

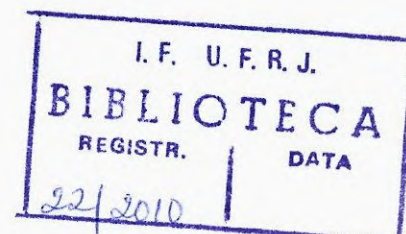
Paulo Vieira de Moraes Junior

“Pensando o Ensino de Física a partir de experimentos de baixo custo aplicados em sala de aula”

Orientadora: Ligia de Farias Moreira

22/2010

Junho/ 2010



***“Ninguém educa ninguém,
Ninguém se educa a si mesmo,
os homens se educam entre si,
mediatizados pelo mundo.”***

(Paulo Freire)

Dedicatória

Dedico este trabalho primeiramente aos meus alunos, e que como educador eu possa ser um referencial em suas vidas acadêmicas. Dedico também aos colegas professores. Que não lhes falte a esperança, perseverança e dedicação tão necessárias nesta difícil arte de educar num momento em que a profissão está tão desvalorizada.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade de estar hoje podendo fazer esses agradecimentos.

À minha família, em especial a minha esposa, sempre cúmplice e companheira por ter contribuído de forma especial para minha formação.

Aos meus colegas do Instituto de Física da UFRJ, por terem me acompanhado nos momentos mais difíceis da graduação.

Aos professores do Instituto de Física da UFRJ que tive oportunidade de ter aula, pois alguns serão tomados por mim como referência para o ensino de física.

Faço um agradecimento especial à minha professora orientadora Lígia de Farias Moreira por ter sido meu incentivo profissional, contribuindo imensamente para a minha formação acadêmica.

Resumo

Com a preocupação de contribuir para minimizar as dificuldades encontradas pelos alunos e professores no ensino e na aprendizagem da Física, este estudo tem como objetivo analisar a influência do uso de um laboratório alternativo com materiais de baixo custo nos ensinamentos fundamental e médio.

Visando identificar esta influência na aprendizagem dos alunos, o presente trabalho consiste primeiramente em levantamento bibliográfico, para uma reflexão crítica da temática, num segundo momento, a aplicação de aulas baseadas em experimentos de baixo custo, com questionários aos alunos para avaliação da interpretação do fenômeno explicado em sala de aula, para posterior apresentação e análise dos dados obtidos. Entende-se que a exposição das problemáticas da vida cotidiana em sala de aula, a partir do ponto de vista destes sujeitos, é de extrema importância para a discussão do tema, uma vez que não há soluções prontas a serem aplicadas no dia a dia. Elas só surgem a partir de uma construção coletiva, embasada na teoria e na experiência pessoal e prática destes. Num outro momento, após o preenchimento do questionário, os alunos participarão de uma mostra de experimentos feitos com material de baixo custo, seguidos da explicação dos fenômenos envolvidos e de exemplos de aplicação no seu dia a dia. Ao final da apresentação, será verificado se o uso de experimentos auxilia na compreensão dos fenômenos físicos, a partir das notas ao final do segundo semestre e da avaliação da equipe pedagógica.

A pesquisa foi realizada num colégio particular, situado num bairro de classe média da Zona Norte, onde 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.

O trabalho foi desenvolvido ao longo do segundo semestre do ano de 2009 e foi direcionado para 02 turmas do 9º ano, do Ensino Fundamental. Na primeira foi utilizada a metodologia tradicional de ensino, baseando-se apenas na exposição do conteúdo, sem envolver os alunos na construção deste conhecimento. Na segunda turma, de acordo com o conteúdo programático, em anexo, para cada tópico foi aplicada uma experiência, visando alcançar os objetivos do conteúdo proposto pela escola, e em seguida os alunos se reuniram em grupos para preenchimento de um questionário relacionado aos experimentos, a partir do qual foi possível avaliar qualitativamente a compreensão destes alunos sobre a matéria.

Sumário

I - Introdução.....	01
1.1 – Fundamentos Teóricos e Pedagógicos.....	01
1.2 – Objetivos.....	10
II – Capítulo 1: Metodologia.....	11
2.1 – Referencial Teórico: Trabalhos em grupos.....	11
2.2 – Metodologia Aplicada.....	14
2.3 – Material.....	16
2.4 – Conteúdo das aulas ministradas.....	16
III – Capítulo 2: Primeira Aula.....	19
3.1 – Experimentos.....	19
3.2 – Questionário.....	27
3.3 – Comentários.....	28
IV – Capítulo 3: Segunda Aula.....	30
4.1 – Experimentos.....	31
4.2 – Questionário.....	36
4.3 – Comentários.....	37
V – Capítulo 4: Terceira Aula.....	38
5.1 – Experimentos.....	41
5.2 – Questionário.....	46
5.3 – Comentários.....	46
VI – Capítulo 5: Quarta Aula.....	48
6.1 – Experimentos.....	49
6.2 – Questionário.....	54
6.3 – Comentários.....	55
VII – Capítulo 6: Analisando os resultados.....	56
7.1 - Resultado e Análise dos Resultados.....	56
7.2 – Questionário Qualitativo	58
7.3 – Análise das respostas dos questionários.....	59
VII – Considerações Finais.....	62
Referências Bibliográficas.....	64
Anexos.....	66

I - INTRODUÇÃO

A Educação tem ocupado um lugar de destaque ao longo do processo de expansão da sociedade capitalista, sobretudo, se tomarmos as rápidas transformações tecnológicas, científicas, econômicas, sociais, políticas e culturais. Vive-se um momento histórico intensamente marcado pela internacionalização da globalização e da tecnologia, ocorrendo um processo de universalização da cultura, dos produtos, das trocas, dos custos e do capital, caracterizado por um imenso aumento da capacidade de se obter informação. Assim, é necessária a compreensão da Educação como uma instância dialética, com forte dimensão histórica e política, onde os condicionantes e determinantes histórico-sociais devem ser reconhecidos. A elaboração do presente trabalho, no que tange à discussão pedagógica, foi baseada prioritariamente nas teorias de Paulo Freire, Lev Vygotsky, Jean Piaget e ainda em autores que sistematizaram tais teorias, conforme citados nas referências bibliográficas. Apresenta-se ainda como eixos norteadores a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) e os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, referentes às Ciências Naturais e Matemática.

1.1 Fundamentos Teóricos e Pedagógicos:

Desta forma, propomos compreender a Educação dentro de seus condicionantes e agir estrategicamente para sua transformação, utilizando-se das próprias contradições da sociedade para trabalhar de forma realista e crítica. Nesta perspectiva, se reconhece a participação ativa dos sujeitos na construção do conhecimento, pois quem aprende participa ativamente da aquisição e da expressão do saber, opondo-se à perspectiva do sistema educacional tradicional, intitulado por Paulo Freire como “educação bancária”, em que o professor é sujeito e os alunos “objetos” onde se depositam os conteúdos e as informações prontas, concebidas sem nenhuma reflexão crítica.

Compreendendo a complexidade da presente temática, especialmente no que se refere ao processo ensino-aprendizagem, a proposta do presente trabalho é refletir acerca do ensino de Física no Ensino Médio, bem como as ações pedagógicas utilizadas em sala de aula, identificando os limites e desafios acerca do aprendizado e do real interesse do aluno pela matéria. Será ressaltada a necessidade de se produzir um conhecimento efetivo, de significado próprio, não somente propedêutico. Referenda-se uma visão do Ensino Médio de caráter ampliado, de forma que os aspectos e conteúdos tecnológicos associados ao

aprendizado científico e matemático sejam parte essencial da formação cidadã, envolvendo de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo.

Um dos pontos de partida para esse processo é tratar como conteúdo do aprendizado matemático, científico e tecnológico, elementos do domínio vivencial dos educandos, da escola e de sua comunidade imediata. Isso não deve delimitar o alcance do conhecimento tratado, mas sim dar significado ao aprendizado, desde seu início, “garantindo um diálogo efetivo, possibilitando uma discussão crítica e consciente.” (Freire, 1969).

A era da globalização trouxe consigo um fluxo intenso de informações, valores e vivências que percorrem o globo terrestre em segundos interagindo e tornando cada vez mais complexa a compreensão do mundo que nos cerca. Conceitos antes absolutos estão expostos a um processo de descobertas em que todo conhecimento já nasce com prazo para expirar e é reinterpretado, reinventado ou descartado numa velocidade inédita. O mundo conectado pelas redes de comunicação abre novas formas de interação e acesso ao conhecimento, afetando diretamente as relações entre alunos e professores nos dias de hoje.

É nessa teia interativa que está imerso o aluno que o professor encontra cotidianamente na sala de aula. Aquele que não é mais um “aluno figurante”, que apenas escutava e costumava aceitar como verdades irrevogáveis aquilo que o professor, o grande protagonista da história, explicava de forma linear. O aluno é hoje um aprendiz atingido diariamente por um contínuo de diversificado fluxo de informações, a partir das quais também constitui seus conhecimentos e valores. Ele ouve, assiste, lê e interage, opinando e, inclusive, escolhendo o conteúdo que quer conhecer.

O professor, além de trabalhar junto aos alunos, também deve estar atento à importância de se trabalhar com outros professores, pensando junto, partilhando diferentes práticas e trocando experiências. O professor deve ter em mente que todos participam da produção do conhecimento na escola, inclusive os alunos. Nesse cenário de mudanças, portanto, interagir com outros olhares torna-se fundamental.

