já disponíveis no próprio laboratório, nas dependências da escola em questão. A descrição de cada *kit* está no APÊNDICE 2.



Figura 7 - Laboratório de Física, Escola Estadual São Sebastião. Exemplo de *kit* do experimento—Como fazer um espelho infinitoll, sobre as bancadas.
Fonte: Do autor.

Cada *kit* atendeu até 5 alunos para o desenvolvimento de cada experimento, proporcionando aos mesmos a oportunidade do desenvolvimento de trabalho em grupo, enfatizando a troca de experiências e conceitos pessoais, do diálogo e discussão dentro do grupo e com o professor/pesquisador e a assimilação dos conteúdos vistos na sala de aula.

5.4 CONFECÇÃO DOS PLANOS DE AULA E ROTEIROS EXPERIMENTAIS

O professor/pesquisador procurou utilizar estratégias diferentes para cada experimento proposto, propondo planos de aula e roteiros dos experimentos, por meio dos três momentos pedagógicos, todos disponíveis no APÊNDICE 2.

Os encontros foram realizados sempre abrangendo o intervalo de 2 aulas, total de 100 minutos, tempo considerado suficiente para que os alunos pudessem pesquisar, montar o experimento, questionar, discutir e, por fim, concluir.

Os planos de aula e roteiros tinham como apoio livros didáticos, vídeos e *sites* da *internet*, com bibliografia disponível aos interessados. Nos planos de aula o professor/pesquisador orientava os possíveis futuros professores interessados em dar continuidade às aulas de Laboratório e nos roteiros, orientava os alunos, descrevendo as etapas do trabalho a serem realizadas durante as aulas.

5.5 APLICAÇÕES DOS EXPERIMENTOS EM AULAS PRÁTICAS E AVALIAÇÃO

No primeiro encontro foi desenvolvido o experimento dispersão da luz branca. São apresentadas questões e/ou situações para discussão com os alunos.

Através desse experimento foram abordados temas como a luz visível, a constituição da luz branca, formação do arco-íris, o espectro da luz visível, a cor de um corpo, conseqüentemente os conceitos de reflexão, refração e absorção foram trabalhados em conjunto. O tópico dispersão e absorção da luz mostraram de forma simples a cor dos corpos e porque elas ocorrem no cotidiano. Utilizou-se um DVD, utilizando fontes de luz diferentes (lâmpada incandescente, fluorescente e uma vela, vide Experimento 1, APÊNDICE 2). Para essa primeira etapa os alunos observaram a realização do experimento pelo professor/pesquisador. Tudo foi montado pelo professor e os alunos só observaram a realização. Foi feita uma apresentação teórica sobre o conteúdo do experimento, utilizando um *slide* sobre conceitos básicos relacionados com a luz, dispersão da luz e a cor de um corpo.

No segundo momento, os conhecimentos de Física necessários para a compreensão do tema e da problematização inicial serão sistematicamente estudados sob orientação do professor. Além disso, o professor/pesquisador atuou fazendo perguntas, dando sugestões durante o experimento e mostrando a aplicação prática do conteúdo abordado no dia a dia, levando sempre em consideração o conhecimento prévio dos alunos em cada tópico abordado.

Para a terceira etapa o professor expôs, para que o aluno perceba, que o conhecimento, além de ser uma construção historicamente determinada, está acessível para qualquer cidadão e, por isso, deve ser apreendido, para que possa fazer uso dele, nesse momento, o professor analisou os tópicos levantados na problematização inicial e foram feitos diversos comentários a respeito dos itens levantados.

Para o segundo encontro foi desenvolvido o experimento sobre espelhos planos e reflexão da luz. A reflexão da luz de uma forma mais concreta foi abordada, mostrando a diferença entre uma superfície lisa e uma superfície irregular (reflexão especular e difusão), bem como as leis da reflexão, formação de imagens nos espelhos planos e finalmente a associação desses espelhos de forma paralela e angular. O tópico enantiomorfismo foi muito importante na aplicação prática dos alunos.

O professor observou as concepções alternativas dos alunos, aquilo de que o aluno já tem noção, fruto de aprendizagens anteriores. Percebeu também, um problema a ser resolvido, quando o aluno deve sentir a necessidade de conhecimentos que ainda não possui.

Foi feita uma montagem de uma associação de espelhos planos com vidro e insulfilmado espelhado e luzes de natal (vide Experimento 2, APÊNDICE 2). Foi aplicado inicialmente um pré-teste (disponível no APÊNDICE 3), para promover discussão dos conceitos teóricos entre os colegas de grupo. Em seguida, o professor/pesquisador ofereceu a verificação das respostas atuando como um mediador das problemáticas que surgiram. Nessa etapa do experimento, professor utilizou as mais diversas atividades, como: exposição, formulação de questões, revisão e destaque dos aspectos fundamentais, e a experiência que foi o fator de destaque.

Finalmente, os alunos montaram o aparato experimental para melhor compreender o pré-teste. O experimento foi todo confeccionado pelos alunos ao seguirem um roteiro proposto pelo professor/pesquisador e o mesmo sempre auxiliava quando questionado pelos alunos para solucionar possíveis dúvidas. Encerrada a confecção do experimento, o professor buscou a "generalização da conceituação", isto é, a identificação e o emprego da conceituação científica envolvida, em que "é o potencial explicativo e conscientizador das teorias científicas que deve ser explorado" (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002, p. 202).

No terceiro encontro foi realizado o experimento da refração da luz, acompanhada de instrumentos ópticos, disponível no APÊNDICE 2 (Experimento 3). A formação de imagens, em especial a utilização da lupa, que é uma lente biconvexa convergente. Nesse desenvolvimento demonstrou a formação de imagens através das lentes e utilizou-se o olho humano como exemplo prático, mostrando-se que as imagens dentro de uma câmara escura são invertidas e menores.

O professor/pesquisador procurou diagnosticar apenas o que os estudantes sabiam e pensavam sobre o olho humano e a formação de imagens. Nessa etapa, num primeiro momento, a discussão foi realizada em pequenos grupos, para depois ser compartilhada no grande grupo (DELIZOICOV, 2001).

Utilizaram-se lupas, caixas de sapatos e aparelho celular para projeção. O professor/pesquisador utilizou um *slide*, disponível no APÊNDICE 2 (Experimento 3), sobre instrumentos ópticos para demonstrar as aplicações práticas e orientar os alunos quanto à execução do experimento. Os alunos receberam um roteiro, por meio do qual foi sugerido que se utilizasse o celular como instrumento de pesquisa bibliográfica. Assim, nesse experimento, o celular deixou de ser um problema nas aulas (distraindo a atenção dos alunos), mas passando a ser um instrumento de trabalho e houve a oportunidade de se analisar o desempenho dos alunos com um roteiro em mãos para toda a montagem do aparato experimental, bem como o desenvolvimento do experimento.

O celular foi uma fonte de pesquisa para que o aluno pudesse entrar em contato com situações em que estão presentes elementos científicos introduzidos por meio da palavra; isso não significa que ele já tenha o entendimento necessário, mas são agregados os significados desejáveis e necessários à palavra que representa o conceito sistematizado, que foi introduzida na problematização - primeira etapa da situação de estudo.

Dessa vez ocorreram poucas intervenções do professor/pesquisador durante o experimento. Observaram-se suas iniciativas, como dialogaram e tomaram decisões para o desenvolvimento do experimento proposto.

Após o encerramento da atividade proposta, a terceira etapa é caracterizada como função da elaboração e compreensão conceitual, momento relacionado ao nível conceitual atribuído a turma, e a volta ao problema em foco, quando deve ocorrer a sistematização (AUTH, 2002). Nesse momento as concepções alternativas a respeito do olho humano foram analisadas e corrigidas.

No quarto encontro foi desenvolvido o experimento sobre reflexão total da luz. Estiveram presentes os conceitos da reflexão e refração da luz, por que ocorre a reflexão total, o conceito de ângulo limite e a diferença entre a luz sofrer refração, emergir rasante ou sofrer reflexão total. Utilizou-se garrafa pet, canudo e laser (vide APÊNDICE 2, Experimento 4). Eles demonstraram que a luz faz curva na água ao passar pelo canudo.

Os foram desafiados a expor seus entendimentos acerca de situações vinculadas ao tema em questão. A meta foi preparar a introdução do conceito científico no momento seguinte, isto é, na organização do conhecimento. Deseja-se conscientizar o aluno da necessidade de outros conhecimentos para a compreensão do problema, isto é, os conceitos científicos já selecionados para serem abordados na organização do conhecimento (DELIZOICOV, 1991, 2008; DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002).

Neste experimento a participação e as intervenções do professor/pesquisador foram as menores possíveis. Nessa etapa o objetivo foi buscar novos contextos, já mais distantes do contexto inicial em que o conceito foi introduzido pela primeira vez. Com isso os significados iniciais podem evoluir. Cada grupo recebeu o roteiro e o *kit* e, sozinhos, fizeram as pesquisas bibliográficas, montaram o aparato experimental, desenvolveram o experimento e chegaram às conclusões que, posteriormente, foram analisadas e discutidas com o professor/pesquisador.

Ao final dos quatro experimentos aplicou-se um questionário (vide APÊNDICE 4), com o intuito de revisar alguns tópicos que foram abordados ao longo de todos os encontros, objetivando a recapitulação dos itens de maior relevância em cada experimento. Ocorreu uma discussão mais sistemática em torno da relação entre os conceitos científicos e cotidianos.

Os resultados foram registrados através de fotos, produções de texto dos alunos e também questionários.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados foi qualitativa a partir de registros orais e escrita. No final de cada experimento os alunos respondiam questões abordando os temas e conceitos físicos abordados.

6.1 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO APLICADO, DIÁLOGOS COM OUTROS PROFESSORES E DEFINIÇÃO DOS EXPERIMENTOS

Na maioria das vezes, os alunos não são questionados quanto ao seu interesse em determinado conteúdo, suas perspectivas para as aulas ou seu domínio em relação aos temas trabalhados. Pensando nisso, foi aplicado em todos os alunos da Escola Estadual São Sebastião um questionário investigativo em relação à realização ou não de aulas em laboratórios. Tal questionário procurava obter informações se eles já haviam realizado alguma experiência de Física, se eles conseguiam relacionar o que é ensinado nas aulas de Física com o dia a dia, dentre outras perguntas.

O número elevado de alunos que não frequentavam o laboratório da escola, a quantidade de alunos que não realizaram experimentos nas aulas de Física, e a ausência de relacionamento da teoria em sala de aula com o dia a dia, levaram o professor/pesquisador a escolher quais turmas e qual conteúdo deveria ser trabalhados.

Após a aplicação do questionário, analisou-se que aos alunos do primeiro ano do ensino médio faltavam conhecimentos prévios de determinados assuntos e as aulas de laboratório deveriam ser introduzidas de uma forma mais simples e com uma metodologia diferente. Para os alunos do terceiro ano do ensino médio, percebeu-se uma grande carência nas aulas práticas, mas também faltavam conhecimentos prévios, apesar da maturidade, e a repetição de exercícios e as aulas teóricas eram o mais importante para eles, pois o foco era o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio). Percebeu-se então, que as turmas do segundo ano do ensino médio poderiam ter um elo entre os conhecimentos prévios e a maturidade, facilitando a aplicação dos experimentos e uma melhor compreensão. Todos os 60 alunos que participaram dos experimentos responderam a esse questionário.

Notou-se que os alunos passaram a se interessar pelo assunto abordado no questionário e foram surgindo sugestões de aulas, sendo alguns relatos marcantes, destacados abaixo:

Aluno 1: “professor, seria muito interessante para o nosso aprendizado se as aulas fossem trabalhadas de forma diferente.”

Aluno 2: “vou ser sincera, não entendo nada de óptica e nem sei para que serve.”

Aluno 3: “sempre vejo, em filmes, os alunos no laboratório das escolas e questiono se seria possível ocorrer isso conosco?”

Aluno 4: “não sei nada de Física, acho muito complicado, não tem um jeito mais fácil de entender?”

Aluno 5: “gostei muito da idéia de termos aulas diferentes, aulas no laboratório.”

6: “ainda bem que iremos usar a sala de ciências da escola, quase não frequentamos.”

A reação foi surpreendente para o professor/pesquisador, pois mesmo os alunos nunca tendo aulas no laboratório, todos as achavam necessárias e a maioria deles não conseguia relacionar o que aprendiam em sala (geralmente por aula teórica e expositiva) com o dia a dia.

Conversando com outros professores de Física, que atuam na mesma escola que o professor/pesquisador, a aceitação em relação ao trabalho proposto foi grande e em duas aulas houve o convite para uma professora, da mesma área, acompanhar o trabalho junto com os alunos e dar sua opinião sobre os roteiros de aula. Na mesma oportunidade, ela foi também questionada se haveria interesse em desenvolver este tipo de aula com suas turmas, com os mesmos planos e roteiros e se ela achava que os roteiros e planos de aula estariam de acordo e se outro professor poderia compreender de forma prática e fácil o que estava sendo proposto.

Em conversa com a professora, após uma destas aulas ela disse:

—Nossa! Fiquei muito satisfeita com a atitude dos alunos na sala de ciências e como eles ficaram empolgados com a forma que os assuntos estão sendo abordados. Achei muito válido o roteiro, pois ele pode orientar um professor que nunca trabalhou em laboratório de Física. Professora da Escola Estadual São Sebastião, há 12 anos.

Outro fator de grande importância foi a reação da direção da escola, que aceitou muito bem a proposta e incentivou os trabalhos e atividades no laboratório de ciências. Apesar da carência de recursos, a partir deste presente trabalho originou-se uma proposta para uma revitalização desse laboratório, com a montagem de outros *kits*, envolvendo outras áreas da Física e até mesmo de outras disciplinas como a Química e a Biologia.

Percebendo-se a defasagem dos alunos em relação ao conteúdo óptica geométrica, os temas foram escolhidos de maneira que pudessem abranger o planejamento anual da escola e uma fácil compreensão dos alunos. Percebendo todos esses detalhes, e de forma abrangente, o professor/pesquisador conseguiu reunir experimentos que envolvessem uma grande quantidade de tópicos da óptica geométrica, como reflexão, refração, dispersão da luz, lentes esféricas e instrumentos ópticos.

6.2 MONTAGEM DOS *KITS*

Inicialmente pensou-se em comprar *kits* já prontos ou materiais especializados de laboratório de física que poderiam compô-los. A Escola Estadual São Sebastião se mostrou disposta a disponibilizar certa quantia para a compra desses materiais. Entretanto, devido ao alto custo, e por não serem em quantidade suficiente para que todos os alunos pudessem participar ativamente dos experimentos, o professor/pesquisador entendeu que se corria o risco de se produzir novamente uma aula mais expositiva do que participativa para os estudantes. Finalmente, optou-se por se utilizar materiais de baixo custo e de fácil acesso, que poderiam ser comprados pela escola em maiores quantidades, pelos próprios alunos ou até pelos professores.