Se o conhecimento não depende mais exclusivamente do professor diante das mais variadas e rápidas formas de acesso à informação, a única conclusão imediata é que não é mais possível continuar a seguir modelos antigos e fechados, alijados da realidade presente.

A transformação que se desenvolve na sociedade redefine também as relações que se passam na escola. As novas tecnologias modificaram as maneiras de passar informações, de produzir e divulgar o conhecimento, de se apropriar dele. Pluralidade, diversidade, simultaneidade, instantaneidade e efemeridade são marcas dos modos contemporâneos de viver. Essas marcas, intrínsecas a todas as práticas, afetam os modos de ensinar e aprender dentro e fora da instituição escolar. Afeta profundamente os modos de professores e alunos lidarem com o conhecimento. O acesso à informação na sociedade hoje tem fontes múltiplas, é concomitante, contínuo, interativo, veloz e sofre cruzamentos e interferências de todos os lados, expondo o indivíduo, seja criança, adolescente ou adulto, a uma reformulação permanente de suas idéias e conceitos. Não é mais possível, por exemplo, supor conceitos permanentes, imunes às descobertas científicas ou à relativização frente às várias interpretações disponíveis na rede. Mesmo quando não tem a consciência de que o conhecimento é algo construído continuamente e que depende de suas buscas e descobertas, o aluno já se relaciona com a informação sob uma nova perspectiva, a da participação. As inúmeras possibilidades que permitem ao aluno buscar suas próprias informações, exigem uma nova didática. A sala de aula que dialoga com esse novo cenário é interativa, aberta à participação, a reflexões coletivas; um espaço onde um tema é apenas um ponto de partida que pode levar a várias descobertas em diversos campos de conhecimento; um ambiente onde o aluno encontra terreno fértil para explorar novas informações, assim como na grande rede.

No cenário atual, não existe mais um professor ensinando sozinho, mas diversas fontes de conhecimento que convidam o indivíduo a participar, sendo ele mesmo um provedor de conteúdo. É por isso que uma reformulação na relação de ensino-aprendizagem é fundamental, pois tal processo se baseia na repetição mecânica de conhecimentos ou, em termos mais práticos, na conhecida decoreba. Uma sala de aula passiva, nos moldes do século XX, fica cada vez mais desinteressante, pois se distancia da forma de aprendizagem interativa que já se tornou parte da vida do aluno.

Para estar em sintonia com as mudanças na sociedade, a escola precisa reconhecer que dispõe de novos aliados no processo pedagógico. Os diferentes recursos com os quais os

alunos interagem diariamente são os mesmos que podem tornar a sala de aula um ambiente mais aberto e interativo. Tais recursos, no entanto, não devem ser utilizados por si só, sem enxergar as novas relações propostas é um esforço em vão, uma vez que é necessário que seja aberto um espaço à reflexão e às opiniões dos alunos. Opondo-se a uma sala de aula em que as relações ainda são de hierarquia e repetição de conhecimentos.

O educador integrado ao seu tempo deixou de ser um simples transmissor para ser um mediador, um parceiro do aluno na interpretação crítica da enxurrada de informações que este recebe dia a dia. Na sociedade da informação, gerenciar o volume incalculável de dados se tornou essencial para compreender o mundo. É papel da escola ajudar o aluno a filtrar essas informações desconexas, a contextualizá-las e a interpretá-las, transformando-as, de fato, em conhecimento para a vida. Ou seja, o conhecimento continua a ser a matéria prima do professor, que tem a função de estimular a capacidade crítica do aluno e prepará-lo para dialogar com essa realidade na qual está inserido.

O professor deve ser um provocador do conhecimento e da crítica, para que o aluno veja que o saber é constituído e não recebido como um pacote pronto e acabado. Um dos maiores valores que esse professor pode trazer à escola é o de ser um questionador, que não aceita verdades absolutas e parte, junto ao aluno, em busca de respostas, sendo capaz de trocar e ver-se também no papel de aprendiz.

Essa parceria e espaço de troca se fazem essenciais. Trabalhar em grupo de forma cooperativa e explorar o diálogo enriquece a aprendizagem, baseada numa troca de informações em que inclusive o professor amplia seus conhecimentos com as perspectivas apresentadas pelos alunos. As experiências deles também são um rico recurso para a escola. Por isso, é preciso que o professor não leve um conteúdo pronto para a sala de aula, mas que produza o conhecimento na interação com seus alunos. Substitui-se, assim, a monotonia da 'decoreba' pelo prazer da descoberta, do desafio, com crianças e adolescentes capazes de interpretar o conhecimento, em vez de simplesmente aceitá-lo. Assim, a aprendizagem deixa de ser maçante para ser um ato de curiosidade, de ação, onde o aluno deve ser constantemente provocado a buscar mais, encontrando soluções nos diversos campos do conhecimento, contrapondo-se às conhecidas "verdades únicas" e entendendo que a educação é ofício de transformação e não de cristalização de conhecimentos e valores.

Neste contexto é fundamental se pensar também nos conteúdos curriculares, que devem estar articulados à vivência dos alunos, ao tipo de situações, dúvidas e aspirações que *eles experimentam em seu cotidiano*. Daí a necessidade de o educador se inteirar da realidade social dos estudantes, aliando o conhecimento da sala de aula aos fatos que têm importância para eles, de forma a incentivar a reflexão.

A atenção à realidade social do aluno faz ainda parte de um traço mais amplo da conduta da escola do século XXI: o acolhimento. Acolher os estudantes em sua diversidade, respeitando a identidade e as habilidades de cada um devem fazer parte do perfil da escola atual. É necessário que os educadores acreditem na capacidade de todos os seus alunos, independentemente de seu comportamento e de seu histórico. Considerando que não existem relações ideais e que uma turma configura-se pela diversidade, é preciso desmanchar as fantasias e jogar fora os rótulos, procurando lidar com as situações reais da melhor forma possível.

Respeitar a identidade não significa apenas livrar-se de preconceitos raciais ou religiosos. A sala de aula que acolhe a diversidade é aquela que luta contra todo tipo de discriminação, incluindo um esforço contra a cristalização de impressões sobre os alunos, que muitas vezes negligencia os rotulados como “atrasados” ou “desinteressados”, que ficam segregados no fundo da sala. Esses alunos são, em geral, aqueles que precisam de melhor avaliação do professor, no sentido de encontrar uma estratégia que os estimule à aprendizagem.

É necessário entender que cada criança, jovem ou adulto percorrerá seus próprios caminhos para compreender o que lhe é transmitido. O professor deve, então, partir do princípio de que todos têm seu potencial e que são capazes de aprender, detectando assim, as estratégias para cada caso, respeitando os diferentes ritmos de aprendizagem. Em vez de basear seu trabalho num único caminho, ele deve oferecer oportunidades e atividades que levem em conta o perfil de cada um ou cada grupo. Dessa forma, o educador evita que ele mesmo construa a barreira que impedirá o acesso ao conhecimento, já que atividades que os alunos não são capazes de acompanhar promovem o desinteresse, a dispersão e, sobretudo, não resultam em aprendizagem.

A avaliação diagnóstica é um instrumento valioso para o professor para este trabalho diversificado. Com ela o educador pode analisar o que o aluno já sabe, o que ele faz sozinho

e o que faz com a ajuda de um colega de classe ou do professor. A partir dessa avaliação, será possível definir as estratégias para lidar com o grupo. Outra ferramenta importante para o professor é o planejamento, o qual não deve ser encarado como um produto acabado. O planejamento precisa estar sempre aberto para incorporar novos elementos, ao diálogo para ser alvo de questionamento e reflexão. Precisa estar aberto à influência de outros professores, dos alunos e das demandas sociais. O registro e a avaliação também precisam ser recuperados na prática do professor. Além disso, é muito importante que ele dê publicidade às suas práticas para ampliar os canais de divulgação e troca. Isso é fundamental para fomentar novas idéias. Apesar de necessário, transformar a relação com o aluno e deste com o conhecimento frente às demandas da contemporaneidade não é tarefa fácil.

Um aspecto de extrema relevância a ser discutido é a inaceitável dicotomia existente entre a formação do professor e sua ação pedagógica em sala de aula, configurando um grande abismo entre teoria e prática. O ensino superior precisa formar um educador alinhado ao seu tempo, com um olhar crítico sobre as potencialidades da mídia e as novas nuances da aprendizagem.

Verifica-se uma falta de sintonia latente entre a formação do professor e as exigências encontradas no cotidiano escolar. Considerando a grade curricular do curso de Licenciatura em Física das principais universidades onde o curso é oferecido, observa-se a ineficácia e insuficiência das disciplinas pedagógicas, que se apresentam muito descoladas da prática, em detrimento das matérias específicas, com cálculos avançados, que ficam muito distantes do dia a dia do educador em sala de aula, embora estes alunos cumpram um período determinado de estágio curricular. O curso tende a preparar os alunos prioritariamente para a área da pesquisa, deixando várias lacunas na sua formação pedagógica.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, que foram distribuídos nas escolas brasileiras em 2002, também destacam como prioridade a incorporação do entendimento das tendências apontadas para o século XXI. Nestas verifica-se a crescente presença da ciência e da tecnologia nas atividades produtivas e nas relações sociais, estando o conhecimento rapidamente superado e necessitando, portanto, de atualização constante, apresentando novas exigências para a formação do cidadão, entendendo o rompimento de fronteiras, com novas formas de socialização.

Mesmo com estas preocupações já enfatizadas em documentos oficiais, muitas escolas não realizam mudanças fundamentais em sua estrutura de ensino. Ficam limitadas a antigos conceitos, com uma estrutura mais rígida de ensino. Assim, as instituições responsáveis pela formação destes professores, também estão desatualizadas. Estes profissionais tiveram cerca de 10 anos de ensino tradicional, compreendendo os Ensinos Fundamental e Médio, e cerca de mais 4 anos no Ensino Superior, com o mesmo formato dos anos anteriores. Dessa maneira, mesmo que documentos oficiais apontem para as questões da contemporaneidade, muito pouco é discutido nas Instituições formadoras. Há um descompasso entre formadores, professores e sociedade.

Na formação específica dos professores de Física, tanto a inicial quanto a continuada, vários são os aspectos a serem levados em consideração. Primeiramente, é importante se considerar um aprofundamento disciplinar, onde não há dúvidas de que todo professor deve dominar bem o conteúdo a ser ensinado, nos seus aspectos específicos e suas metodologias. Enfoca-se um aprofundamento "verticalizado", com as relações existentes entre os diferentes temas a serem tratados. O professor tem que estar sintonizado com a contemporaneidade, atualizando-se constantemente.

Outro importante aspecto a ser considerado é a abrangência interdisciplinar, pois a construção do conhecimento científico é fundamentalmente disciplinar, com aprofundamentos nas diferentes áreas. Mas o mundo ao redor deve ser olhado como um todo, com explicações dadas pelas diferentes disciplinas. Qualquer exemplo que se tome da natureza, deve ser encarado de uma forma mais abrangente. Os conhecimentos disciplinares interagem, organizando o todo. Isso reforça a idéia de que um professor de uma área específica tem também que se introduzir em outras áreas e trabalhar com seus pares. É, portanto, uma abrangência de conhecimento "horizontalizada", para dar conta do universo ao redor.

A percepção do conhecimento científico como construção humana, inserido em um processo histórico e social, também deve ser fundamental. O conhecimento científico e tecnológico vem sendo construído ao longo da história da humanidade. Ao analisar os diferentes fatos fabricados cientificamente, fica perceptível que foram feitos dentro de um momento específico, propício àquele conhecimento. Não foi um episódio isolado, mas sim algo produzido coletivamente, de acordo com as necessidades sociais e políticas da ocasião. Para um professor, esse contexto histórico, social e cultural, precisa ser entendido, pois, do contrário, estará ensinando a seus alunos uma ciência acabada, feita por pessoas

diferenciadas que resolveram trabalhar por vontade própria ou que, por acaso, “descobriram” algo muito interessante. Para romper com essa visão simplificada e ingênua da produção científica, a visão de ciência de um professor deve ser muito clara, com bom conhecimento de história e filosofia da ciência. Isso também o auxiliará a entender e se integrar com as outras disciplinas.

Uma questão também importante é o entendimento de uma educação para a cidadania, em uma perspectiva crítica, que contribua para a vida na sociedade contemporânea. A rede de ensino se expande e hoje absorve as diferentes classes sociais. É na escola que as classes mais pauperizadas têm acesso à informação, cultura, lazer e, principalmente, conhecimento. É por aí que o estudante vai entender a sociedade em que vive, de forma a exercer sua cidadania, para construir uma nova sociedade.

Passaram-se anos ensinando Física em quadros-negros, transmitindo-se conhecimentos apenas no papel, tentando fazer o aluno imaginar e não o deixando pensar. Antes da entrada na Universidade, os estudantes só têm oportunidade de conhecer a educação voltada para o mercado de trabalho, vestibular, globalização e, principalmente, competitividade. Através desta educação somente se é capaz de reproduzir, nunca produzir e criar.

No que se refere à Física ensinada nas escolas tradicionais, são várias as razões que contribuem para esse quadro, restringindo o curso de Física às aulas teóricas. Uma delas é que as escolas não possuem laboratório ou ele está desativado ou incompleto, sendo ínfima a verba destinada à compra de materiais de reposição. Estas desculpas restringem o ensino à teoria.

Visando identificar esta influência na aprendizagem dos alunos, o presente trabalho consiste primeiramente em levantamento bibliográfico, para uma reflexão crítica da temática. Num segundo momento, a aplicação de aulas baseadas em experimentos de baixo custo, com aplicação de questionários aos alunos sobre tais experimentos, para avaliação da interpretação do fenômeno explicado em sala de aula, para posterior apresentação e análise dos dados obtidos. Entende-se que a exposição das problemáticas da vida cotidiana em sala de aula, a partir do ponto de vista destes sujeitos, é de extrema importância para a discussão do tema, uma vez que não há soluções prontas a serem aplicadas no dia a dia. Elas só surgem a partir de uma construção coletiva, embasada na teoria e na experiência pessoal e

prática destes. Num outro momento, após o preenchimento do questionário, os alunos participarão de uma mostra de experimentos feitos com material de baixo custo, seguidos da explicação dos fenômenos envolvidos e de exemplos de aplicação no seu dia a dia. Ao final da apresentação, será verificado se o uso de experimentos auxilia na compreensão dos fenômenos físicos, a partir das notas ao final do segundo semestre e da avaliação da equipe pedagógica.

Tal procedimento vem ao encontro do método de ensino construtivista, que se fundamenta no fato de que aprender (bem como ensinar) significa construir novo conhecimento, baseado em experiências e conhecimentos existentes. O construtivismo difere da escola tradicional porque estimula uma forma de pensar na qual o aprendiz, ao invés de assimilar o conteúdo passivamente, reconstrói o conhecimento existente, projetando um novo significado ao experimento (o que implica em novo conhecimento).

No Brasil, esse tipo de ensino começou a ser usado a partir da década de 70, quando a teoria de Jean Piaget foi introduzida nos ambientes educacionais. É importante ressaltar que em 1932 foi publicado o Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova, escrito por Fernando de Azevedo e assinado por vários intelectuais da época, como Hermes Lima, Carneiro Leão, Afrânio Peixoto, e, certamente, Anísio Teixeira, grande amigo de Fernando de Azevedo. No Manifesto, o qual representou um divisor de águas entre educadores progressistas e conservadores, as idéias de Anísio se fizeram amplamente presentes. O nome de Anísio Teixeira está vinculado ao campo da filosofia da educação no Brasil. A partir daí, surgiu um movimento com uma visão de mundo diferente daquele das escolas tradicionais, nas quais o aluno era tratado como objeto que deve ser treinado pelos moldes comportamentalistas, estudado pelos behavioristas. Com a escola construtivista, o aluno passou a ser o sujeito da sua aprendizagem; ele é o ser ativo que participa do processo escolar.

Nesse contexto, vários autores elaboram suas obras tomando como base a teoria do desenvolvimento e aprendizagem dos psicólogos Piaget e Vygotsky. Pode-se citar (Valéria, 2000) em “A matemática através de brincadeiras e jogos”, apoiada em Piaget no estudo sobre a aquisição de conhecimentos, e como é seu processo em crianças das classes populares que não estão inseridas, em sua maioria, em um ambiente estimulador: sem apoio dos pais (às vezes analfabetos), exercendo atividades que fogem a seu mundo infantil e carentes de uma vida sadia por falta de saneamento básico e de todos os outros elementos essenciais à sua subsistência. Segundo a autora, é nessa construção do saber que a criança começará a

busca por seu direito à cidadania até então negado, caracterizando-se então como um dos principais problemas da educação brasileira o modelo de aquisição do conhecimento ou de aprendizagem e ensino.

Assim, verifica-se que a metodologia utilizada pela referida autora, está relacionada com o objetivo do presente trabalho, que é a construção do conhecimento teórico, a partir de instrumentos alternativos, neste caso a partir dos experimentos aplicados em sala de aula, onde os alunos tenham participação ativa ao longo de todo o processo de ensino-aprendizagem.

Sendo assim, será detalhado em poucas palavras o construtivismo de Vygotsky, os quais serão utilizados como auxílio para explicar os resultados obtidos na pesquisa de campo realizada nesta monografia.

1.2 Objetivo

Esta monografia apresenta a Física experimental como auxílio para o ensino da teoria, utilizando experimentos de baixo custo, a fim de construir uma visão voltada para a formação de um cidadão contemporâneo e atuante, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade. Nesse sentido, mesmo os jovens que, após a conclusão do ensino médio, não venham a ter mais qualquer contato com conhecimentos de Física em outras instâncias profissionais ou universitárias, poderão adquirir a formação necessária para compreender e participar do mundo em que vivem, como propõem os Parâmetros Curriculares Nacional (PCN).

Com a preocupação de contribuir para minimizar as dificuldades encontradas pelos alunos e professores no ensino e na aprendizagem da Física, este estudo tem como objetivo analisar a influência do uso de um laboratório alternativo nos ensinamentos fundamental e médio.