Após as definições dos temas dos experimentos, o professor/pesquisador iniciou o desenvolvimento dos *kits* de cada experimento (vide Figura 8), visando também dar a oportunidade para que outros professores pudessem utilizá-los, seguindo os planos de aulas propostos, ou criando novos, e utilizando a maioria dos materiais. Tais materiais poderiam ser reaproveitados para outros experimentos e, conseqüentemente, tornando esse laboratório abrangente sobre os principais temas da óptica geométrica.



Figura 8 - Exemplo de materiais utilizados para os experimentos propostos.

Fonte: Do autor.

Todos os *kits* foram previamente testados e adaptados pelo professor/pesquisador. A maior preocupação era montar *kits* que pudessem atender a todos os alunos e com um valor acessível. O custo médio de cada um deles foi bem abaixo do esperado, pois muitos materiais foram obtidos no próprio laboratório da escola e quando foi preciso investir em algo, como na compra de espelhos e insufilme, o professor/pesquisador conseguiu um valor bem abaixo do esperado. Poderemos considerar que o custo médio de um *kit* ficaria em torno de dois reais para cada kit e para o experimento que envolveu o espelho e o insufilme, em torno de quatro reais por kit, levando em consideração que não existe a necessidade da compra de todos os materiais, pois muitos deles podem ser reaproveitados.

6.3 ANÁLISE DOS *KITS* E DOS EXPERIMENTOS, DIÁLOGOS ENTRE OS ALUNOS E COM O PROFESSOR/ PESQUISADOR NAS AULAS PRÁTICAS

Para o primeiro encontro (vide Figura 9), o tema dispersão da luz não contou com uma participação efetiva dos alunos. Como tudo era novidade, a aula foi praticamente conduzida pelo professor/pesquisador, demonstrando os conceitos relacionados, realizando o experimento e instigando os alunos com perguntas e aproveitando todo o conhecimento prévio que os alunos já possuíam. Notou-se certa timidez por parte dos participantes, pois como tudo era novo, a meta era conquistar a confiança dos alunos e deixá-los totalmente à vontade para os futuros encontros. Os alunos da EJA participaram mais dessa aula do que a turma do ensino regular. Percebeu-se que o conhecimento prévio que eles possuíam era de grande importância para a formulação dos conceitos relacionados à dispersão da luz.



Figura 9 - Professor/pesquisador demonstrando a dispersão da luz (Experimento 1, APÊNDICE 2) para alunos. Fonte: Do autor.

No segundo experimento (Experimento 2, APÊNDICE 2), a participação tornou-se mais ativa e os alunos puderam, através de um roteiro da aula, montar o trabalho proposto para a aula (vide Figura 10). Nesse caso o tema foi associação de espelhos planos. O experimento, —Como fazer um espelho infinitoll (Manual do Mundo, 2013), se destacou bastante devido ao efeito visual que ele causou. Foi grande a participação dos alunos e a compreensão do tema abordado, associação de espelhos planos, foi um sucesso. O professor/pesquisador ainda contribuiu de forma intensa, ajudando na montagem, dando dicas sugestões da melhor forma de desenvolver o experimento.



Figura 10 - Montagem do Experimento 2 pelos alunos da EJA. Fonte: Do autor.

Quando a participação foi mais efetiva, os alunos se interessaram mais e se sentiram mais motivados. O terceiro experimento, —Projeto de celular caseiro (Manual do Mundo, 2013), se destacou muito, pois os alunos perceberam outra utilidade do celular (ou seja, aplicação da tecnologia na ciência) e uma liberdade para utilizá-lo em sala de aula, uma vez que na maioria das escolas o uso deste aparelho durante a aula é proibido (vide Figura 11). Nesse experimento a participação do professor/pesquisador foi a menor possível e os alunos puderam além de utilizar o celular como instrumento para o experimento, torná-lo uma fonte de pesquisa para o tema abordado e para poder responder ao pré-teste que foi passado aos alunos no início da aula.



Figura 11 - Participação dos alunos no Experimento 3, —Projedor de celularll. Fonte: Do autor.

Para o quarto e último Experimento, —A Luz que faz curva na água (Manual do Mundo, 2013), o professor/pesquisador resolveu deixar os alunos desenvolverem todo o trabalho proposto praticamente sem nenhuma intervenção (vide Figura 12), quase não deu dicas e observou como ocorreu o desenvolvimento por parte de cada grupo. Foram feitas todas as observações, cada grupo recebeu seu roteiro e o desenvolvimento de cada grupo foi de acordo com o esperado pelo professor. Ao final de todos os trabalhos, foram feitos os comentários e uma conversa sobre o tema Reflexão Total da Luz e suas aplicações finalizaram o trabalho.

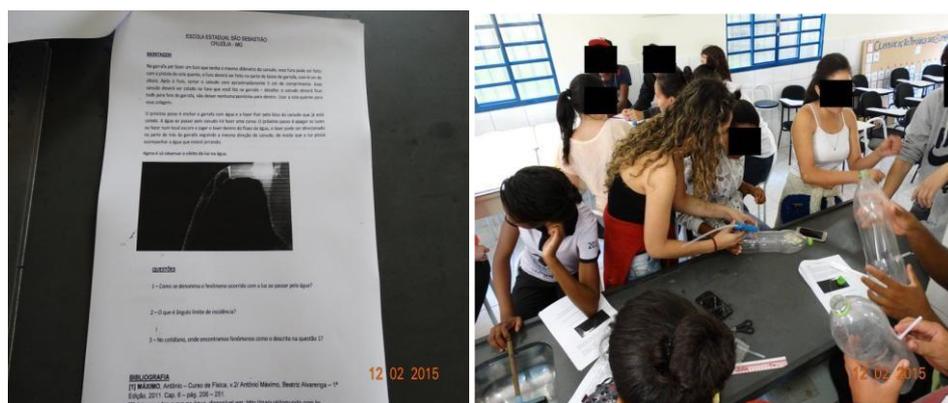


Figura 12 - Imagem do roteiro que os alunos seguiram e participação dos alunos na montagem do Experimento 4.

Fonte: Do autor.

Notou-se um aumento significativo no interesse pelas aulas. Toda vez que os alunos eram convidados a participar das aulas práticas, os que antes não tinham uma

participação efetiva em sala de aula, se destacavam com perguntas, sugestões e liderança na montagem dos experimentos. Os comentários, por parte deles, revelam o interesse e participação:

Aluno 1 - “Professor, você poderia aplicar todas as suas aulas dessa forma.”

Aluno 2 - “Professor, como ficou mais prático entender dessa forma.”

Aluno 3 - “O ideal seria se todos os professores trabalhassem dessa maneira.”

Outros comentários mostram perguntas (portanto reflexões sobre o conteúdo) e também diálogos entre eles durante a execução do experimento ou respondendo as questões sugeridas no roteiro:

Aluno 2 – “...quando eu havia dito que não entendia nada de óptica, posso dizer que mudei a minha opinião, agora parece mais fácil.”

Aluno 4 – “...agora consigo assimilar a formação das imagens nos nossos olhos com uma câmara escura.”

Aluno 5 – “...o princípio é o mesmo, ambas as situações formam imagens invertidas e menores.”

Aluno 6 – “A máquina fotográfica adota o mesmo princípio, não é mesmo professor?”

Aluno 7 - “...então, quer dizer, que no experimento que fizemos sobre a lupa, e o celular, o celular foi colocado de cabeça para baixo pois assim a imagem projetada fica de forma correta para nós?”

Aluno 8 – “Isso acontece, pois a luz é transmitida até a lupa, ampliada e projetada, a lente inverte a imagem e conseguimos enxergar de maneira correta.”

Por estes comentários acima descritos, pôde-se observar que os alunos alteraram ou melhoraram sua linguagem Física, ou seja, começaram a utilizar oralmente termos científicos, tais como: —formação das imagens^{ll}, —câmara escura^{ll}, —formam imagens invertidas e menores^{ll}, —luz é transmitida^{ll}, —ampliada e projetada^{ll} e —a lente inverte a imagem^{ll}. Além da aquisição do uso de uma linguagem mais científica, percebeu-se que os alunos desenvolveram a curiosidade e o senso crítico

correspondentes às situações dadas, como se pode observar no comentário do Aluno 8 acima.

6.4 ANÁLISE DOS PLANOS DE AULA E ROTEIROS EXPERIMENTAIS

Os planos de aula e os roteiros dos experimentos foram fatores importantes para que a compreensão dos alunos ocorresse de forma consistente e de maneira simples. Um fator marcante foi que à medida que os alunos se habituavam às práticas, tornavam-se mais independentes, seguros, criativos e reflexivos. Notou-se também uma maior compreensão, participação, e uma grande interação com outros conteúdos abordados nas aulas posteriores, principalmente nos exemplos que envolviam o cotidiano. A função principal de cada roteiro era de nortear os alunos e, conseqüentemente, dar segurança a eles durante a execução de cada experimento. Percebeu-se uma segurança acentuada em relação aos alunos ao receberem o roteiro, principalmente no último experimento, onde a atuação deles ocorreu de forma praticamente independente. Notou-se que qualquer dúvida que surgia os alunos recorriam ao roteiro, liam e debatiam, chegando num acordo em que atitude tomar.

Foi realizado também um questionamento com professores da mesma área quanto ao plano de aula e, conseqüentemente, ao roteiro e todos ficaram muito satisfeitos com o material.

6.5 ANÁLISES DAS AVALIAÇÕES

Ao comparar os objetivos que o PCN+ propõe para as escolas públicas, com a realidade vivida pela Escola Estadual São Sebastião, em especial, pelos alunos do 2º ano regular e da 2º EJA, observou-se que alguns tópicos, antes considerados como absolutos, sofreram alterações e seguiram os padrões que o PCN+ sugere.

Percebeu-se que através dos experimentos propostos o senso crítico dos alunos pôde se desenvolver e questionamentos foram surgindo para a formação do conhecimento; que a metodologia tradicional não precisa ser substituída, mas sim adaptada e com a união ao método prático as aulas tornaram-se mais eficientes; a relação do professor com o aluno ao utilizar os experimentos contribuiu no aprendizado e desenvolvimento, uma vez que o aluno sentiu-se mais à vontade para possíveis questionamentos.

A realidade proposta aos alunos, principalmente das escolas públicas, deixa a desejar e adaptações devem ocorrer para que o conteúdo que é proposto e o número reduzido de aulas não prejudique os alunos na construção do conhecimento. Durante as aulas o professor/pesquisador percebeu que as possibilidades de mudanças no método tradicional precisam ocorrer e a participação dos alunos é de extrema importância para esse fator. Desenvolver a curiosidade, avaliar de forma diferente, utilizar o cotidiano como referência são alguns aspectos que contribuíram para o melhor rendimento das aulas e conseqüentemente um maior aproveitamento. Pode-se concluir que os alunos evoluíram muito do primeiro ao quarto experimento. As avaliações tiveram resultados melhores (não apenas no sentido do aumento do rendimento escolar, mas também no sentido do aumento do uso da linguagem Física, no relato dos conhecimentos e da identificação das grandezas físicas nas situações propostas nos experimentos) e o interesse pelas aulas tornou-se um aliado para o aprendizado.

Alguns relatos chamam a atenção e denotam a consciência que as mudanças são válidas e precisam ocorrer:

Aluno 9: “sempre tirei boas notas em física, mas era algo mecânico, repetitivo, faltava algo mais.”

Aluno 10: “tinha muita vergonha de participar das aulas, pois achava que não sabia nada e que nunca iria aprender.”

Aluno 11: “por que todas as nossas aulas não podem ser aqui, no laboratório?”

Percebe-se, pelos relatos dos alunos, que ao responderem algumas questões relacionadas com a Óptica Geométrica, o conteúdo adquirido passou a ser usado no cotidiano deles. No questionamento, —O que é uma miragem?||, a resposta da aluna 12 sobre o que ela entendia, chamou a atenção:

Aluna 12: “trata-se de uma imagem causada pelo desvio da luz refletida pelo objeto, ou seja, é um fenômeno físico real e não deve ser confundida com uma alucinação.”

6.6 COMPARAÇÕES ENTRE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO REGULAR E DA EJA

A metodologia trabalhada pelos professores no ensino regular e na EJA deve seguir padrões diferentes e, conseqüentemente, levar em consideração que alunos

que frequentam o curso da EJA, na maioria das vezes, são pessoas que estão afastados da escola há algum tempo, ou são alunos que não foram muito bem sucedidos no ensino regular ou ainda, pessoas que na maioria das vezes trabalham o dia todo, chegam cansados nas salas de aula e ainda procuram motivação para aprender.

Ao desenvolver a proposta de trabalho envolvendo experimentos, a expectativa do professor/pesquisador era maior em relação ao ensino regular devido à maior disposição dos discentes em construir o conhecimento, supostamente com uma maior facilidade em compreender o conteúdo trabalhado e um relacionamento mais acessível com o professor. O cuidado em não trabalhar conteúdos que poderiam gerar um grau de dificuldade aos alunos da EJA e posteriormente gerar abandono ao longo do curso era de extrema relevância.

O professor/pesquisador resolveu aplicar os quatro experimentos nas duas turmas e avaliar se suas expectativas e dúvidas eram de fato coerentes ou se surpresas poderiam ocorrer.

Para o primeiro experimento, a reação das duas turmas foi a mesma, pois como já foi mencionado, o professor praticamente conduziu toda a aula. Porém, as perguntas e comentários eram mais comuns na turma da EJA. Nos demais experimentos, notou-se uma participação muito ativa e uma satisfação por parte dos alunos ao convidá-los para dirigirem-se ao laboratório da escola. O que chamou a atenção foi a repercussão que se deu na escola. Professores de outras disciplinas comentaram que os alunos estavam muito empolgados e que todas as aulas de física deveriam ser dessa forma. Segundo os alunos, eles não sabiam que tinham essa capacidade de sozinhos construir conceitos e montar experimentos.

Percebeu-se, após a aplicação de todos os experimentos e utilização de todos os *kits*, que alguns alunos se destacaram mais. Alguns pelo espírito de liderança, outros por estarem interessados nas práticas e, com isso, gerando maior compreensão dos conteúdos. Notou-se maior compreensão por parte dos alunos devido às respostas dos questionários que foram propostos, devido também, às perguntas que eram feitas durante os trabalhos seguintes e, principalmente, pelo empenho apresentado nas aulas.

Outros alunos, não mostraram interesse em participar dos primeiros trabalhos propostos, mas com a aplicação dos experimentos seguintes, no momento em que eram desafiados a desenvolverem e seguirem os roteiros, o interesse tornou-se maior.

É importante salientar que alguns alunos não participaram, pois consideravam que era perda de tempo e que, segundo eles, não iria acrescentar em nada. Coube ao professor/pesquisador explicar que aqueles trabalhos eram uma forma de enriquecer as aulas e mostrar uma nova maneira de compreender o conteúdo trabalhado. Considera-se que essa resistência em participar de trabalhos em grupos, geralmente ocorre nas salas de aula.

Percebeu-se que alunos da EJA (Educação de Jovens e Adultos) apresentaram um interesse maior na atividade prática. Estes têm o perfil de estar a muito tempo fora da sala de aula e buscavam completar sua educação básica por diversas razões, principalmente pela concorrência no mercado de trabalho. Entretanto ficavam assustados e desmotivados ao se confrontarem com os conteúdos Matemática, Física e Química. Devido a esse perfil, procurou-se fazer das práticas uma aprendizagem significativa, onde a motivação, conhecimentos prévios e o interesse foram diferenciais na construção do conhecimento. Para os alunos da EJA, independente da estratégia de ensino, há uma necessidade em reconhecer os conhecimentos e habilidades construídos pelos alunos por meios informais, adquiridos nas experiências de suas vidas, para então aproveitá-los e transformá-los em conhecimentos científicos no espaço escolar.

O que se deve levar em consideração é que os objetivos deste trabalho foram atingidos nas duas turmas e que aspectos motivacionais, de participação, de aprendizagem, de aquisição de conhecimento, de aproveitamento de conteúdos, de melhora no desempenho escolar foram detectados pelo professor/pesquisador e, conseqüentemente, percebido pelos alunos das duas turmas.

Ensinar óptica geométrica envolve muitos conceitos que foram propostos ao longo do planejamento anual, fazendo com que pudessem ser minimizados e atenuados o baixo rendimento e despertasse um interesse maior deixando de lado a forma tradicional e repetitiva de se ensinar. Fica deste modo registrado um acentuado interesse por parte do alunado pelas aulas e, conseqüentemente, uma melhora considerável no aproveitamento dos conteúdos vistos na prática.

7 CONCLUSÕES

O trabalho proposto teve a finalidade de contribuir de uma forma prática e simples para os demais profissionais que atuam com o ensino de Física e, em especial, para turmas do segundo ano do Ensino Médio. Devido ao exagerado número de problemas que enfrentamos nas salas de aula das escolas públicas, levando a minha própria realidade como modelo concreto, procurou-se amenizar tais problemas e fazer com que nossos discentes possam ter uma visão diferente do Ensino de Física e se interessem mais pelas aulas.

Há muito tempo me deparo com diversos problemas em relação ao Ensino de Física no Brasil, no estado de Minas Gerais e, principalmente, na escola que trabalho, considerada pelos professores como uma disciplina difícil de ser ensinada e, em consequência, de ser entendida pelos alunos, enfrentam problemas de diversas maneiras, como carga horária reduzida, alunos desinteressados, falta de material

adequado para o desenvolvimento de projetos e, infelizmente, políticas públicas não mudam tal realidade. Percebe-se que boa parte dos docentes estão acostumados com as dificuldades estruturais para a realização das práticas, e, muitas vezes não havendo soluções para tais mudanças, enfrentam a realidade e tentam desenvolver e mudar, deixando uma simples aula teórica com aplicações de fórmulas e exercícios repetitivos e utilizando métodos inovadores e eficientes para o melhor empenho dos alunos.

A inovação foi um desafio, mas a concentração e o envolvimento com os alunos passaram a ser um grande fator de destaque, pois o aprendizado ocorreu de forma diferenciada e envolvente. O planejamento dos *kits* e a pesquisa com os alunos (via questionário) foram essenciais para a realização das aulas pelo professor/pesquisador. Porém, mesmo obtendo resultados bastante satisfatórios, existem vários aspectos que poderiam ser repensados a respeito da execução de uma proposta com base nessa metodologia de ensino. Uma maior união e conscientização entre os professores de que as inovações precisam ocorrer e, com isso, o aprender ocorre de uma maneira mais simples e prática é um primeiro fator a ser repensado.

A análise das atividades de avaliação aplicadas ocorreu de maneira satisfatória e concluiu-se que ocorreu uma evolução considerável no aprendizado dos alunos.

Não se deve usar como desculpas a falta de recursos para a escola, falta de apoio e interesse dos alunos. Um professor criativo e interessado consegue desenvolver um excelente trabalho e, além disso, tornar suas aulas atraentes e diferentes, sempre envolvendo o conteúdo programático e suas aplicações. Outro fator importante, aulas práticas não se restringem apenas ao espaço físico de um laboratório, ou seja, as aulas práticas podem ser trabalhadas no próprio ambiente vivido pelo professor, na sala de aula.

Políticas públicas deveriam ser implantadas com o intuito de que aulas de laboratório poderiam fazer parte do currículo dos alunos nas escolas públicas, mas priorizando a capacitação dos discentes e, conseqüentemente, repassando todo esse aprendizado aos docentes e mostrando que aulas práticas são essenciais para construção do conhecimento.

Percebe-se que a contribuição maior inicia-se do empenho e interesse ao mostrar que é possível motivar alunos e propor uma forma diferenciada de aprendizado, com metodologia simples e materiais de baixo custo. Dessa forma, as

aulas de laboratório de Física tornam-se aliadas a uma maior compreensão e aprimoramento dos temas abordados.

Ao longo desse curso percebi que muitas pessoas ainda acreditam em uma educação diferenciada, em propostas que possibilitem o empenho e interesse pelas aulas. Trocas de experiências com diversos professores contribuíram de maneira significativa para que minhas aulas pudessem melhorar. Aprendi a estimular os alunos a demonstrarem suas opiniões, a considerar que não somos soberanos no que ensinamos, devemos sempre procurar novas maneiras de aperfeiçoar e capacitar. Dificuldades existem e sempre estarão presentes no nosso cotidiano, mas esse é o objetivo maior, poder superá-las e sempre propor inovações.

Pretendo dar sequência nos trabalhos realizados, envolvendo novas turmas e metodologias e, com o conhecimento adquirido nesse mestrado, direcionar minha carreira de professor para novos desafios, mas sempre mantendo a educação como foco principal.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. **Atividades experimentais no ensino da física: diferentes enfoques, diferentes finalidades.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 25, n. 2, p. 176-194, 2003.

AUTH, M. A. **Formação de professores de ciências naturais na perspectiva temática e unificadora.** 2002. 200 f. Tese (Doutorado em Educação) - Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

BARRETO FILHO, Benigno. **Física aula por aula: mecânica dos fluidos, termologia, óptica: 2º ano.** Benigno Barreto Filho, Claudio Xavier da Silva. – 2º Edição, 2013. Cap. 12 – p. 211 – 226

Borges, A. T. **NOVOS RUMOS PARA O LABORATÓRIO ESCOLAR DE CIÊNCIAS.** Cad. Brás. Ens. Fís., v. 19, n.3: p. 291-313, dez. 2002.

BRASIL. **Ministério da Educação. Parâmetros curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e duas Tecnologias.** Disponível em: < <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf> >. Acesso em: 02 jul. 2016.

BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A. (orgs.). **A motivação do aluno**: contribuições da psicologia contemporânea. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

BZUNECK, J. A. **As crenças de auto-eficácia dos professores**. In: F.F. Sisto, G. de Oliveira, & L. D. T. Fini (Orgs.). *Leituras de psicologia para formação de professores*. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2000.

CERQUEIRA, Beatriz. “**Algumas reflexões sobre a Educação em Minas Gerais**”.

Disponível em:

<<http://www.sindutemg.org.br/novosite/conteudo.php?MENU=7&LISTA=detalhe&ID=3923>>. Acesso em: 08 ago. 2016.

CHIMENDES, T.W. **Física, v.2/ 2005**.

COSTOLDI, Rafael; POLINARSKI, Celso Aparecido. **Utilização de recursos didático - pedagógicos na motivação da aprendizagem**. I Simpósio Internacional de Ensino e Tecnologia. 2009.

Curso de Física, v.2/ Antônio Máximo, Beatriz Alvarenga, 1.997 p. 703 - 790.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do ensino de ciência**. São Paulo: Cortez, 1990.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Conhecimento, tensões e transições**. Tese de doutorado (Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1991.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez, 1991.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: Fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J, A; Pernambuco; M, M. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**; colaboração Antônio Fernando Gouvêa da Silva. – 4. ed.— São Paulo: Cortez, 2011- (Coleção Docência em Formação/ coordenação: Antônio Joaquim Severino, Selma Garrido Pimenta). p.173-298.

DOURADO, L. **Trabalho Prático (TP), Trabalho Laboratorial (TL), Trabalho de Campo (TC) e Trabalho Experimental (TE) no Ensino das Ciências** – contributo para uma clarificação de termos. In: VERÍSSIMO, A.; PEDROSA, M. A.; RIBEIRO, R. (Coord.). Ensino experimental das ciências. (Re) pensar o ensino das ciências, 2001. 1. ed. 3. v. Disponível em: <ciências-exp-no-sec.org/documentos>. Acesso em 04 nov. 2016.

FARIAS, A. J. O. **A construção do laboratório na formação do professor de Física.** Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 245-251, dez. 1992.

FERRARI, P. C., **Temas Contemporâneos na Formação Docente a Distância** – uma introdução à Teoria do Caos. Tese de doutorado em Educação Científica e Tecnológica, UFSC - Florianópolis: 2008.

FÍSICA/ Osvaldo Guimarães, José Roberto Piqueira, Wilson Carron, 2014, p. 210 – 267.

FÍSICA aula por aula: mecânica dos fluidos, termologia, óptica: 2º ano/ Benigno Barreto Filho, Claudio Xavier da Silva, 2013, p. 189 – 281.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido.** 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
_____ **Pedagogia da autonomia:** Saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
_____ **Pedagogia da Esperança:** um reencontro com a pedagogia do oprimido. 12 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.
_____ **Pedagogia da Autonomia** – Saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2010.

GASPAR, Alberto. **Física volume único.** São Paulo: Editora ática, 2009.

GUIMARÃES, Valter S. **Formação de professores:** saberes, identidade e profissão. Campinas, SP: Papyrus, 2004.

GUIMARÃES, Osvaldo – **Física/ Osvaldo Guimarães, José Roberto Piqueira, Wilson Carron.** – 1ª Edição, 2013. Cap 8 – p. 223 – 228

HAMBURGER, E. W.; MATOS, C. **Desafio de ensinar Ciências no século XXI**. São Paulo: Estação Ciência; Brasília: CNPq, 2000.

KARLING, A. A. (1991). **A didática necessária**. São Paulo, Ibrasa.

LEMOS, A. **Cibercultura: tecnologia e vida social na cultura contemporânea**. Porto Alegre: Sulina, 2002, p. 107.

LIBANELO, José C. **Que destino os pedagogos darão à pedagogia?** In: PIMENTA, Selma G. (Org). *Pedagogia, ciência da educação?* São Paulo: Cortez, 1996.

LIBÂNIO, J.C. **Didática**. São Paulo, Cortez, 2006.

MANUAL DO MUNDO COMUNICAÇÃO. São Paulo. **Experimento**: Como fazer um arco-íris caseiro com DVD. Disponível em:

<<http://www.manualdomundo.com.br/2013/12/como-fazer-arco-iris-caseiro-comdvd/>>

Acesso em: 10 jun. 2.016.

____ São Paulo. **Experimento**: Espelho infinito, 2013. Disponível em:

<<http://www.manualdomundo.com.br/2013/07/espelho-infinito-experimento-deotica/>>

Acesso em: 10 jun. 2.016.

____ São Paulo. **Experimento**: Projetor caseiro com celular. Disponível em:

<<http://www.manualdomundo.com.br/2013/05/projetor-caseiro-com-celular/>>. Acesso

em: 10 jun. 2.016.

____ São Paulo. **Experimento**: A luz que faz curva. Disponível em:

<<http://www.manualdomundo.com.br/2012/11/a-luz-que-faz-curva/>> Acesso em: 10

jun. 2.016.

MARINELI, F.; PACCA, J.L.A. **Uma interpretação para dificuldades enfrentadas pelos estudantes em um laboratório didático de Física**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 497-505, abr./jul.2006.

MARTINS, F. O primeiro passo de um novo caminho. **Rev. Exclusive**, Belo Horizonte, edição 27, jun. 2015.

MÁXIMO, Antônio – **Curso de Física**, v.2/ Antônio Máximo, Beatriz Alvarenga – 1º Edição, 1997. Cap. 16 – p. 778 – 794.

MEC/Inep/Deed, **“Número de matrículas na educação básica por dependência administrativa Brasil”** - 2008/2014II, 2015. Disponível em:

<http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=17044-dados-censo-2015-11-02-materia&Itemid=30192>. Acesso em: 10 ago. 2.016.

MEES, A. A. **Implicações das teorias de aprendizagem para o ensino de Física**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS. Rio Grande do Sul, 2002. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~amees/teorias.htm>> Acesso em: 04 jul. 2016.

MENDES, Mariana. **ÓPTICA**. Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/fisica/optica.htm>> Acesso em: 26 mai. 2016.

MINNAERT, M. G. J. “**Ótica Atmosférica as belezas da nossa atmosfera**”. Disponível em: <<http://www.astrosurf.com/skyscapes/optica/ref.htm>> Acesso em: 10 jul. 2.016.

MORAN, José Manuel. **A Educação que desejamos**: novos desafios e como chegar lá. Campinas, SP: Papyrus Editora, 2007.

NETTO, Luiz Ferraz. **Pequeno histórico da óptica**. Disponível em: <http://www.feiradeciencias.com.br/sala09/09_PHO.asp> 1999. Acesso em: 10 ago. 2016.

O ensino público no Brasil: ruim, desigual e estagnado. **Revista Época**, São Paulo, 05 jan. 2015. Disponível em: <<http://www.todospelaeducacao.org.br/educacao-namidia/indice/32342/o-ensino-publico-no-brasil-ruim-desigual-e-estagnado/>> - acesso em: 04 jul. 2016.

OLIVEIRA, M. K. Jovens e adultos como sujeitos de conhecimento e aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**, Belo Horizonte, n. 12, p. 59-73, set./dez. 1999.

PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS (ENSINO MÉDIO). Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>> Acesso em: 10 ago. 2.016.

PEDUZZI, L.O.Q. **Sobre a resolução de problemas no ensino da física**. In: Caderno Catarinense de Ensino de Física, n.º 14, 1997, p. 229-53.