II - CAPÍTULO 1 - METODOLOGIA

2.1 Referencial Teórico: Trabalho em grupos

Pensando o processo de ensino e aprendizagem a partir de Vygotsky, verifica-se a importância do trabalho em grupo em sala de aula, uma vez que, para o autor, o desenvolvimento cultural da criança aparece segundo a lei da dupla formação, em que todas as funções aparecem duas vezes: primeiro no nível social e depois no nível individual; ou seja, primeiro entre as pessoas (interpsicológica) e depois no interior da criança (intrapsicológica). Poder – se - ia assim dizer que o desenvolvimento cultural do aluno, assim como sua aprendizagem, dá-se mediante o processo de relação do aluno com o professor ou com outros alunos mais competentes (Vygotsky, 1984).

O enfoque sócio-histórico da psicologia à teoria desenvolvida por Vygotsky tem como base a construção sócio-histórica ou histórica-cultural da mente. A sua preocupação centrava-se na questão de como os fatores sociais e culturais influenciavam o desenvolvimento intelectual, ou seja, a aquisição de conhecimentos pela interação do sujeito com o meio. O núcleo central de sua teoria trata de como os indivíduos, interagindo com agentes sociais mais instruídos (professores/as, colegas), constroem e internalizam o conhecimento. Enfatizou o papel da linguagem e da aprendizagem nesse desenvolvimento. A linguagem, sistema simbólico dos grupos humanos, representa um salto qualitativo na evolução da espécie. É ela que fornece os conceitos, as formas de organização do real e a mediação entre o sujeito e o objeto do conhecimento. É por meio dela que as funções mentais superiores são socialmente formadas e culturalmente transmitidas, portanto, sociedades e culturas diferentes produzem estruturas diferenciadas.

Os fatores sociais, de acordo com Vygotsky, desempenham um papel fundamental no desenvolvimento intelectual. Quando o conhecimento existente na cultura é internalizado (construído) pelas crianças, as funções e as habilidades intelectuais são provocadas a se desenvolverem. Desse modo, a aprendizagem conduz ao desenvolvimento.

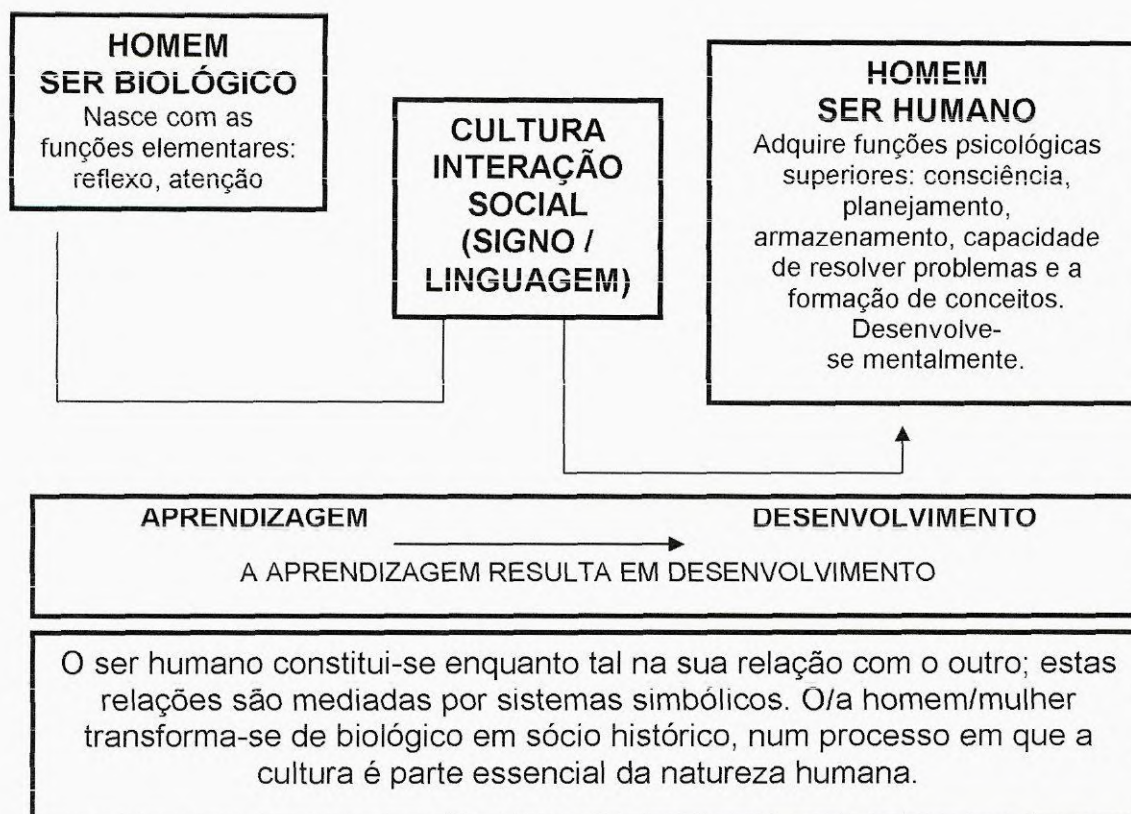


Tabela 1: Esquematização do papel exercido pelos fatores sociais, no desenvolvimento intelectual. (Freire, A. 1996)

Na concepção vygotskyana, todo homem se constitui ser humano pelas relações que estabelece com os outros sujeitos. O sujeito não é apenas ativo, mas interativo, porque forma conhecimentos e se constitui a partir de relações intra e interpessoais. Trata-se de um processo que caminha do plano social (relações interpessoais) para o plano individual (relações intrapessoais). Em outras palavras, é na troca com outros sujeitos e consigo próprio que se vão internalizando conhecimentos, papéis e funções sociais, o que permite a formação de conhecimentos e da própria consciência.

Em Vygotsky, as curvas do aprendizado não coincidem com as do desenvolvimento, sendo que, quando a criança aprende algum conceito, como, por exemplo, a aritmética, o desenvolvimento ou conceito dessa operação apenas começou. Não há paralelismo entre aprendizagem e o desenvolvimento das funções psicológicas correspondentes. Tal relação é um processo extremamente complexo, dialético, não linear que se dá aos saltos, mediante o surgimento de caos. A aprendizagem dos alunos vai sendo assim construída mediante processo de relação do indivíduo com seu ambiente sócio - cultural e com o suporte de outros indivíduos mais experientes. É na zona de desenvolvimento proximal (ZDP) que a interferência desses outros indivíduos é mais transformadora. O conceito de ZDP é relativamente complexo e compreende a região de potencialidade para o aprendizado. No

caso da criança, representa uma situação cognitiva em que ela só consegue resolver determinada tarefa psicointelectual com auxílio de alguém mais experiente.

Segundo Vygotsky, 1984, em "A formação social da mente", as potencialidades do indivíduo devem ser levadas em conta durante o processo de ensino - aprendizagem. Isto porque, a partir do contato com pessoa mais experiente e com o quadro histórico - cultural, as potencialidades do aprendiz são transformadas em situações que ativam nele esquemas processuais cognitivos ou comportamentais. Pode acontecer também que este convívio produza no indivíduo novas potencialidades, num processo dialético contínuo.

Consequentemente para Vygotsky, como a aprendizagem impulsiona o desenvolvimento, a escola tem um papel essencial na construção do ser psicológico e racional.

A escola deve dirigir o ensino não para etapas intelectuais já alcançadas, mas sim para estágios de desenvolvimento ainda não incorporados pelos alunos, funcionando como um incentivador de novas conquistas psicológicas. Tanto para Piaget como para Vygotsky, a escola tem, ou deveria ter, como ponto de partida, o nível de desenvolvimento real da criança (em relação ao conteúdo) e como ponto de chegada os objetivos da aula que devem ser alcançados, ou seja, chegar ao potencial da criança. Nesse estágio o professor tem o papel explícito de interferir na zona de desenvolvimento proximal dos alunos, provocando avanços que não ocorreriam espontaneamente.

Observa-se que o nível de desenvolvimento real, abordado na teoria, refere-se ao que a criança no seu nível atual, real e efetivo, consegue fazer sem ajuda de outro. Enquanto que no nível de desenvolvimento proximal são as funções que não amadureceram, mas estão em estado embrionário (diz respeito às potencialidades e aos processos a longo prazo). Vygotsky considera que o aprendizado progride mais rapidamente do que o desenvolvimento e por isto, em sua teoria, a escola deveria atuar na ZDP. Sendo o professor um agente mediador (por meio da linguagem, material, meio cultural entre outros) deverá intervir e auxiliar para a construção e reelaboração do conhecimento do aluno, para que haja seu desenvolvimento. (Vygotsky 1987)

2.2 Metodologia Aplicada

A pesquisa foi realizada num colégio particular, situado num bairro de classe média da Zona Norte. A instituição existe desde 1937 e caracteriza-se por ser uma instituição de educação tradicional. O ensino vai desde a creche ao pré-vestibular e a escola possui diversos recursos como quadra de esportes, piscina, biblioteca e sala de informática. Porém não há um laboratório de ciências, onde os alunos possam ter um primeiro contato com os fenômenos físicos e conseqüentemente uma maior aproximação da referida matéria com a realidade vivencial dos alunos.