PILETTI, Nelson. **História da educação no Brasil**. 7. ed. São Paulo: Ática, 1989

RANKING ENEM 2010: as 50 melhores escolas do Sudeste. 19/07/2010. **Guia do Estudante**. Disponível em: <<http://guiadoestudante.abril.com.br/vestibularenem/ranking-enem-2010-melhores-escolas-sudeste-579785.shtml>>. Acesso 04 jul. 2016.

RIBEIRO, Marcelle. **"Só 11% das escolas brasileiras têm laboratório de Ciências"**. Disponível em <<http://oglobo.globo.com/sociedade/educacao/so-11-dasescolas-brasileiras-tem-laboratorio-de-ciencias-10804574>>. Acesso em: 04 jul. 2016.

ROLDÃO, M. do Céu. **Função docente**: natureza e construção do conhecimento profissional. Portugal. Revista brasileira de Educação. v.12 n.34 jan/abril 2007.

Sampaio & Calçada, José Luiz & Caio Sérgio. **Óptica - A luz**. São Paulo: Atual Editora, 2005. p. 204 e 205. ISBN 978-85-357-0579-9

SANTOS, Marco Aurélio Da Silva. **"A Dispersão da Luz Branca"**; Brasil Escola. Disponível em:<<http://brasilecola.uol.com.br/fisica/a-dispersao-luz-branca.htm>>. Acesso em: 14 ago. 2016.

Scielo Brasil — **"Justus Von Liebig, 1803-1873. Parte 1: vida, personalidade, pensamento — "Os primeiros tempos em Giessen. O 'Modelo de GiessenII.**

SEE, 2015 – Secretária de Educação de Minas Gerais. Disponível em: <<https://www.educacao.mg.gov.br>>. Acesso em: 05 jul. 2016.

SILVA, E. S.; BUTKUS, T. **Levantamento sobre a situação do ensino de Física nas escolas do 2º grau de Joinville**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 2, n. 3, p. 105-113, dez., 1985.

SOTO, Patrícia. **História da Física e a Química**. Linhas de tempo. 2016. Disponível em: <http://www.resumosetrabalhos.com.br/historia-da-fisica-e-a-quimica-linhas-detempo.html#document_content>. Acesso em: 10 jul. 2016.

SOUZA, Líria Alves de. **"Método Científico"**; Brasil Escola. Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/metodo-cientifico.htm>>. Acesso em 11 de novembro de 2016.

SOUZA, T. C. F. **Avaliação do ensino de Física**: um compromisso com a aprendizagem. Passo Fundo: Ediupf, 2002.

STEVE, J. M. **O mal-estar Docente**. Trad. Durley de C. Cavicchia. Bauru: EDUSC, 1999.

XAVIER, J. C. **Ensino de Física**: presente e futuro. Atas do XV Simpósio Nacional Ensino de Física, 2005.

TECMUNDO. **Área 42**: como fazer um projetor usando uma caixa de sapato, lupa e celular. Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/area-42/80820-area-42-fazerprojetor-usando-caixa-sapato-lupa-celular.htm>> Acesso em: 02 nov. 2.015.

TOKARNIA, Mariana. **Quase 40% dos professores no Brasil não tem formação adequada**. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/educacao/noticia/201603/quase-40-dos-professores-no-brasil-nao-tem-formacao-adequada>> Acesso em: 10 ago. 2.016

UNESCO. **Ensino médio no Brasil, 2016**. Disponível em: <<http://www.unesco.org/new/pt/brasil/education/educational-quality/secondaryeducation/>> Acesso em: 20 jun. 2016.

ZAGURY, Tânia. **O professor refém**: para pais e professores entenderem porque fracassa a educação no Brasil. Rio de Janeiro: Record, 2006.

ZYLBERSZAJN, A. **A resolução de problemas no Ensino de Física**. Disponível em: <<http://server.fsc.ufsc.br/~arden/problkuhn.doc>> Acesso em: 04 jul. 2.016.

APÊNDICES:

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO

Pesquisa realizada com os alunos da Escola Estadual São Sebastião, Cruzília, MG, através de questionário.

PESQUISA SOBRE O ENSINO DE FÍSICA
ESCOLA ESTADUAL SÃO SEBASTIÃO – CRUZÍLIA - MG

1 - Você gosta de Física?

() SIM () NÃO

2 - Você tem boas notas em Física?

() SIM () NÃO

3 - Você acha que Física e Astronomia estão relacionadas?

() SIM () NÃO

4 - Você já realizou alguma experiência prática de Física?

() SIM () NÃO

5 – Você frequenta o laboratório de ciências nas aulas de Física?

() SIM () AS VEZES () NÃO

6 - Você já participou de alguma Olimpíada de Física?

() SIM () NÃO

7 - Você consegue relacionar o que é ensinado nas aulas de física com as coisas que acontecem no seu dia-a-dia?

() SIM () NÃO

8 – Quando fica mais fácil aprender Física?

- a) quando o professor usa fórmulas e cálculos matemáticos;
- b) quando o professor faz algum tipo de jogo durante a aula;
- c) quando o professor faz um tipo de experimento;
- d) quando o professor incentiva você a decorar um assunto;

APÊNDICE B - PRODUTO

EXPERIMENTO 1: Como fazer um arco íris caseiro com vela e DVD.

1 - INTRODUÇÃO:

A óptica é o estudo da luz e dos fenômenos luminosos em geral. Dos nossos sentidos, a visão é o que mais colabora para conhecermos o mundo que nos rodeia e, provavelmente por isto, a óptica é uma ciência muito antiga. Filósofos gregos, como Platão e Aristóteles, já se preocupavam em responder a perguntas tais como: por que vemos um objeto? O que é a luz? Etc. Platão, por exemplo, supunha que nossos olhos emitiam pequenas partículas que, ao atingirem os objetos, tornavamnos visíveis. Aristóteles considerava a luz um fluido imaterial que se propagava entre o olho e o objeto visto. Não sendo possível, com essas hipóteses, explicar um grande número de fenômenos luminosos que ocorrem na natureza, vários físicos notáveis, como Newton, Huyghens, Young e Maxwell, procuraram modificá-las, lançando novas idéias sobre a natureza da luz. [3]

2 - A FÍSICA PRESENTE NO EXPERIMENTO:

A dispersão é um fenômeno óptico que consiste na separação da luz branca, ou seja, separação da luz solar em várias cores, cada qual com uma frequência diferente (SANTOS, 2015). Esse fenômeno pode ser observado em um prisma de vidro, por exemplo. O célebre físico e matemático, Isaac Newton, observou esse fenômeno e no ano de 1672 publicou um trabalho, no qual apresentava suas idéias sobre a natureza das cores. A interpretação sobre a dispersão da luz e a natureza das cores, dada por Isaac Newton, é aceita até hoje, fato esse que não ocorreu com o modelo corpuscular da luz elaborado por esse mesmo cientista (SANTOS, 2015). Esse fenômeno ocorre em razão da dependência da velocidade da onda com a sua frequência. Quando a luz se propaga e muda de um meio para outro de desigual densidade, as ondas de diferentes frequências tomam diversos ângulos na refração, assim sendo, surgem várias cores.

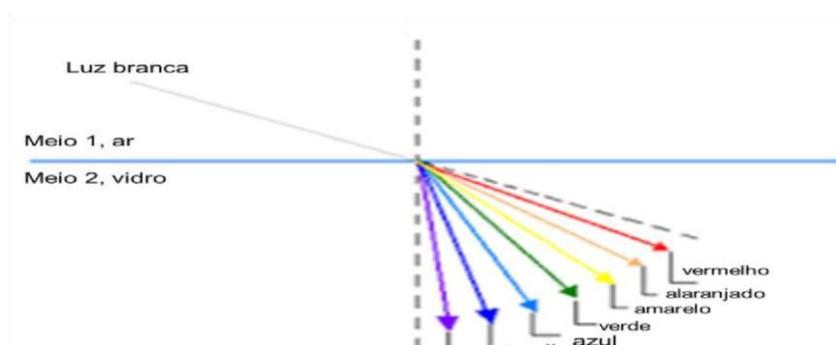


Figura 1 - Dispersão da luz branca.
Fonte: adaptado dealunos online⁷

Newton não foi o primeiro a perceber esse acontecimento. Muito antes dele já se tinha o conhecimento que a luz branca, ao atravessar um prisma com densidade diferente à do ar, originava feixes coloridos de maior ou menor intensidade. Antes de Newton, acreditava-se que a luz, oriunda do Sol, era pura e que o surgimento das cores ocorria em razão das impurezas que o feixe de luz recebia ao atravessar o vidro. **[4]**

Um exemplo clássico de dispersão luminosa é o arco-íris. Ele se forma em virtude da dispersão da luz branca solar ao incidir nas gotas de água em suspensão na atmosfera.

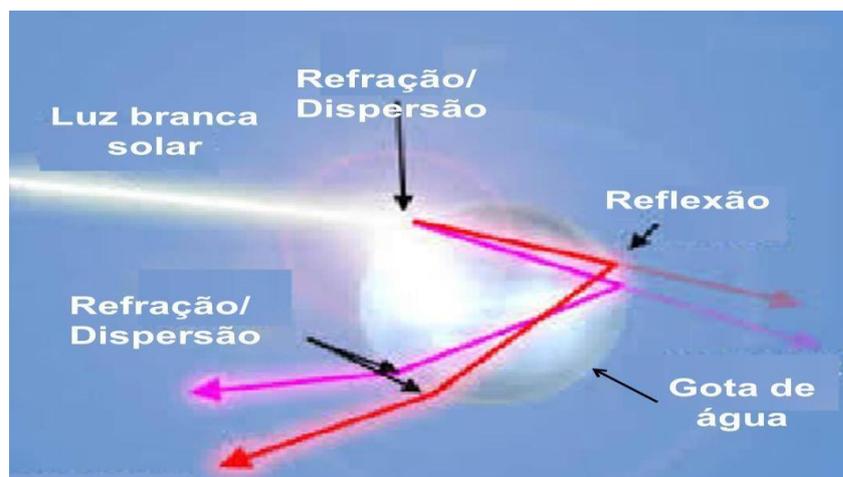


Figura 2 - Dispersão da luz branca através de uma gota de água. Fonte: adaptado de ciências uol⁸

Como pode ser observado na Figura 2, um raio de luz ao incidir sobre uma gota de água sofre uma refração, uma reflexão e finalmente uma segunda refração, portanto, o raio de luz solar se apresenta separado em cores. **[2]**

3 - PRÉ-RELATÓRIO

Para desenvolvermos o experimento, você deverá responder as questões:

- Qual a cor da luz?
- Em quantas cores a luz se decompõe?

⁷ Disponível em: <<http://alunosonline.uol.com.br/fisica/dispersao-luz.html>>. Acesso em: 21 set. 2016.

⁸ Disponível em: <<http://ciencia.hsw.uol.com.br/arco-iris2.htm>>. Acesso em: 21 set. 2016.

- O que é refração da luz?

4 - OBJETIVOS:

- Compreender os conceitos básicos referentes à luz.
- Compreensão a respeito da dispersão da luz branca e sua reflexão.
- Compreensão da diferença entre refração e reflexão da luz.

5 - MATERIAIS UTILIZADOS:

- DVD;
- Lâmpada incandescente;
- Lâmpada fluorescente;
- Vela;
- Fita adesiva;
- Tesoura;
- Slide;
- Notebook;
- Datashow;

6 - MONTAGEM

Com a tesoura, divida o DVD em duas camadas (vide Figura 3 a), fazendo um corte na borda e separe essas camadas com muito cuidado. A parte a ser utilizada será a camada que fica embaixo (vide Figura 3b). Caso sobre uns pedaços da tinta refletiva use uma fita adesiva para retirá-lá, tomando cuidado para não retirar a parte roxa do DVD. Tampe o centro do DVD usando a fita adesiva (vide Figura 3c).



Figura 3. (a) Separação do DVD em duas partes, (b) Parte de baixo do DVD, (c) DVD com o centro tampado.

Fonte: Do autor.

Após esse procedimento, comece a construir o arco-íris. Escureça o ambiente onde você se encontra e utilize a primeira fonte de luz (uma vela) (vide Figura 4),

aproximando o DVD dessa vela observaremos a dispersão da luz branca; após a vela, utilize a lâmpada incandescente e posteriormente a fluorescente.



Figura 4. Dispersão da luz branca.

Fonte: adaptado de educador⁸

PLANO DE AULA

– ESCOLA ESTADUAL SÃO SEBASTIÃO, CRUZÍLIA – MG –

PROFESSOR – Jean Louis Landim Vilela

EXPERIMENTO 1: Como fazer um arco íris caseiro com vela e DVD.

1 – **TEMA:** Óptica Geométrica – Luz e cores (dispersão da luz branca) e refração da luz.

2 – **JUSTIFICATIVA:** O estudo da óptica geométrica percorre um longo caminho na evolução do conhecimento científico, desde os gregos, passando pelas idéias de *Huygens* e *Newton* sobre a natureza da luz e culminando com a moderna teoria atômica e eletromagnética da matéria. A óptica também é um ramo da Física com

⁸ Disponível em:< <http://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/decomposicao-luz.htm>.>. Acesso em: 21 set. 2016.

inúmeras aplicações tecnológicas e científicas em diversas áreas do conhecimento como a biologia, a astronomia, a medicina, a arte, a eletrônica, a química.

3 – **OBJETIVOS GERAIS:** dispersão da luz branca, destacando a formação do arcoíris primário.

4- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:** saber explicar a dispersão da luz branca gerando um conjunto de cores; conhecer os efeitos dos filtros na luz branca; compreender como objetos coloridos aparecem sob a luz branca e outras cores; compreender que a luz pode ser refratada e saber a diferença entre refração e reflexão da luz.

5 – **METODOLOGIA:** atividade experimental no laboratório com diálogo entre os alunos, utilização de materiais de baixo custo para o experimento e *slide* para explicar o tema abordado (vide Figura 5).



Figura 5. *Slide* utilizado para a apresentação do conteúdo. Fonte: adaptado de slideshare⁹

O professor explica de forma detalhada e conduz o experimento junto com os alunos e no final constrói os conceitos que o experimento nos revela. Nesse caso, o professor conduz praticamente toda a aula, pois é o primeiro experimento e os alunos ajudam na formação dos conceitos.

6 – **RECURSOS:** laboratório de ciências, projetor de imagens, computador, materiais de baixo custo para os experimentos.

7 – **AVALIAÇÃO:** questionário sobre o tema abordado; avaliar as questões propostas no roteiro do aluno.

SUGESTÕES DE AVALIAÇÕES: as avaliações podem ocorrer como um simples questionário, após o desenvolvimento do experimento.

SUGESTÃO DE QUESTÕES

1 – O que acontece no DVD?

⁹ Disponível em: < <http://pt.slideshare.net/piedadealves/luz-visvel-e-cor>>. Acesso em: 21 set. 2016.

2 – O que é difração da luz?

3 – Ao incidirmos um feixe de luz branca sobre um prisma, observamos a dispersão da luz no feixe emergente, sendo que a cor violeta sofre o maior desvio e a vermelha, o menor. Por que isso ocorre?

SUGESTÕES DE VÍDEO PARA A AULA: <http://manuandomundo.com.br> – Como fazer arco íris caseiro com vela e DVD[2].

OUTROS EXPERIMENTOS RELACIONADOS COM O TEMA:

<http://fisicanoja.blogspot.com.br/2009/10/9-dispersao-da-luz.html>

<http://www.if.ufrgs.br/~marcia/lab2.pdf>

https://www.youtube.com/watch?v=YAhR2_1sGT4

BIBLIOGRAFIA:

- [1] ALVES, Piedade. “**Luz visível e cor**”. Disponível em: <http://pt.slideshare.net/piedadealves/luz-visvel-e-cor>. Acesso em: 21 set. 2016.
- [2] MANUAL DO MUNDO COMUNICAÇÃO. São Paulo. **Experimento:** Como fazer um arco-íris caseiro com DVD. Disponível em: <http://www.manuandomundo.com.br/2013/12/como-fazer-arco-iris-caseiro-comdvd/> Acesso em: 10 jun. 2016.
- [3] FOGAÇA, Jeniffer. “**Decomposição da Luz**”. Disponível em <http://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/decomposicao-luz.htm>. Acesso em: 21 set. 2016.
- [4] GUIMARÃES, Osvaldo – **Física**/ Osvaldo Guimarães, José Roberto Piqueira, Wilson Carron. – 1ª Edição, 2013. Cap 9 – p. 256 – 274.
- [5] HARRIS, Tom. “**Fazendo um arco-íris**”. Disponível em <http://ciencia.hsw.uol.com.br/arco-iris2.htm>. Acesso em: 21 set. 2016.
- [6] MÁXIMO, Antônio – **Curso de Física**, v.2/ Antônio Máximo, Beatriz Alvarenga – 1ª Edição, 2011. Cap. 6 – p. 206 – 251.
- [7] SANTOS, Marco Aurélio da Silva. “**A Dispersão da Luz Branca**”; *Brasil Escola*. Disponível em <http://brasilecola.uol.com.br/fisica/a-dispersao-luz-branca.htm>. Acesso em: 15 ago. 2015.
- [8] SILVA, Domiciano Correa Marques da. “**Dispersão da Luz**”. Disponível em <http://alunosonline.uol.com.br/fisica/dispersao-luz.html>. Acesso em: 21 set. 2016.

ROTEIRO PARA O ALUNO

EXPERIMENTO 1: Como fazer um arco íris caseiro com vela e DVD.

1. INTRODUÇÃO:

A óptica é o estudo da luz e dos fenômenos luminosos em geral. Dos nossos sentidos, a visão é o que mais colabora para conhecermos o mundo que nos rodeia e, provavelmente por isto, a óptica é uma ciência muito antiga. Filósofos gregos, como Platão e Aristóteles, já se preocupavam em responder a perguntas tais como: por que vemos um objeto? O que é a luz? Etc. Platão, por exemplo, supunha que nossos olhos

emitiam pequenas partículas que, ao atingirem os objetos, tornavamnos visíveis. Aristóteles considerava a luz um fluido imaterial que se propagava entre o olho e o objeto visto. Não sendo possível, com essas hipóteses, explicar um grande número de fenômenos luminosos que ocorrem na natureza, vários físicos notáveis, como Newton, Huyghens, Young e Maxwell, procuraram modificá-las, lançando novas idéias sobre a natureza da luz.

2. Para o desenvolvimento do trabalho proposto algumas perguntas deverão ser respondidas:

- Qual a cor da luz?
- Em quantas cores a luz se decompõe?
- O que é refração da luz?

3. **OBJETIVO DO EXPERIMENTO:** saber explicar a dispersão da luz branca gerando um conjunto de cores; conhecer os efeitos dos filtros na luz branca; compreender como objetos coloridos aparecem sob a luz branca e outras cores; compreender que a luz pode ser refratada e saber a diferença entre refração e reflexão da luz.

4. **MATERIAL A SER UTILIZADO NO EXPERIMENTO:**

- DVD;
- Lâmpada incandescente;
- Lâmpada fluorescente;
- Vela;
- Fita adesiva;
- Tesoura;

5. **MONTAGEM DO EXPERIMENTO:**

Com a tesoura, divida o DVD em duas camadas (vide Figura 3 a), fazendo um corte na borda e separe essas camadas com muito cuidado. A parte a ser utilizada será a camada que fica embaixo (vide Figura 3b). Caso sobre uns pedaços da tinta refletiva use uma fita adesiva para tira-lá, tomando cuidado para não retirar a parte roxa do DVD. Tampe o centro do DVD usando a fita adesiva (vide Figura 3c).



Figura 3. (a) Separação do DVD em duas partes, (b) Parte de baixo do DVD, (c) DVD com o centro tampado.

Fonte: Do autor.

Após esse procedimento, comece a construir o arco-íris. Escureça o ambiente onde você se encontra e utilize a primeira fonte de luz (uma vela) (vide Figura 4a), aproximando o DVD dessa vela observaremos a dispersão da luz branca (vide Figura 4b); após a vela, utilize a lâmpada incandescente e posteriormente a fluorescente.

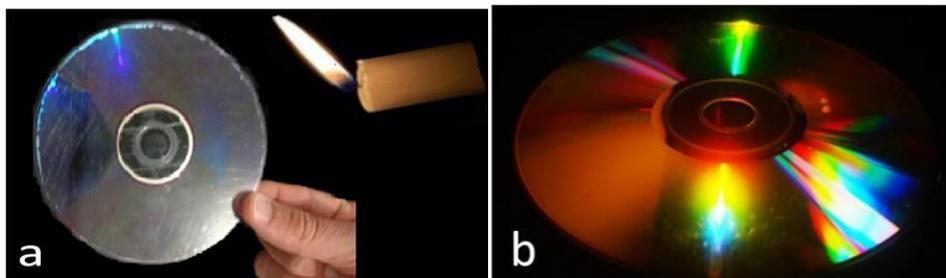


Figura 4. (a) DVD com primeira fonte de luz (vela), (b) Dispersão da luz branca.

Fonte: Do autor.

6. ANÁLISE OU DISCUSSÃO DOS RESULTADOS: ao responder as questões a seguir, estaremos concluindo o experimento e conseqüentemente possíveis dúvidas que surgiram no decorrer do trabalho poderão ser sanadas.

1 – O que acontece no DVD?

2 – O que é difração da luz?

3 – Ao incidirmos um feixe de luz branca sobre um prisma, observamos a dispersão da luz no feixe emergente, sendo que a cor violeta sofre o maior desvio e a vermelha, o menor. Por que?

EXPERIMENTO 2: Como fazer um espelho infinito.

1 - INTRODUÇÃO:

Muito se especulou, através dos tempos, sobre o que é a luz. Na Antiguidade, por exemplo, acreditou-se que os olhos emitiam luz, para ver imagens, como a recebiam.

As várias explicações propostas e a evolução do conhecimento sobre os fenômenos ópticos fizeram que alguns cientistas, como o italiano Galileu Galilei (1564 – 1642), o francês René Descartes (1596 – 1650) e o inglês Isaac Newton (1642 – 1727), defendessem a idéia de que a luz era constituída por partículas.

Outros, como o italiano Francesco Maria Grimaldi (1618 – 1663), o holandês Christian Huygens (1629 – 1695), o suíço Leonhard Euler (1707 – 1783) e o inglês Thomas

Young (1773 – 1829), acreditavam que a luz era um fenômeno ondulatório (BARRETO FILHO, 2013).

Essas discordâncias sobre a explicação da natureza da luz, ora com um modelo corpuscular, ora com um modelo ondulatório, duraram muitos anos, especialmente entre os séculos XVII e XVIII, e geraram grandes debates entre os cientistas da época (BARRETO FILHO, 2013).

2 - A FÍSICA PRESENTE NO EXPERIMENTO:

Os espelhos são classificados segundo a forma geométrica de sua superfície.

Denomina-se espelho plano toda superfície perfeitamente lisa e plana onde a reflexão da luz acontece de forma regular. Os espelhos podem ser feitos com diversas técnicas e materiais – dependendo de sua qualidade ou função. Podem ser feitos com cromo, prata ou níquel, que são metais prateados. Em geral, o vapor do metal é aplicado sobre uma placa de vidro ou cristal. Os espelhos planos também são muito utilizados em decoração de interiores, pois dão a impressão de maior profundidade (BARRETO FILHO, 2013).

Quando olhamos na direção de um espelho plano, notamos que a nossa imagem aparece com orientação um pouco diferente. A imagem da mão esquerda colocada diante de um espelho é a mão direita (vide Figura 1). Essa característica das imagens dos espelhos planos recebe o nome de enantiomorfismo, que é uma simetria de dois objetos que não se sobrepõem.

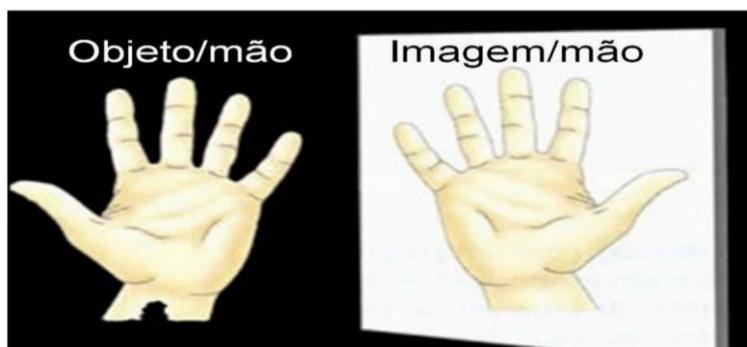


Figura 3 - Objeto (mão) e Imagem refletida no espelho.
Fonte: Adaptado de mundo educação¹⁰

¹⁰ Disponível em: < <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/isomeria-optica.htm>.>. Acesso em: 21 set. 2016.

A luz emitida por um objeto e refletida em um espelho plano chega aos olhos de um observador como se estivesse vindo do ponto de encontro dos prolongamentos dos raios refletidos. Neste ponto observador vê uma imagem virtual do objeto. (MÁXIMO, 2011)

Quando um objeto é colocado entre dois espelhos planos paralelos, serão conjugadas infinitas imagens, visto que, se um raio de luz originado do objeto refletir perpendicularmente em um dos espelhos, os raios seqüentes também serão perpendiculares a ele e as reflexões acontecerão sucessivamente. Quando os espelhos formam entre si um ângulo α , as diversas reflexões da luz nos espelhos permitem a formação de inúmeras imagens desse objeto. O número de imagens é dado pela expressão (BARRETO FILHO, 2013):

$$N = \frac{360}{\alpha} - 1$$

3 - PRÉ-RELATÓRIO

Para desenvolvermos o experimento, você deverá responder as questões:

- O que é um espelho plano?
- Como são feitos os espelhos planos?
- O que é uma imagem real e uma imagem virtual?
- Qual a diferença entre reflexão especular e reflexão difusa?

4 - OBJETIVOS:

- Compreensão a respeito da formação de imagens em um espelho plano e suas associações.

- Compreender o fenômeno da reflexão da luz.
- Compreender o número de imagens geradas por um objeto entre dois espelhos planos, que formam um ângulo qualquer entre si.

5 - MATERIAIS UTILIZADOS:

- Espelho plano 30 cm x 30 cm;
- Vidro com insulfilm 30 cm x 30 cm;
- Papelão;
- Tesoura;
- Luzes de Natal;
- Fita adesiva;
- Palito de churrasco;
- Régua;
- Vídeo demonstrando o experimento;
- Notebook;
- Datashow;

6 - MONTAGEM

Inicialmente deverá ser cortado o espelho e um vidro do mesmo tamanho (vide Figura 2a), e então aplicado sobre o vidro um filme que reflete boa parte da luz conhecido popularmente como insulfilm, transformando-o num semi-espelho, pois assim ele possui a propriedade de refletir parte da luz e a outra ele deixa passar, ou seja, agindo como um espelho e vidro.



Figura 2 - (a) Material utilizado para o experimento, (b) Montagem do experimento. Fonte: Do autor.

A intenção dessa montagem é colocar o vidro com insulfilm de frente para o espelho plano. Para isso, utilize o papelão e recorte uma pequena barreira com aproximadamente 3 cm de altura. Essa barreira de papelão deverá contornar o espelho(Figura 2b). Utilize fita adesiva para poder fixar junto ao espelho. Depois de

fixar o papelão, utilizar o espeto para churrasco e espetar de fora para dentro todo o papelão, de maneira que as luzes de natal possam ocupar esses espaços. Ao término, a estrutura do experimento estará pronta(Figura 2b).

O próximo passo é colocar o vidro com insulfilm sobre a estrutura de papelão, e num ambiente escuro ligar as luzes de natal (Figura 3).



Figura 3 – Experimento, vista superior.
Fonte: Do autor.

PLANO DE AULA

–ESCOLA ESTADUAL SÃO SEBASTIÃO, CRUZÍLIA – MG –

PROFESSOR – Jean Louis Landim Vilela

EXPERIMENTO 2: Como fazer um espelho infinito.

1 – **TEMA:** Associação de espelhos planos.

2 – **JUSTIFICATIVA:** O estudo da óptica geométrica percorre um longo caminho na evolução do conhecimento científico, desde os gregos, passando pelas idéias de *Huygens* e *Newton* sobre a natureza da luz e culminando com a moderna teoria atômica e eletromagnética da matéria. A óptica também é um ramo da Física com inúmeras aplicações tecnológicas e científicas em diversas áreas do conhecimento como a biologia, a astronomia, a medicina, a arte, a eletrônica, a química(KELLER, 1999).

3 – **OBJETIVOS GERAIS:** Estudar a formação de imagens em um espelho plano e suas associações.

4- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:** compreender a formação de imagens em um espelho plano, saber diferenciar uma imagem real de uma virtual, saber associar dois espelhos planos de forma angular e paralela e visualizar seus efeitos.

5 – **METODOLOGIA:** atividade experimental no laboratório com dialogo entre os alunos, utilização de materiais de fácil acesso para o experimento, *slide* para explicar o tema abordado e vídeo —Como fazer um espelho infinito (experiência de ótica)II (<http://manualdomundo.com.br>).