A partir de uma metodologia previamente estabelecida pela coordenação da instituição, o ensino de Física tem-se realizado freqüentemente 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. Privilegia a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual da abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos. Enfatiza a utilização de fórmulas, em situações artificiais, desvinculando a linguagem matemática que essas fórmulas representam de seu significado físico efetivo. Insiste na solução de exercícios repetitivos, pretendendo que o aprendizado ocorra pela automatização ou memorização e não pela construção do conhecimento através das competências adquiridas. Apresenta o conhecimento como um produto acabado, fruto da genialidade de mentes como a de Galileu, Newton ou Einstein, contribuindo para que os alunos concluam que não resta mais nenhum problema significativo a resolver. Além disso, envolve uma lista de conteúdos demasiadamente extensa, que impede o aprofundamento necessário e a instauração de um diálogo construtivo.

Os alunos têm o primeiro contato com o ensino de Física no 9º ano (último ano do Ensino Fundamental), de forma muito incipiente, e só vem a ser aprofundado no Ensino Médio. O quadro docente de Física é formado por um total de 06 professores, que se dividem em 20 turmas do 9º ano, dos três anos do Ensino Médio e do Pré-Vestibular, com uma média de 35 a 40 alunos em sala de aula.

O trabalho foi desenvolvido ao longo do segundo semestre e foi direcionado para 02 turmas do 9º ano, do Ensino Fundamental. Na primeira foi utilizada a metodologia tradicional de ensino, baseando-se apenas na exposição do conteúdo, sem envolver os alunos na construção deste conhecimento. Na segunda turma, de acordo com o conteúdo programático, em anexo, para cada tópico foi aplicada uma experiência, visando alcançar os objetivos do

conteúdo proposto pela escola, e em seguida os alunos preenchem um questionário relacionado aos experimentos, a partir do qual foi possível avaliar qualitativamente a compreensão destes alunos sobre a matéria.

Tal método se contrapõe ao tradicional, aquele em que o aluno precisa demonstrar os seus conhecimentos adquiridos durante um ano ou um semestre em uma única prova, que às vezes é sua única chance de conhecer as expectativas e o estilo de correção do professor. Essa prova também é a única chance de o docente "medir" o conhecimento do aluno e julgar se ele merece a aprovação, sem ter a possibilidade de repassar conceitos e de descrever melhor para a classe os detalhes do seu desenvolvimento.

Nesse momento, o método utilizado baseia-se no conceito da avaliação formativa, que defende que se deixe de priorizar o único aspecto considerado pela avaliação somativa tradicional, a atribuição de um "juízo de valor" ao conhecimento do aluno, e que se passe a valorizar outras esferas importantes do processo de ensino/aprendizado, como a relação de parceria autônoma entre professor e aluno na construção do conhecimento. Por meio de um acompanhamento contínuo e diferenciado, pretende-se considerar o processo de aprendizado do estudante em sua forma plena e, além disso, permitir que o próprio professor aprimore continuamente suas estratégias de ensino. A idéia desse método é criar um processo por meio do qual o aluno se envolva, pense, argumente e perceba que é autor do seu aprendizado. Para utilizar a avaliação como estratégia integrada a esse processo, é preciso planejar aulas e atividades diferenciadas, como os experimentos e os questionários aplicados em sala de aula.

Ao término do semestre os alunos que participaram dos experimentos, estarão relatando, se o método de ensino aplicado foi eficiente e se teve algum diferencial no processo de ensino-aprendizagem destes.

Dessa maneira, a idéia é estabelecer uma comparação do desenvolvimento destas 02 turmas, a partir dos resultados das provas, dos questionários sobre os experimentos e também das perguntas feitas ao final do semestre, sobre o método aplicado.

2.3 Material

Considerando a importância e a viabilidade dos experimentos serem aplicados em sala de aula, foram utilizados recursos simples, de fácil acesso e com baixo custo. A idéia é que tais experimentos estejam bem próximos ao cotidiano do aluno e permitam uma maior correlação da matéria explicada com a realidade vivenciada por estes. Os materiais utilizados estão relacionados na tabela a seguir:

Papel Ofício	Papelão	Laser
Cola	Lápis de Cera	Caixas de papelão
Tesoura	Vidros retangulares	Transferidor
Lápis	Espelhos planos retangulares	Régua
Compasso	Papel Celofane	Estilete
Espelho Côncavo (maquiagem)	Espelho Convexo (Retrovisor)	Ventilador portátil
CD	Vela	Acrílicos (blocos)
Isopor	Copos de vidro	Moeda
Lupa	Travessa de vidro	Olho Mágico

2.4 Conteúdo das aulas ministradas:

Foram ministradas um total de 04 aulas no período de Outubro a Novembro de 2009, correspondente ao último bimestre do ano letivo. As aulas ocorreram de acordo com o planejamento da instituição e nela dava-se ênfase à Óptica Geométrica, que trata basicamente das trajetórias da luz na sua propagação. São de especial interesse nesse estudo, dois fenômenos físicos fundamentais: a reflexão e a refração. A reflexão é um fenômeno que consiste no fato de a luz voltar a se propagar no meio de origem, após incidir na superfície de separação deste com outro meio. Já, a refração é um fenômeno que consiste no fato de a luz passar de um meio para outro diferente. (Bôas, Doca e Biscuola, 2007)

As aulas em questão tiveram a duração de 2 horas, cada, sendo que nos trinta primeiros minutos foi fornecido aos alunos o embasamento teórico, e no tempo restante foram realizados os experimentos, sendo que 20 minutos foram utilizados na arrumação dos grupos, organização dos materiais e orientação de como utilizá-los para a execução dos trabalhos em questão. Na maioria dos experimentos, os alunos estavam divididos em 06 (seis) grupos de

aproximadamente 06 (seis) pessoas, porém, em algumas demonstrações, por falta de material suficiente, o experimento era exposto para todos na frente da sala de aula, e posteriormente repassado de mesa em mesa. Assim, os mesmos foram levados a observar os fenômenos, anotando os pontos relevantes de cada experiência, para posterior preenchimento dos questionários preparados pelo professor. Devido ao curto tempo para a execução de todas as tarefas, alguns exercícios dos questionários foram tomados como lição de casa, a serem entregues ao professor na próxima aula, que foram analisados e devolvidos aos alunos na aula seguinte, contendo pequenas observações.

Na primeira e segunda aula os experimentos basearam-se nos fenômenos da reflexão luminosa enquanto que na terceira e quarta aula, basearam-se nos fenômenos da refração luminosa. O conteúdo exposto foi planejado principalmente de acordo com o livro adotado pela instituição: GOWDAK, D. e MARTINS, E., 2007. O material tem por base pouco cálculo, valorizando a parte conceitual, embora esta teoria ainda seja colocada de forma incipiente, o que de fato, os experimentos realizados em sala, complementam os conceitos trabalhados pelo livro em questão. Porém, além deste, foram utilizadas diversas bibliografias para a elaboração dos experimentos e das aulas a seguir: BÔAS, N. V.; DOCA, R. H.; BISCUOLA, G. J., 2007; GASPAR, A. 2001; HEWITT, P. G., 2002; NICOLAU, G. F; PENTEADO, P. C.; TOLEDO, P. S. e TORRES, C. M, 2001 e RAMALHO, F., FERRARO, N. G. e TOLEDO, P. A. S., 2007.

Experimentos realizados nas aulas:

Primeira aula:

- 1) Reflexão do Espelho Plano
- 2) Decomposição da Luz Branca
- 3) Disco de Newton
- 4) Filtro de Luz
- 5) Mágica da Vela
- 6) Imagem Reversa

Segunda aula:

- 1) A imagem do sapo em dois espelhos esféricos côncavos
- 2) Imagem em espelho côncavo
- 3) A imagem do sapo nos espelhos esféricos convexos

Terceira aula:

- 1) A imagem da caneta 'quebrada'
- 2) Ilusão de profundidade (Dioptro plano)
- 3) Abajur de Fibra Óptica

Quarta aula:

- 1) Lentes de Acrílico
- 2) Olho Mágico (Lente Divergente)
- 3) Lupa (Lente Convergente)

III - CAPÍTULO 2: PRIMEIRA AULA

Conteúdo:

- a) Reflexão da Luz;
- b) A cor de um corpo por reflexão (decomposição da luz);
- c) Espelhos Planos: formação de imagens.

O fenômeno da reflexão é regido por duas leis que podem ser verificadas teoricamente e experimentalmente. Na 1ª Lei da reflexão, o raio refletido pertence ao plano de incidência, ou seja, o raio refletido, a reta normal no ponto de incidência e o raio incidente são coplanares (pertencem ao mesmo plano). Na 2ª Lei da Reflexão, o ângulo de reflexão é sempre igual ao ângulo de incidência.

Objetivos:

- a) Conceituar Reflexão: aplicando as leis;
- b) Entender como a luz branca se decompõe e compreender a cor dos corpos por reflexão;
- c) Construir imagens em espelhos planos.

3.1 Experimentos

1) Reflexão de Espelho Plano

Teoria:

Compreende-se por espelho plano, qualquer superfície plana, polida e com alto poder refletor. Em um espelho plano comum, vemos nossa imagem com a mesma forma e tamanho, que parece encontrar-se atrás do espelho. Essa imagem é enantiomorfa, isto é, a esquerda do objeto aparece à direita no espelho e se encontra à mesma distância do objeto ao espelho.

Os raios que partem de um objeto, diante de um espelho plano, refletem-se no espelho e atingem nossos olhos. Assim, recebemos raios luminosos que descreveram uma trajetória angular e temos a impressão de que são provenientes de um objeto atrás do espelho, em linha reta, isto é, mentalmente prolongamos os raios refletidos, em sentido oposto, para trás do espelho.