6 – **RECURSOS:** laboratório de ciências, projetor de imagens, materiais de fácil acesso para o experimento.

7 – **AVALIAÇÃO:** questionário sobre o tema abordado.

SUGESTÕES DE AVALIAÇÕES: as avaliações podem ocorrer com questionário, após o desenvolvimento do experimento.

SUGESTÃO DE QUESTÕES

1 – Qual o número de imagens formadas por dois espelhos planos quando são associados em paralelo?

2 – Como calcular o número de imagens formadas por esses espelhos quando a associação for angular?

3 – No cotidiano, onde podemos encontrar essa aplicação?

SUGESTÕES DE VÍDEO PARA A AULA:

<http://manualdomundo.com.br> – Como fazer um espelho infinito (experiência de ótica)

OUTROS EXPERIMENTOS RELACIONADOS COM O TEMA:

<http://fisicanoja.blogspot.com.br/2009/10/4-espelhos-planos.html>

<http://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/aula-pratica-sobreassociacao-espelhos-planos.htm>

BIBLIOGRAFIA:

[1] BARRETO FILHO, Benigno – **Física aula por aula:** mecânica dos fluidos, termologia, óptica: 2º ano/ Benigno Barreto Filho, Claudio Xavier da Silva. – 2º Edição, 2013. Cap 12 – p. 211 – 226

[2] KELLER, FREDERICK J.; GETTYS, W. EDWARD; SKOVE, MALCOLM J. **Física**. V. 2. São Paulo: Makron Books, 1999.

[3] MANUAL DO MUNDO COMUNICAÇÃO. São Paulo. **Experimento**: Espelho infinito, 2013. Disponível em: <<http://www.manualdomundo.com.br/2013/07/espelhoinfinito-experimento-de-otica/>> Acesso em: 10 jun. 2016.

[4] MÁXIMO, Antônio – **Curso de Física**, v.2/ Antônio Máximo, Beatriz Alvarenga – 1º Edição, 2011. Cap. 6 – p. 206 – 251.

[5] SOUZA, Líria Alves de - “**Isomeria Óptica**: conceito de simetria”. Disponível em <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/isomeria-optica.htm>>. Acesso em: 21 set. 2016.

ROTEIRO PARA O ALUNO

EXPERIMENTO 2: Como fazer um espelho infinito.

1. INTRODUÇÃO:

Muito se especulou, através dos tempos, sobre o que é a luz. Na Antiguidade, por exemplo, acreditou-se que os olhos emitiam luz, para ver imagens, como a recebiam.

As várias explicações propostas e a evolução do conhecimento sobre os fenômenos ópticos fizeram que alguns cientistas, como o italiano Galileu Galilei (1564 – 1642), o francês René Descartes (1596 – 1650) e o inglês Isaac Newton (1642 – 1727), defendessem a idéia de que a luz era constituída por partículas.

Outros, como o italiano Francesco Maria Grimaldi (1618 – 1663), o holandês Christian Huygens (1629 – 1695), o suíço Leonhard Euler (1707 – 1783) e o inglês Thomas Young (1773 – 1829), acreditavam que a luz era um fenômeno ondulatório (BARRETO FILHO, 2013).

Essas discordâncias sobre a explicação da natureza da luz, ora com um modelo corpuscular, ora com um modelo ondulatório, duraram muitos anos, especialmente entre os séculos XVII e XVIII, e geraram grandes debates entre os cientistas da época. (BARRETO FILHO, 2013)

2. Para o desenvolvimento do trabalho proposto algumas perguntas deverão ser respondidas:

- O que é um espelho plano?
- Como são feitos os espelhos planos?
- O que é uma imagem real e uma imagem virtual?
- Qual a diferença entre reflexão especular e reflexão difusa?

3. OBJETIVO DO EXPERIMENTO: compreender a formação de imagens em um espelho plano, saber diferenciar uma imagem real de uma virtual, saber associar dois espelhos planos de forma angular e paralela e visualizar seus efeitos.

4. MATERIAL A SER UTILIZADO NO EXPERIMENTO:

- Espelho plano 30 cm x 30 cm;
- Vidro com insulfilm 30 cm x 30 cm;
- Papelão;
- Tesoura;
- Luzes de Natal;
- Fita adesiva;
- Palito de churrasco;
- Régua;

5. MONTAGEM DO EXPERIMENTO.

Inicialmente deverá ser cortado o espelho e um vidro do mesmo tamanho (vide Figura 2a), e então aplicado sobre o vidro um filme que reflete boa parte da luz conhecido popularmente como insulfilm, transformando-o num semi-espelho, pois

assim ele possui a propriedade de refletir parte da luz e a outra ele deixa passar, ou seja, agindo como um espelho e vidro.



Figura 2 - (a) Material utilizado para o experimento, (b) Montagem do experimento.
Fonte: Do autor.

A intenção dessa montagem é colocar o vidro com insulfilme de frente para o espelho plano. Para isso, utilize o papelão e recorte uma pequena barreira com aproximadamente 3 cm de altura. Essa barreira de papelão deverá contornar o espelho(Figura 2b). Utilize fita adesiva para poder fixar junto ao espelho. Depois de fixar o papelão, utilizar o espeto para churrasco e espetar de fora para dentro todo o papelão, de maneira que as luzes de natal possam ocupar esses espaços. Ao término, a estrutura do experimento estará pronta(Figura 2b).

O próximo passo é colocar o vidro com insulfilme sobre a estrutura de papelão, e num ambiente escuro ligar as luzes de natal (Figura 3).



Figura 3 – Experimento, vista superior.
Fonte: Do autor.

6. ANÁLISE OU DISCUSSÃO DOS RESULTADOS: ao responder as questões a seguir, estaremos concluindo o experimento e conseqüentemente possíveis dúvidas que surgiram no decorrer do trabalho poderão ser sanadas.

- 1 – Qual o número de imagens formadas por dois espelhos planos quando são associados em paralelo?
- 2 – Como calcular o número de imagens formadas por esses espelhos quando a associação for angular?
- 3 – No cotidiano, onde podemos encontrar essa aplicação?

EXPERIMENTO 3: Projetor de celular (projetor caseiro com celular).

1 - INTRODUÇÃO:

A palavra —lente nos faz lembrar os instrumentos para corrigir as anomalias da visão (óculos ou lentes de contato). Numa busca mais atenta, percebemos que as lentes também estão presentes em aparelhos como a luneta, o microscópio, a máquina fotográfica, os projetores, além de outros. Isso mostra que a utilização tecnológica das lentes é vasta (BARRETO, 2013).

Os primeiros estudos da Óptica estavam relacionados aos espelhos e às lentes. Alguns séculos antes da Era Cristã, os chineses já dominavam a fabricação de vidro e moldavam lentes (BARRETO, 2013).

2 - A FÍSICA PRESENTE NO EXPERIMENTO:

Atualmente, definimos lente como o sistema óptico formado por um meio homogêneo e transparente, limitado por duas superfícies esféricas ou por uma superfície esférica e outra plana. (BARRETO, 2013)

A classificação das lentes é feita de acordo com o formato das faces externas. Quando a espessura das bordas das lentes é menor que a espessura da parte central, elas são denominadas lentes de bordas delgadas (vide Figura 1a). Quando apresentam a espessura das bordas maior que a espessura da parte central, são denominadas lentes de bordas espessas (vide Figura 1b).

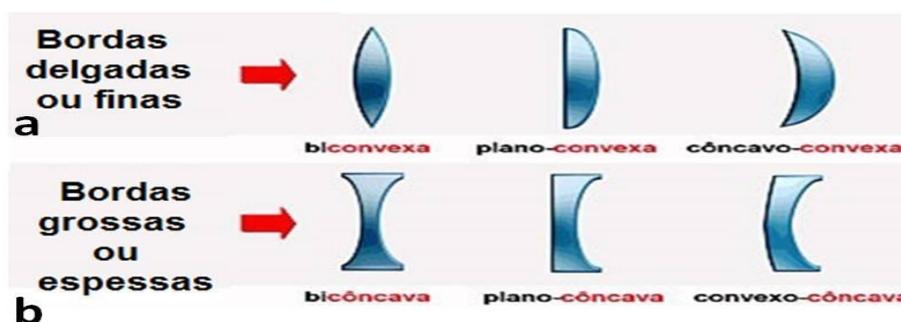


Figura 4 - Tipos de lentes: (a) de bordas delgadas ou finas, (b) de bordas grossas ou espessas.

Fonte: adaptado física moderna¹¹

Uma lente é considerada delgada quando apresenta a espessura pequena, em comparação com os raios de curvatura das suas faces (Figura 1a). Em geral, as lentes delgadas são classificadas em convergentes ou divergentes, dependendo do desvio sofrido pelos raios luminosos que as atravessam (BARRETO, 2013). As imagens formadas pelas lentes podem ser classificadas como reais, que são formadas a partir do encontro real dos raios luminosos e virtuais, que são formadas pelo prolongamento dos raios luminosos, que usamos para construir as imagens, são representados por linhas tracejadas (BARRETO, 2013).

A lupa é um tipo de instrumento óptico de observação de pequenos objetos que utiliza uma lente convergente, fornecendo uma imagem virtual, direita e ampliada

¹¹ Disponível em: <http://fisicamoderna.blog.uol.com.br/arch2011-04-24_2011-04-30.html>. Acesso em: 21 set. 2016.

de um objeto real. A luz ao atravessar essa lente sofre desvio, mudando a velocidade de propagação, esse fenômeno recebe o nome de refração, (GUIMARÃES, 2013).

3 - PRÉ-RELATÓRIO

Para desenvolvermos o experimento, você deverá responder as questões:

- O que é uma lente?
- O que é uma lente delgada?
- O que é uma lente convergente? E uma lente divergente?
- Como podemos, observando a espessura de uma lente, saber se ela é convergente ou divergente?

4 - OBJETIVOS:

- Montagem de um projetor utilizando o telefone celular;
- Compreender a formação de imagens em lentes esféricas;
- Compreender a formação de imagens nos instrumentos ópticos – máquina fotográfica e olho humano.

5 - MATERIAIS UTILIZADOS:

- Telefone celular com tela grande;
- Lupa;
- Caixa de sapato – caso utilize uma lupa pequena, 1 caixa é suficiente, com uma lupa maior, 2 caixas. □ Tesoura;
- Apoio para o celular – sugestão: utilizar isopor para o apoio.
- Cola para isopor;
- Alfinete;
- Régua;
- Estilete;
- Tinta preta – opcional;
- Pincel;
- *Slide*;
- *Notebook*;
- *Datashow*;

6 - MONTAGEM

1. Caixa de sapato e lupa

O primeiro passo da montagem é abrir um buraco que seja do tamanho da lupa em um dos lados da caixa de sapato. Marque com uma caneta e recorte o papelão com um estilete ou uma tesoura. A dica aqui é criar uma abertura com o diâmetro que seja o mais próximo possível da circunferência da lente.

Em seguida, fixe a lupa nesse buraco da caixa(vide Figura 2). Dá para usar fita isolante ou, se preferir, cola quente para deixar o objeto bem preso ao papelão. A dica é deixar a lupa alinhada e perpendicular à base da caixa.



Figura 2 - Montagem da caixa para suporte da lupa.

Fonte: Do autor.

2. Suporte para o celular

Em seguida, precisamos criar um suporte para o aparelho. Para isso, corte um pedaço de isopor que será usado como uma base. A caixa do tamanho do celular servirá como um apoio para que ele não caia para frente ou para trás. Corte uma pequena parte na frente do papelão, o suficiente para mostrar apenas o *display*.

Agora, cole essa caixa no pedaço de isopor usando cola. Assim que você posicionar o conjunto, fure a caixa de sapato e o isopor para construir um mecanismo que pode ser controlado. Isso vai ser muito útil para ajustar o foco da imagem (vide Figura 3).



Figura 3 - Montagem do suporte para o celular com isopor.

Fonte: Do autor.

3. Opcionais

Algumas medidas adicionais podem fazer com que a qualidade final da imagem melhore um pouco, mas não são essenciais para que o projetor funcione. Uma delas é pintar todo o interior da caixa com tinta preta fosca para refletir o mínimo possível de luminosidade da tela (vide Figura 4). Outra dica é tampar todos os orifícios da caixa, evitando que a luz "escape" por esses buraquinhos. Para fazer isso, use fita isolante.



Figura 4 - Pintura do interior da caixa com tinta preta fosca.

Fonte: Do autor.

4. Teste do projetor

Para testar o projetor, encontre um ambiente que possa ficar completamente escuro e uma parede preferencialmente branca. Posicione a caixa, escolha o conteúdo a ser exibido e posicione o celular dentro do seu suporte.

Porém, um ponto essencial para que tudo funcione corretamente, é preciso colocar o aparelho de forma que o conteúdo exibido fique de ponta cabeça. Agora, apague as luzes, aumente o volume e aprecie o seu projetor.

PLANO DE AULA

–ESCOLA ESTADUAL SÃO SEBASTIÃO, CRUZÍLIA – MG –

PROFESSOR – Jean Louis Landim Vilela

EXPERIMENTO 3: Projetor de celular (projetor caseiro com celular).

1 – **TEMA:** Projetor de celular

2 – **JUSTIFICATIVA:** O estudo da óptica geométrica percorre um longo caminho na evolução do conhecimento científico, desde os gregos, passando pelas idéias de *Huygens* e *Newton* sobre a natureza da luz e culminando com a moderna teoria atômica e eletromagnética da matéria. A óptica também é um ramo da física com inúmeras aplicações tecnológicas e científicas em diversas áreas do conhecimento como a biologia, a astronomia, a medicina, a arte, a eletrônica, a química(KELLER, 1999).

3 – **OBJETIVOS GERAIS:**Estudar a formação de imagens através das lentes.

4- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:** compreender a formação de imagens em lentes esféricas; compreender a diferença de lentes convergentes e divergentes; compreender a formação de imagens nos instrumentos ópticos – máquina fotográfica e olho humano.

5 – **METODOLOGIA:** atividade experimental no laboratório com dialogo entre os alunos, utilização de materiais de fácil acesso para o experimento, *slide* para explicar o tema abordado (vide Figura 4) e vídeo —Projeto de celular (projeto caseiro com celular) (http://manualdomundo.com.br). Aula no laboratório de Ciências ou em local escuro, onde o aluno e o professor possam trabalhar em conjunto para o desenvolvimento do experimento.



Figura 4 - *Slide* utilizado para a apresentação do conteúdo.

6 – **RECURSOS:** laboratório de ciências, projetor de imagens, materiais de fácil acesso para o experimento.

7 – **AVALIAÇÃO:** questionário sobre o tema abordado.