Material utilizado: Espelho plano (10 cm x 7 cm), xérox de transferidor, caixa de papelão (28 cm x 22 cm X 4 cm), laser, cola e papel.

Montagem: O espelho plano foi encaixado perpendicularmente na caixa de papelão e à frente do espelho foi colada a xérox do transferidor.

Experiência: A caixa de papelão foi colocada numa superfície plana e, com o laser, incidiu-se um feixe de luz, na qual era marcado o ângulo de incidência e o ângulo de reflexão. Os alunos estavam divididos em 06 (seis) grupos de aproximadamente 06 (seis) pessoas e cada grupo recebeu um kit, conforme observado nas figuras abaixo, onde os mesmos foram levados a observar de perto as Leis da Reflexão.

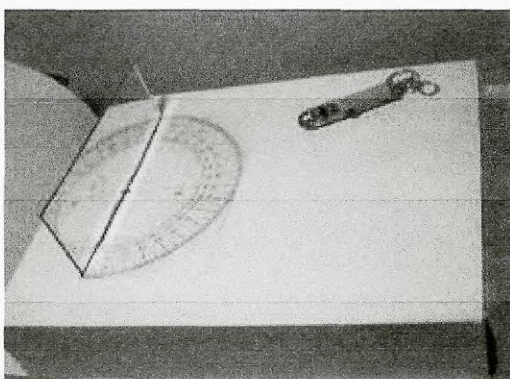


Figura 1 – Montagem do experimento

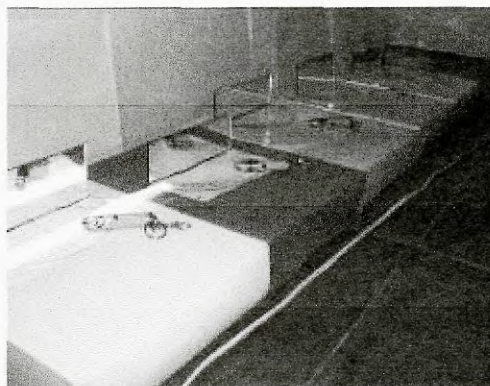


Figura 2 – Os 6 kits utilizados por cada grupo



Figura 3 – Visualização frontal do experimento, com utilização do laser, espelho e transferidor

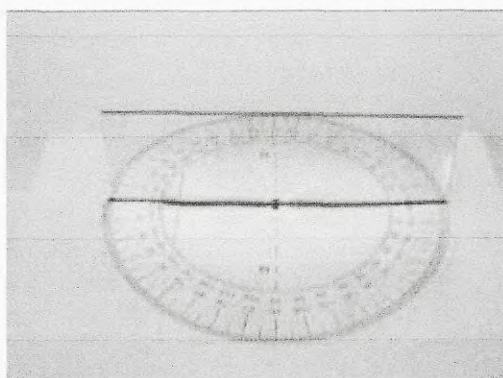


Figura 4 – Feixe de luz incidindo no espelho para verificação dos ângulos de incidência e de reflexão

2) Decomposição da Luz Branca

Teoria:

Uma luz é denominada monocromática quando é constituída de uma única cor. Sendo policromática, quando constituída de várias cores, é o caso da luz emitida pelo sol e no caso da experiência apresentada a luz branca da lâmpada fluorescente que costuma ser descrita por meio de sete cores componentes: vermelho, alaranjado, amarelo, verde, azul, anil e violeta. Observa-se no experimento a seguir, que o CD funciona como uma rede de difração, ocorrendo a decomposição da luz branca.

Material utilizado: 01 CD

Experiência: Verificar a partir do lado refletor do CD, a cores decompostas pela luz branca (a lâmpada fluorescente da sala de aula). Não foram utilizadas outras luzes.

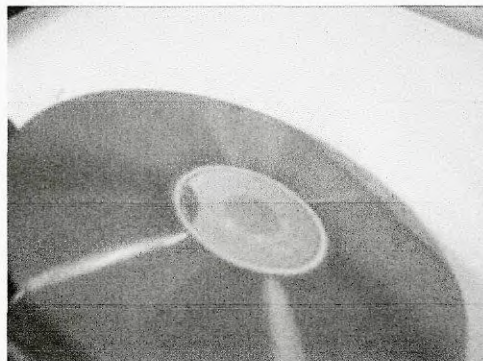


Figura 5 e 6 – CD observado à luz branca, com o aparecimento de várias cores, pois a luz branca é policromática.

3) Disco de Newton

Teoria:

Newton explicou que a luz que consideramos branca é, na verdade, uma luz composta de várias cores. Em primeiro lugar, decompôs a luz solar (branca). Mediante um prisma triangular de cristal atravessado por um feixe luminoso, obteve o que hoje chamamos de espectro, devido aos diferentes índices de refração ou desvio de cada uma das cores que compõem a luz branca.

A divisão de um raio de luz em seus componentes devido á sua diferente refração, denomina-se dispersão da luz.

Falta então recompor a luz branca através da soma das cores. Isto se consegue por um aparelho que é chamado Disco de Newton. Este disco que é pintado com as mesmas cores que compõem o espectro de luz branca (vermelho, alaranjado, amarelo, verde, azul, anil e violeta), adquire quando girado velozmente e recebendo uma iluminação intensa, uma cor uniformemente branca. À medida que aumenta a velocidade do disco, as cores vão-se somando, o matiz geral aparece acinzentado e, finalmente, só se observa um círculo uniforme esbranquiçado.

Material utilizado: 01 ventilador portátil, papelão, cola, lápis de cera e tesoura.

Montagem: Foi montado um disco de Newton e colado ao ventilador portátil.

Experiência: Ao girar o ventilador, com o disco de Newton colado, verificou-se que as cores se aproximam do branco.

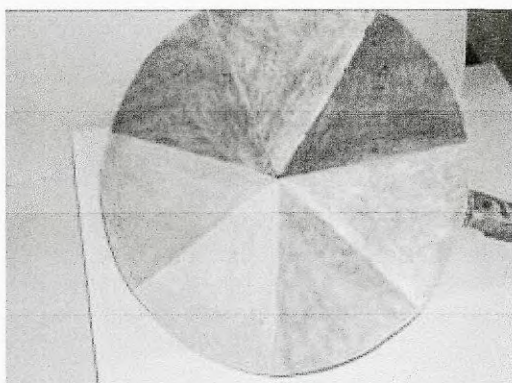


Figura 7 – Disco de Newton

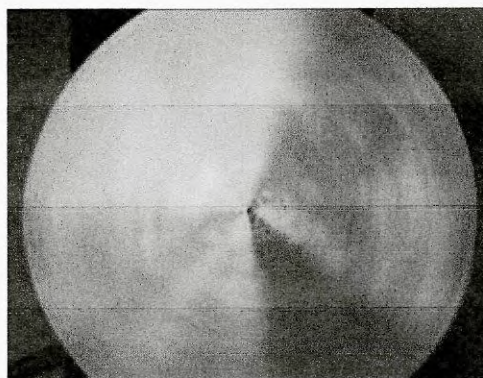


Figura 8 – Visualização do Disco girando I

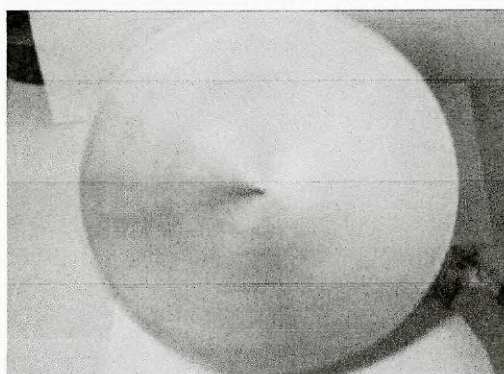


Figura 9 – Visualização do Disco girando II

4) Filtro de Luz

Teoria:

O experimento a seguir baseia-se na reflexão e refração coletiva. A luz branca que recebemos do sol, ou de lâmpadas fluorescentes, por exemplo, é policromática, ou seja, é formada por mais de uma luz monocromática, no caso do sol, as sete do arco-íris: vermelho, alaranjado, amarelo, verde, azul, anil e violeta. Sendo assim, um objeto ao ser iluminado por luz branca "seleciona" no espectro solar as cores que vemos, e as reflete de forma difusa, sendo assim, vistas por nós.

Se um corpo é visto branco, é porque ele reflete todas as cores do espectro solar. Se um corpo é visto vermelho, por exemplo, ele absorve todas as outras cores do espectro, difundindo apenas o vermelho. Se um corpo é "visto" negro, é por que ele absorve todas as cores do espectro solar.

Chama-se *filtro de luz* a peça, normalmente acrílica, que deixa passar apenas uma das cores do espectro solar, ou seja, um filtro vermelho faz com que a única cor refratada de forma seletiva seja a vermelha. (www.sofisica.com.br – Acesso em Novembro/ 2009)

Material utilizado: Papel celofane azul, amarelo e vermelho.

Experiência: Olhando através dos papéis, verificava-se as cores dos objetos observados. Caso o corpo observado não tivesse a cor ou uma cor derivada do papel celofane, o objeto se apresentaria como preto, e os objetos da cor do papel celofane ou derivadas dela e de cor branca, se apresentariam em vários tons semelhantes ao papel celofane.