SUGESTÕES DE AVALIAÇÕES: as avaliações podem ocorrer com um questionário após o desenvolvimento do experimento.

SUGESTÃO DE QUESTÕES

1 – Como ocorre a formação das imagens no olho humano?

2 – No projetor, por que o celular foi colocado de —cabeça para baixo?

3 – Existe alguma semelhança entre esse projetor e uma câmera fotográfica?

SUGESTÕES DE VÍDEO PARA A AULA:

http://manualdomundo.com.br – Projeto de celular (projeto caseiro com celular)

OUTROS EXPERIMENTOS RELACIONADOS COM O TEMA:

<http://www.tecmundo.com.br/area-42/80820-area-42-fazer-projetor-usando-caixasapato-lupa-celular.htm>

<http://aprendendofisica.net/rede/blog/roteiro-de-replicacao-do-projetor-de-celular2/comment-page-1/>

BIBLIOGRAFIA

- [1] BARRETO FILHO, Benigno – **Física aula por aula**: mecânica dos fluidos, termologia, óptica: 2º ano/ Benigno Barreto Filho, Claudio Xavier da Silva. – 2º Edição, 2013. Cap 15 – p. 261 – 283
- [2] GUIMARÃES, Osvaldo – **Física**/ Osvaldo Guimarães, José Roberto Piqueira, Wilson Carron. – 1ª Edição, 2013. Cap 9 – p. 258 – 274
- [3] JÚNIOR, Dulcidio Braz. “**Uma gota d’água é uma lente**”. Disponível em: <http://fisicamoderna.blog.uol.com.br/arch2011-04-24_2011-04-30.html>. Acesso em: 21 set. 2016.
- [4] KELLER, FREDERICK J.; GETTYS, W. EDWARD; SKOVE, MALCOLM J. **Física**. V. 2. São Paulo: Makron Books, 1999.
- [5] MANUAL DO MUNDO COMUNICAÇÃO. São Paulo. **Experimento**: Projetor caseiro com celular. Disponível em: <<http://www.manualdomundo.com.br/2013/05/projetor-caseiro-com-celular/>>. Acesso em: 10 jun. 2016.

ROTEIRO PARA O ALUNO**EXPERIMENTO 3: Projetor de celular (projetor caseiro com celular).****1. INTRODUÇÃO:**

A palavra —lente— nos faz lembrar os instrumentos para corrigir as anomalias da visão (óculos ou lentes de contato). Numa busca mais atenta, percebemos que as lentes também estão presentes em aparelhos como a luneta, o microscópio, a máquina fotográfica e os projetores, além de outros. Isso mostra que a utilização tecnológica das lentes é vasta. (BARRETO, 2013)

Os primeiros estudos da Óptica estavam relacionados aos espelhos e às lentes. Alguns séculos antes da Era Cristã, os chineses já dominavam a fabricação de vidro e moldavam lentes. (BARRETO, 2013)

2. Para o desenvolvimento do trabalho proposto algumas perguntas deverão ser respondidas:

- O que é uma lente?
- O que é uma lente delgada?
- O que é uma lente convergente? E uma lente divergente?
- Como podemos, observando a espessura de uma lente, saber se ela é convergente ou divergente?

3. OBJETIVO DO EXPERIMENTO: compreender a formação de imagens em lentes esféricas; compreender a diferença de lentes convergentes e divergentes; compreender a formação de imagens nos instrumentos ópticos – máquina fotográfica e olho humano.

4. MATERIAL A SER UTILIZADO NO EXPERIMENTO:

- Telefone celular com tela grande;
- Lupa;
- Caixa de sapato – caso utilize uma lupa pequena, 1 caixa é suficiente, com uma lupa maior, 2 caixas.
- Tesoura;
- Apoio para o celular – sugestão: utilizar isopor para o apoio.
- Cola para isopor;
- Alfinete;
- Régua;
- Estilete;
- Tinta preta – opcional;
- Pincel;

5. MONTAGEM DO EXPERIMENTO.

5.1 Caixa de sapato e lupa

O primeiro passo da montagem é abrir um buraco que seja do tamanho da lupa em um dos lados da caixa de sapato. Marque com uma caneta e recorte o papelão com um estilete ou uma tesoura. A dica aqui é criar uma abertura com o diâmetro que seja o mais próximo possível da circunferência da lente.

Em seguida, fixe a lupa nesse buraco da caixa(vide Figura 2). Dá para usar fita isolante ou, se preferir, cola quente para deixar o objeto bem preso ao papelão. A dica é deixar a lupa alinhada e perpendicular à base da caixa.



Figura 2 - Montagem da caixa para suporte da lupa. Fonte:
Do autor.

5.2 Suporte para o celular

Em seguida, precisamos criar um suporte para o aparelho. Para isso, corte um pedaço de isopor que será usado como uma base. A caixa do tamanho do celular servirá como um apoio para que ele não caia para frente ou para trás. Corte uma pequena parte na frente do papelão, o suficiente para mostrar apenas o *display*.

Agora, cole essa caixa no pedaço de isopor usando cola. Assim que você posicionar o conjunto, fure a caixa de sapato e o isopor para construir um mecanismo que pode ser controlado. Isso vai ser muito útil para ajustar o foco da imagem (vide Figura 3).



Figura 3 - Montagem do suporte para o celular com isopor. Fonte:
Do autor.

5.3 Opcionais

Algumas medidas adicionais podem fazer com que a qualidade final da imagem melhore um pouco, mas não são essenciais para que o projetor funcione. Uma delas é pintar todo o interior da caixa com tinta preta fosca para refletir o mínimo possível de luminosidade da tela. Outra dica é tampar todos os orifícios da caixa, evitando que a luz "escape" por esses buraquinhos. Para fazer isso, use fita isolante.



Figura 4 - Pintura do interior da caixa com tinta preta fosca.

Fonte: Do autor.

5.4 Teste do projetor

Para testar o projetor, encontre um ambiente que possa ficar completamente escuro e uma parede preferencialmente branca. Posicione a caixa, escolha o conteúdo a ser exibido e posicione o celular dentro do seu suporte.

Porém, um ponto essencial para que tudo funcione corretamente, é preciso colocar o aparelho de forma que o conteúdo exibido fique de ponta cabeça. Agora, apague as luzes, aumente o volume e aprecie o seu projetor.

6. ANÁLISE OU DISCUSSÃO DOS RESULTADOS: ao responder as questões a seguir, estaremos concluindo o experimento e conseqüentemente possíveis dúvidas que surgiram no decorrer do trabalho poderão ser sanadas.

1 – Como ocorre a formação das imagens no olho humano?

2 – No projetor, por que o celular foi colocado de —cabeça para baixoll?

3 – Existe alguma semelhança entre esse projetor e uma câmera fotográfica?

EXPERIMENTO 4: A luz que faz curva na água.

1 - INTRODUÇÃO:

O estudo da luz assumiu caráter científico no século XVII e progrediu rapidamente. Snell (1591-1626) descobriu a lei da refração na sua forma exata. Fermat (1601-1665) demonstrou que se podia deduzi-la a partir do princípio geral do caminho percorrido em tempo mínimo. Entretanto o trabalho mais importante dessa época seria a medição da velocidade da luz. A primeira tentativa foi feita por Galileu, mas não obteve êxito porque mediu o tempo de ida e volta da luz entre dois pontos cuja distância era somente algumas milhas. O primeiro valor foi obtido por Römer (1644-1710), em 1676, pelas observações dos tempos de início do eclipse lunar de Júpiter. Considerando a velocidade da luz finita, na posição em que a Terra está mais afastada de Júpiter, o início do eclipse lunar de Júpiter deve ser observado num tempo posterior ao valor calculado a partir do período de translação desse satélite. Por intermédio dessa observação, ele obteve $c = 2 \times 10^{10}$ cm/s. Bradley (1693-1762)

obteve, em 1728, um valor mais correto $c = 3,06 \times 10^{10}$ cm/s, observando a aberração (NETTO, 1999).

Entre outros, o fato de a velocidade da luz ser finita, levou Huygens a apresentar, já em 1678, a hipótese de que a luz era uma onda que se propagava num meio universal chamado éter. Newton também deixou muitos trabalhos sobre a luz. Um deles é a descoberta da variação do índice de refração com a cor, sugerida pela dispersão da luz natural nos prismas. Mas, como ele tinha uma opinião incorreta a respeito da variação do índice de refração com a matéria, concluiu que era impossível construir uma lente acromática, e foi levado à construção do telescópio refletivo. Embora Grimaldi (1618-1683) tenha observado o efeito difrativo da luz em 1666, Newton insistiu na hipótese corpuscular da luz, e diz-se que, por esse motivo, a óptica ficou atrasada quase um século (NETTO, 1999).

2 - A FÍSICA PRESENTE NO EXPERIMENTO:

Quando luz monocromática se propaga de um meio com menor índice de refração para um de maior índice de refração, não existe nenhuma restrição à ocorrência da refração (Figura 1). Para incidência normal, o raio refratado é perpendicular à interface dos dois meios (Figura 1a). Em incidência oblíqua ($i > 0^\circ$), o raio luminoso aproxima-se da normal, tendo-se $R < i$ (Figura 1b). Para valores crescentes do ângulo de incidência, verifica-se que, à medida que este se aproxima de 90° (incidência rasante), o ângulo refratado (R) tende para um valor máximo L , denominado **ângulo limite** (Figura 1c) (de Paiva, 2012).

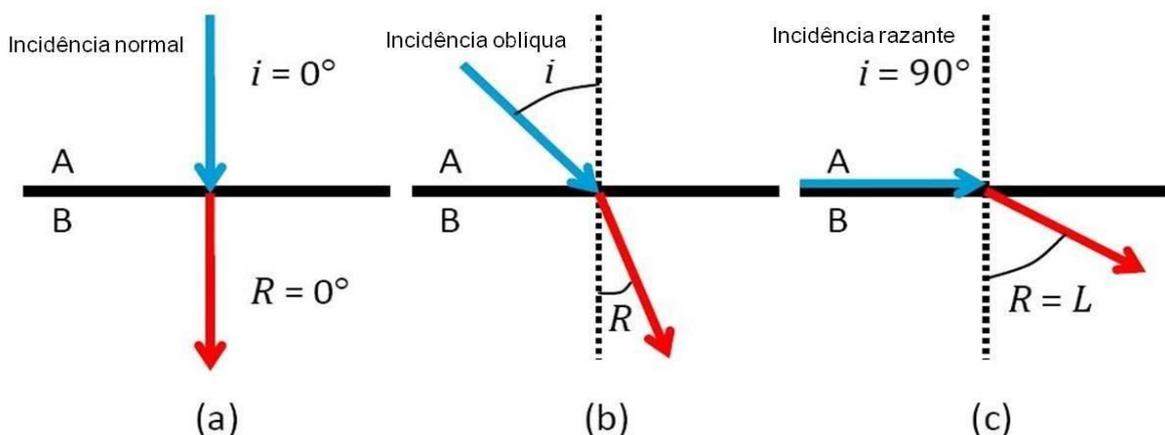


Figura 5 - Refração da luz na passagem de um meio com menor índice de refração para outro de maior índice de refração. Fonte: adaptado de wikiciencias¹²

Quando luz monocromática se propaga de um meio com maior índice de refração para outro de menor índice de refração, nem todo raio luminoso sofre refração. Esta situação corresponde à propagação da luz do meio B para o meio A ($n_a < n_b$). Em incidência normal (Figura 2a), continua a não haver desvio do raio refratado em relação ao incidente. Para incidência oblíqua (Figura 2b), contudo, o raio luminoso afasta-se da normal ($R > i$). Aumentando gradualmente o ângulo de incidência, o raio refratado aproxima-se da direção razante. Neste caso, a refração limite ocorre para um ângulo de incidência $i = L$ (Figura 2c), para o qual o ângulo de refração atinge o valor máximo de 90° (de Paiva, 2012).

No entanto, para este sentido de propagação, ou seja, do meio com maior índice de refração para o de menor, o ângulo de incidência pode ser maior que o ângulo limite. Quando isto ocorre, não há refração e a luz sofre o fenômeno de reflexão total (Figura 2d) (de Paiva, 2012).

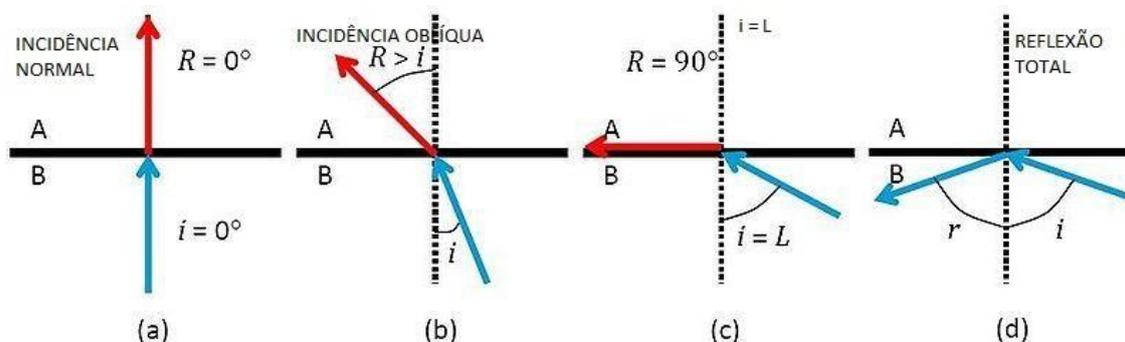


Figura 2 - Refração da luz na passagem de um meio com maior índice de refração para outro de menor índice de refração. Fonte: adaptado de wikiciencias¹³

- Assim, para haver reflexão total, são necessárias duas condições: 1^a
 Sentido de propagação da luz: do meio com maior índice de refração para o de menor.
 2^a Ângulo de incidência maior que o ângulo limite: $i > L$ (de Paiva, 2012).

¹² Disponível

em: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php/Reflex%C3%A3o_total_da_luz>. Acesso em: 22 set. 2016.

¹³ Disponível

em: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php/Reflex%C3%A3o_total_da_luz>. Acesso em: 22 set. 2016.

3 - PRÉ-RELATÓRIO

Para desenvolvermos o experimento, você deverá responder as questões:

- O que é reflexão da luz?
- O que é refração da luz?
- O que é índice de refração?
- Qual é a Lei de Snell?

4 - OBJETIVOS:

- Compreensão a respeito da Reflexão Total da Luz.
- Introduzir o conceito de ângulo limite.
- Lembrar os conceitos de reflexão e refração da luz.

5 - MATERIAIS UTILIZADOS:

- Laser;
- Garrafa pet;
- Canudo;
- Cola quente;
- Tesoura;
- Régua;
- *Notebook*;
- *Datashow*;
- Vídeo demonstrando o experimento;

6 - MONTAGEM

Na garrafa pet fazer um furo que tenha o mesmo diâmetro do canudo, esse furo pode ser feito com a pistola da cola quente, o furo deverá ser feito na parte de baixo da garrafa, com 8 cm de altura (Figura 3a). Após o furo, cortar o canudo com aproximadamente 5 cm de comprimento. Esse canudo deverá ser colado no furo que você fez na garrafa – detalhe: o canudo deverá ficar todo para fora da garrafa, não deixar nenhuma pontinha para dentro. Usar a cola quente para essa colagem.

O próximo passo é encher a garrafa com água e a fazer fluir pelo bico do canudo que já está colado. A água ao passar pelo canudo irá fazer uma curva (Figura 3b). O próximo passo é apagar as luzes ou fazer num local escuro e jogar o laser dentro do fluxo de água, o laser pode ser direcionado na parte de trás da garrafa

seguindo a mesma direção do canudo, de modo que a luz possa acompanhar a água que estará jorrando.

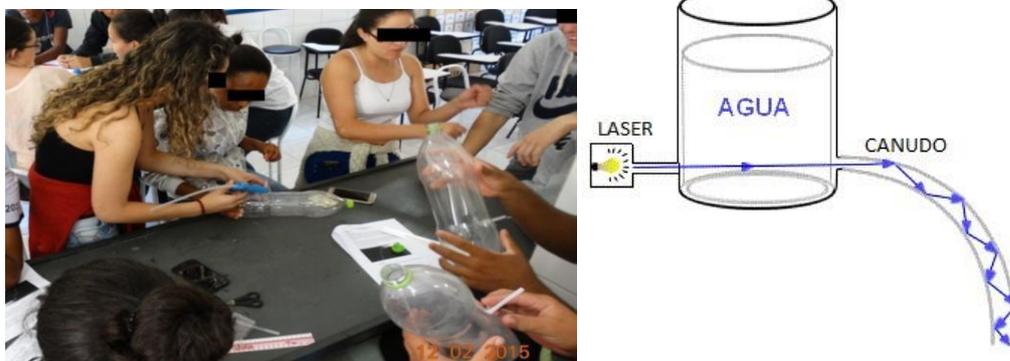


Figura 3. (a) Garrafa pet com canudo colado; (b) Esquema de montagem e funcionamento do Experimento. Fonte: adaptado de yio¹⁴

PLANO DE AULA

–ESCOLA ESTADUAL SÃO SEBASTIÃO, CRUZÍLIA – MG –

PROFESSOR – Jean Louis Landim Vilela

EXPERIMENTO 4: A luz que faz curva na água.

1 – **TEMA:** ÓPTICA GEOMÉTRICA – REFLEXÃO TOTAL DA LUZ.

2 – **JUSTIFICATIVA:** O estudo da óptica geométrica percorre um longo caminho na evolução do conhecimento científico, desde os gregos, passando pelas idéias de *Huygens* e *Newton* sobre a natureza da luz e culminando com a moderna teoria atômica e eletromagnética da matéria. A óptica também é um ramo da física com inúmeras aplicações tecnológicas e científicas em diversas áreas do conhecimento como a biologia, a astronomia, a medicina, a arte, a eletrônica, a química (KELLER, 1999).

3 – **OBJETIVOS GERAIS:** apresentar o fenômeno da reflexão total, as condições para a sua ocorrência e demonstrá-lo através de uma experiência simples.

¹⁴ Disponível em: < <http://www.yio.com.ar/fo/historia.HTML> >. Acesso em: 21 set. 2016.

4- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:** compreender o fenômeno da reflexão total da luz através de um simples experimento, introduzir o conceito de ângulo limite, relembrar os conceitos de reflexão e refração da luz.

5 – **METODOLOGIA:** atividade experimental no laboratório com dialogo entre os alunos, utilização de materiais de baixo custo para o experimento, slide para explicar o tema abordado, celular para pesquisa na internet ou livro didático como fonte de pesquisa.

6 – **RECURSOS:** laboratório de ciências, projetor de imagens, materiais de baixo custo para os experimentos, celular.

7 – **AVALIAÇÃO:** questionário sobre o tema abordado.

SUGESTÕES DE AVALIAÇÕES: as avaliações podem ocorrer com questionário, após o desenvolvimento do experimento.

SUGESTÃO DE QUESTÕES

- 1 – Como se denomina o fenômeno ocorrido com a luz ao passar pela água?
- 2 – O que é ângulo limite de incidência?
- 3 – No cotidiano, onde encontramos fenômenos como o descrito na questão 1?

SUGESTÕES DE VÍDEO PARA A AULA: <http://manualdomundo.com.br>

– A luz que faz curva na água.

OUTROS EXPERIMENTOS RELACIONADOS COM O TEMA:

<http://www.seara.ufc.br/sugestoes/fisica/oti14.htm>

<http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/opt09.htm>

<http://www.fisicareal.com/reflexTot.html>

BIBLIOGRAFIA:

- [1] de Paiva, R. (2012), **WikiCiências**. —Reflexão total da luz. Disponível em: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php/Reflex%C3%A3o_total_da_luz>. Acesso em: 22 set. 2.016.
- [2] KELLER, FREDERICK J.; GETTYS, W. EDWARD; SKOVE, MALCOLM J. **Física**. V. 2. São Paulo: Makron Books, 1999.
- [3] MANUAL DO MUNDO COMUNICAÇÃO. São Paulo. **Experimento**: A luz que faz curva. Disponível em: <<http://www.manualdomundo.com.br/2012/11/a-luz-que-fazcurva/>> Acesso em: 10 jun. 2.016.
- [4] NETTO, Luiz Ferraz. “**Pequeno histórico da óptica**”. Disponível em: <http://www.feiradeciencias.com.br/sala09/09_PHO.asp> Acesso em: 06 dez. 2.015.
- [5] Schnitzler, Sergio. “**Fibras ópticas**”. Disponível em: <<http://www.yio.com.ar/fo/historia.HTML>> Acesso em: 21 set. 2016.

ROTEIRO PARA O ALUNO

EXPERIMENTO 4: A luz que faz curva na água.

1. INTRODUÇÃO:

O estudo da luz assumiu caráter científico no século XVII e progrediu rapidamente. Snell (1591-1626) descobriu a lei da refração na sua forma exata. Fermat (1601-1665) demonstrou que se podia deduzi-la a partir do princípio geral do caminho percorrido em tempo mínimo. Entretanto o trabalho mais importante dessa época seria a medição da velocidade da luz. A primeira tentativa foi feita por Galileu, mas não obteve êxito porque mediu o tempo de ida e volta da luz entre dois pontos cuja distância era somente algumas milhas. O primeiro valor foi obtido por Römer (1644-1710), em 1676, pelas observações dos tempos de início do eclipse lunar de Júpiter. Considerando a velocidade da luz finita, na posição em que a Terra está mais afastada de Júpiter, o início do eclipse lunar de Júpiter deve ser observado num tempo posterior ao valor calculado a partir do período de translação desse satélite. Por intermédio dessa observação, ele obteve $c = 2 \times 10^{10}$ cm/s. Bradley (1693-1762) obteve, em 1728, um valor mais correto $c = 3,06 \times 10^{10}$ cm/s observando a aberração (NETTO, 1999).

Entre outros, o fato de a velocidade da luz ser finita, levou Huygens a apresentar, já em 1678, a hipótese de que a luz era uma onda que se propagava num meio universal chamado éter. Newton também deixou muitos trabalhos sobre a luz. Um deles é a descoberta da variação do índice de refração com a cor, sugerida pela dispersão da luz natural nos prismas. Mas, como ele tinha uma opinião incorreta a respeito da variação do índice de refração com a matéria, concluiu que era impossível construir uma lente acromática, e foi levado à construção do telescópio refletivo. Embora Grimaldi (1618-1683) tenha observado o efeito difrativo da luz em 1666, Newton insistiu na hipótese corpuscular da luz, e diz-se que, por esse motivo, a óptica ficou atrasada quase um século (NETTO, 1999).

2. Para o desenvolvimento do trabalho proposto algumas perguntas deverão ser respondidas:

- O que é reflexão da luz?

- O que é refração da luz?

- O que é índice de refração?

- Qual é a Lei de Snell?

3. OBJETIVO DO EXPERIMENTO: compreender o fenômeno da reflexão total da luz através de um simples experimento, introduzir o conceito de ângulo limite, relembrar os conceitos de reflexão e refração da luz.

4. MATERIAL A SER UTILIZADO NO EXPERIMENTO:

- Laser;
- Garrafa pet;
- Canudo;
- Cola quente;
- Tesoura;
- Régua;

5. MONTAGEM DO EXPERIMENTO:

Na garrafa pet fazer um furo que tenha o mesmo diâmetro do canudo, esse furo pode ser feito com a pistola da cola quente, o furo deverá ser feito na parte de baixo da garrafa, com 8 cm de altura (Figura 1a). Após o furo, cortar o canudo com aproximadamente 5 cm de comprimento. Esse canudo deverá ser colado no furo que você fez na garrafa – detalhe: o canudo deverá ficar todo para fora da garrafa, não deixar nenhuma pontinha para dentro. Usar a cola quente para essa colagem.

O próximo passo é encher a garrafa com água e a fazer fluir pelo bico do canudo que já está colado. A água ao passar pelo canudo irá fazer uma curva (Figura 1b). O próximo passo é apagar as luzes ou fazer num local escuro e jogar o laser dentro do fluxo de água, o laser pode ser direcionado na parte de trás da garrafa seguindo a mesma direção do canudo, de modo que a luz possa acompanhar a água que estará jorrando.

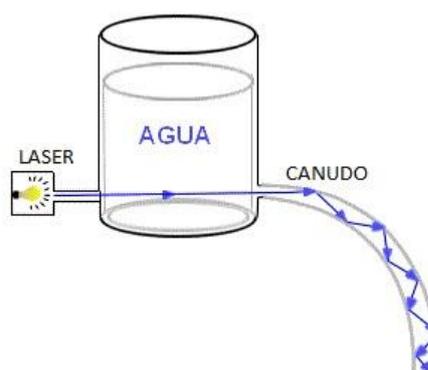


Figura 1 - (a) Garrafa pet com canudo colado; (b) Esquema de montagem e funcionamento do Experimento. Fonte: adaptado de yio¹⁵

6. ANÁLISE OU DISCUSSÃO DOS RESULTADOS: ao responder as questões a seguir, estaremos concluindo o experimento e conseqüentemente possíveis dúvidas que surgiram no decorrer do trabalho poderão ser sanadas.

- 1 – Como se denomina o fenômeno ocorrido com a luz ao passar pela água?
- 2 – O que é ângulo limite de incidência?
- 3 – No cotidiano, onde encontramos fenômenos como o descrito na questão 1?

¹⁵ Disponível em: < <http://www.yio.com.ar/fo/historia.HTML> >. Acesso em: 21 set. 2016.

APÊNDICE C Pré-teste dos Experimentos:

PRÉ-RELATÓRIO DO EXPERIMENTO 1.

Para desenvolvermos o experimento, você deverá responder as questões:

- Qual a cor da luz?
- Em quantas cores a luz se decompõe?
- O que é refração da luz?

PRÉ-RELATÓRIO DO EXPERIMENTO 2.

Para desenvolvermos o experimento, você deverá responder as questões:

- O que é um espelho plano?
- Como são feitos os espelhos planos?
- O que é uma imagem real e uma imagem virtual?
- Qual a diferença entre reflexão especular e reflexão difusa?

PRÉ-RELATÓRIO DO EXPERIMENTO 3.

Para desenvolvermos o experimento, você deverá responder as questões:

- O que é uma lente?
- O que é uma lente delgada?
- O que é uma lente convergente? E uma lente divergente?
- Como podemos, observando a espessura de uma lente, saber se ela é convergente ou divergente?

PRÉ-RELATÓRIO DO EXPERIMENTO 4.

Para desenvolvermos o experimento, você deverá responder as questões:

- O que é reflexão da luz?
- O que é refração da luz?
- O que é índice de refração?
- Qual é a Lei de Snell?

-

APÊNDICE D QUESTIONÁRIO 2

Questionário proposto aos alunos ao final dos quatro Experimentos.

QUESTIONÁRIO DE FÍSICA

1) QUAL O SIGNIFICADO DA PALAVRA LUZ?

2) QUAL A COR DA LUZ?

3) EM QUANTAS CORES A LUZ SE DECOMPÕEM?

4) O QUE É UM ESPELHO PLANO?

5) O QUE SIGNIFICA DIZER QUE —A LUZ REFLETIUII?

6) QUAL A PRINCIPAL FUNÇÃO DE UMA LUPA?

7) O QUE VOCÊ ENTENDE POR FIBRA ÓPTICA?

8) O QUE VOCÊ ENTENDE POR MIRAGEM?

APÊNDICE E ATIVIDADE AVALIATIVA

QUESTÕES SOBRE ESPELHOS PLANOS

NOME: _____ DATA: ___/___/___

1) KLAUSS, um lindo menininho de 7 anos, ficou desconsertado quando ao chegar em frente ao espelho de seu armário, vestindo uma blusa onde havia seu nome escrito, viu a seguinte imagem do seu nome: a) K L A U S S

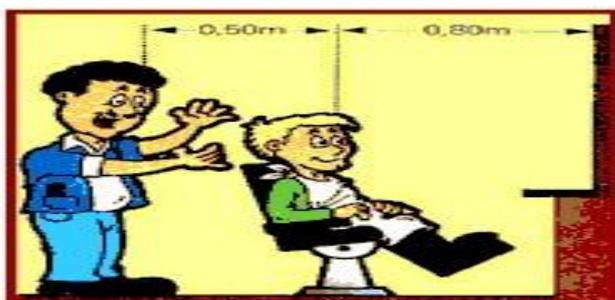
b) XIAUSS

c) KTWUSS

d) 22UAIK

e) n.d.a

2) Sentado na cadeira da barbearia, um rapaz olha no espelho a imagem do barbeiro, em pé atrás dele. As dimensões relevantes são dadas na figura. A que distância (horizontal) dos olhos do rapaz fica a imagem do barbeiro?



a) 0,50m

-
- b) 0,80m
 - c) 1,3m
 - d) 1,6m
 - e) 2,1m

3) Quanto a um espelho plano, qual o tipo de imagem que ele forma, real ou virtual?

4) Indique o número de imagens formadas quando associamos dois espelhos planos das seguintes maneiras: a) associação em paralelo

b) associação angular, cujo ângulo formado entre eles é de 60°

Lembre-se: $n = \frac{360}{\theta} - 1$