Figura 10 – Filtro de Luz feito com papel celofane azul, amarelo e vermelho

5) Mágica da Vela

Teoria:

Consideremos o espelho plano da figura. Consideremos, a partir do ponto objeto, dois raios luminosos, sendo um normal ao espelho e o outro inclinado.

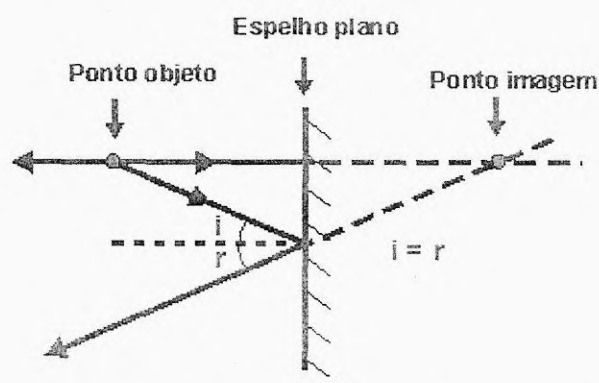


Figura 11 – Esquema dos raios luminosos

O raio incidente normal ao espelho retorna na sua própria direção e o inclinado se reflete com o ângulo de reflexão r igual ao de incidência i . A figura mostra o ponto imagem formado pelo encontro dos prolongamentos dos raios refletidos.

A imagem é simétrica do objeto em relação ao plano do espelho.

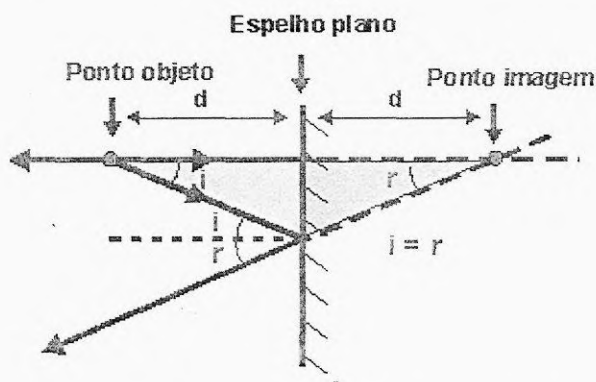


Figura 12 – Esquema com a visualização da simetria

Os triângulos amarelo e azul da figura são iguais, uma vez que podem coincidir por superposição. Conseqüentemente a distância d do objeto ao espelho é igual à distância d da imagem ao espelho e estando objeto e imagem sobre a mesma normal ao espelho fica configurada a simetria. Demonstrada esta propriedade passamos a construir a imagem por simetria.

No experimento da vela um anteparo escuro é colocado no ponto anterior ao plano de formação da imagem para verificação da simetria e a distância confirmada com auxílio de uma régua. (Alhanati, acesso em Outubro/ 2009)

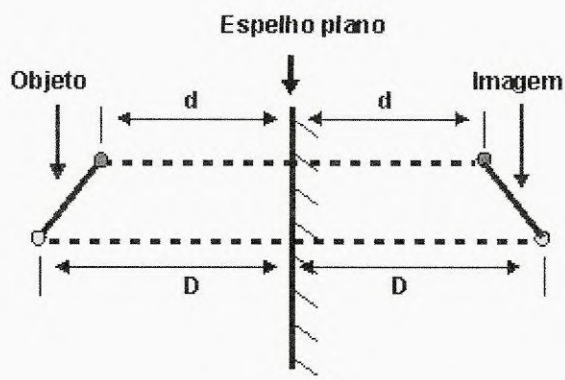


Figura 13 – Visualização detalhada

Material utilizado: Caixa de papelão (28 cm x 22 cm x 4 cm), vidro transparente plano (10 cm x 7 cm), cartolina preta, régua milimetrada, 02 velas brancas e isqueiro.

Montagem: O vidro plano foi encaixado perpendicularmente na caixa de papelão e as duas velas brancas foram presas em lados opostos do vidro, a uma posição equidistante deste vidro. A cartolina preta foi fixada em um dos lados, atrás do vidro, possibilitando que uma das velas ficasse entre a cartolina e o vidro.

Experiência: Uma das velas foi acesa, e sua imagem foi projetada, devido à reflexão da luz, causando um efeito como se a vela que estava apagada estivesse acesa, já que a imagem fica exatamente na distância em que a vela apagada se encontrava.

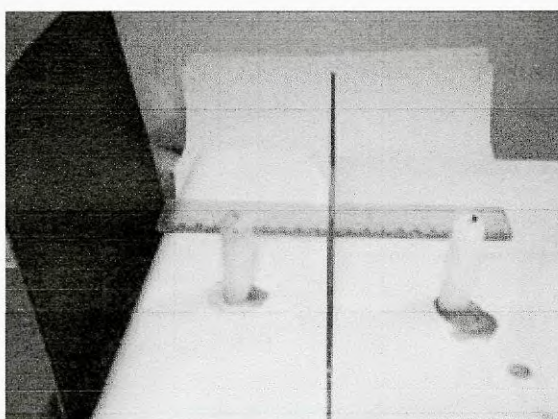


Figura 14 – Experimento montado



Figura 15 – Visualização do experimento

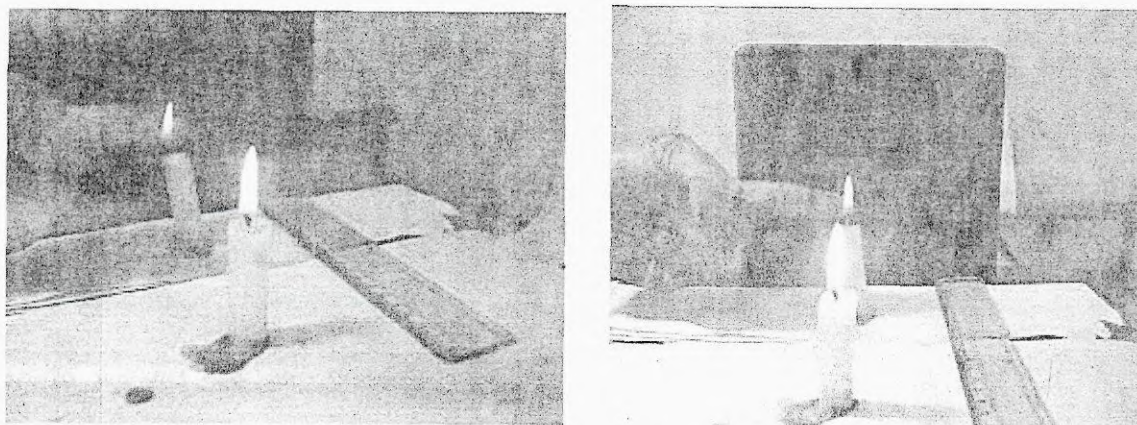


Figura 16 e 17 – Observação do experimento, onde as velas foram colocadas em posições equidistantes a um corte de vidro retangular. Apenas uma das velas foi acesa, e devido ao fundo preto, causou a impressão que a segunda vela também estava acesa, queimando o dedo da pessoa.

6) Imagem Reversa

Teoria:

É importante observar que, devido à simetria, a imagem de um objeto extenso fornecida por um espelho plano, embora idêntica a ele, não lhe é, em geral, superponível. A partir das figuras abaixo, observa-se que a imagem fornecida pelo espelho está ao contrário, não-superponível ao objeto que lhe deu origem. Há uma aparente inversão lateral das letras. Diz-se que a imagem é enantiomorfa, isto é, tem forma contrária ao objeto.

Material utilizado: Espelho plano (10 cm x 7 cm) e um livro.

Experiência: Foi solicitado aos alunos que observassem como as imagens de objetos e o título da capa dos seus livros apareceriam escritos no espelho. Verificava-se a imagem reversa.



Figura 18 e 19 – Observação da imagem reversa, através do espelho plano

3.2 Questionário sobre os experimentos

Nome: _____

Grupo: _____

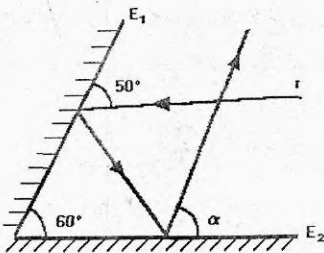
Responda as questões a seguir referentes a cada experimento:

Experimento 1 (espelho plano)

- a) Qual foi o material utilizado no experimento?
 b) Preencha a tabela, para os seguintes ângulos de incidência:

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

- c) Faça um desenho esquemático do que você observou:
 d) O que você conclui da experiência?
 e) Um raio de luz r incide sucessivamente em dois espelhos planos E_1 e E_2 , que formam entre si um ângulo de 60° , conforme representado no esquema a seguir. Nesse esquema, qual o valor do ângulo α ? Represente a normal de cada espelho abaixo.



RESPOSTA: $\alpha = 70^\circ$

Experimento 2 (CD - Decomposição da luz branca)

- a) Qual o material utilizado?
 b) Faça um desenho esquemático anotando as cores do disco; Qual a cor da luz decomposta?
 c) O que você conclui da experiência?

Experimento 3 (Disco de Newton)

- a) Qual a diferença observada entre a experiência 2 e a 3? Explique com suas palavras:

Experimento 4 (“Filtro de luz”)

Anote os dados obtidos no experimento:

Filtro	Vermelho			
cor real	azul	amarelo	preto	vermelho
cor observada	<i>preto</i>	<i>Vermelho claro</i>	<i>preto</i>	<i>vermelho</i>

Filtro	Azul			
cor real	azul	amarelo	preto	vermelho
cor observada	<i>Azul</i>	<i>Preto</i>	<i>Preto</i>	<i>preto</i>

Filtro	amarelo			
cor real	azul	amarelo	preto	vermelho
cor observada	<i>preto</i>	<i>amarelo</i>	<i>preto</i>	<i>preto</i>

- a) As cores observadas estavam de acordo com o previsto? Justifique sua resposta:
- b) Um objeto Vermelho, quando observado em uma sala iluminada com luz monocromática azul, será visto:
- amarelo azul violeta preto vermelho

Experimento 5 (Mágica da Vela)

- a) Para que pudéssemos observar a vela apagada “acesa” a distância desta em relação ao espelho era fundamental explique a afirmação acima:

Experimento 6 (“Imagem reversa”)

- a) Qual o motivo das ambulâncias possuírem em seus pára choques, a palavra escrita ao contrário (imagem reversa)? Associe as experiências realizadas em sala:

3.3 Comentários

Embora os experimentos tenham sido observados em grupos, os questionários foram respondidos individualmente. De maneira geral os alunos não apresentaram grandes dificuldades para o trabalho, e mostraram-se bastante curiosos e entusiasmados, principalmente com o 5º experimento (Mágica da Vela), quando fizeram muitas perguntas. A

maior participação e interesse deles pela aula foi explícito, que solicitaram até que fossem aplicados experimentos em todas as aulas. O rendimento deles foi muito satisfatório e alguns foram até além das expectativas, trazendo observações bem relevantes, o que se verificou um melhor entendimento por parte dos alunos.

Foi verificada uma maior dificuldade na execução da pergunta da letra E, referente ao 1º experimento, uma vez que era necessária certa habilidade com matemática, na qual os alunos demonstraram ter pouco entendimento do assunto. Outra questão refere-se à pergunta do 3º experimento, onde não foi imediata a conclusão de que uma era a composição da luz branca e a outra, a decomposição. Fica nítida uma grande dificuldade dos alunos com a interpretação do que é solicitado nas questões. Porém, a grande maioria da turma sinalizou um bom entendimento do conteúdo. Alguns dados referentes aos experimentos foram cobrados na prova e o resultado foi bem positivo.

IV - CAPÍTULO 3: SEGUNDA AULA

Conteúdo:

Espelhos Esféricos: imagens

Espelhos esféricos são espelhos que resultam do corte de uma esfera em que uma de suas superfícies é espelhada, com reflexão regular (especular). Assim, surgem dois tipos de espelhos, os côncavos e os convexos. No primeiro a superfície refletora é interna, e no segundo externa. Esses espelhos obedecem às mesmas leis de reflexão da luz dos espelhos planos da Óptica geométrica. Suponhamos que haja uma superfície esférica com um centro C e raio de curvatura R . Considerando um plano interceptando a superfície esférica, que divide essa superfície em duas calotas esférica temos:

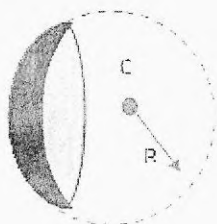


Figura 20- Esfera seccionada por um plano, formando uma calota esférica, onde C é o centro de curvatura e R , o raio de curvatura.

Com relação à figura acima, podemos chamar de espelhos esféricos toda calota esférica, onde uma das suas superfícies é refletora. Chamamos de espelho esférico côncavo, quando a superfície refletora é virada para o centro da calota, e chamamos de espelho esférico convexo, quando for ao contrário.

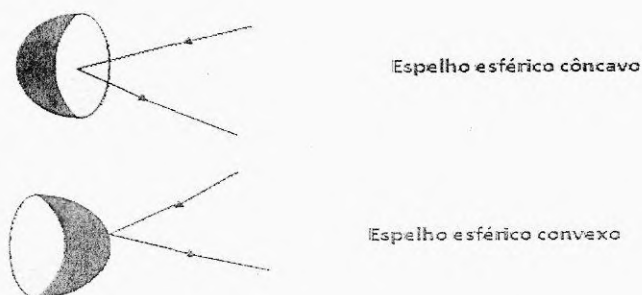


Figura 21 – Representação das calotas esféricas

Objetivos:

Classificar as imagens nos espelhos esféricos.

4.1 Experimentos**1) A imagem do sapo em dois espelhos esféricos côncavos****Teoria:**

Nesta demonstração experimental, foi utilizado um equipamento pronto. Trata-se de um dispositivo denominado *Mirage*, constituído de dois espelhos parabólicos com eixos principais coincidentes e faces refletoras internas uma de frente para outra. O espelho superior tem uma abertura circular, acima da qual se pode ver a imagem real do objeto colocado no vértice do espelho inferior, como está esquematizado na figura abaixo:

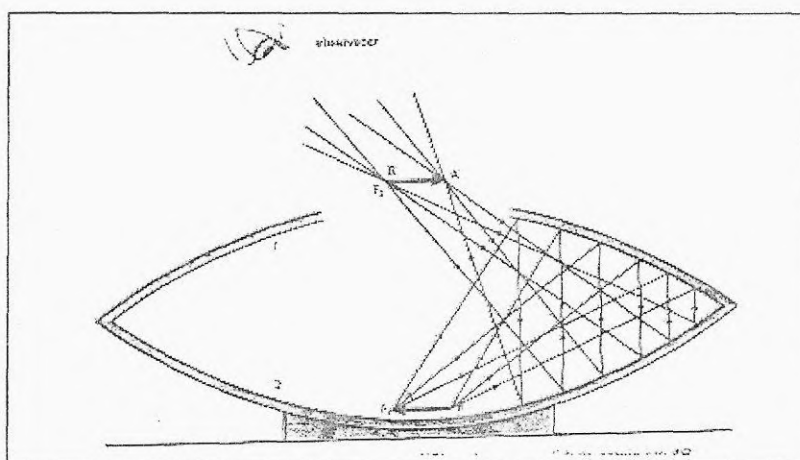


Figura 22 - Esquema que indica a trajetória dos raios de luz no equipamento experimental sobre miragem (GASPAR, 2001)

A grande qualidade desse dispositivo é mostrar que, além de visível sem anteparo, a imagem real pode ser vista tão bem quanto a virtual. Isto se fundamenta no fato de termos dois espelhos côncavos associados, em que o vértice de um coincide com o foco do outro, formando a imagem real do sapinho.

Material utilizado: 01 sapinho de brinquedo e um kit de espelhos esféricos côncavos.

Montagem: O kit vem montado de forma que dois espelhos côncavos eram colocados sobrepostos de forma que o sapo ficava entre os espelhos, formando através de um orifício a imagem real do sapo do lado externo.

Experiência: Variava-se a posição do sapinho em relação ao espelho e observavam-se as imagens do referido sapinho.

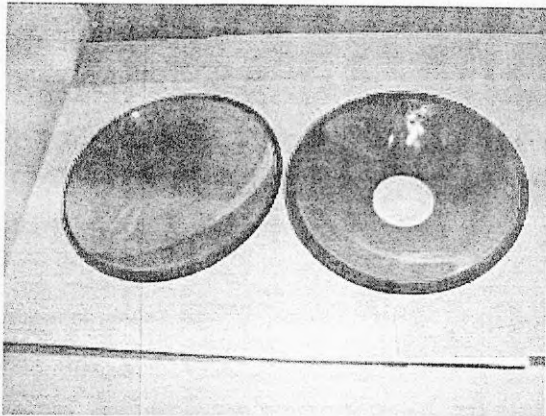


Figura 23 – Kit formado por 02 espelhos côncavos sobrepostos

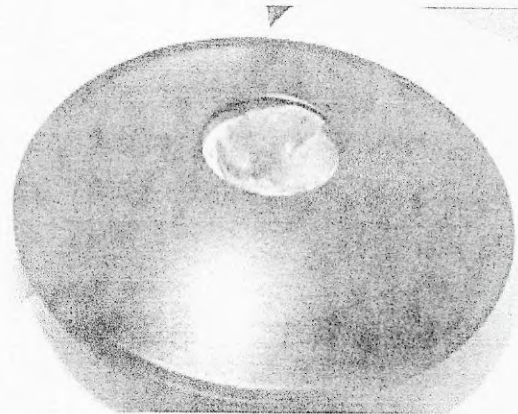


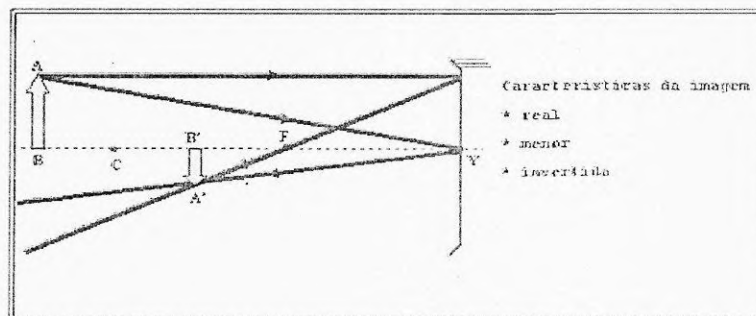
Figura 24 - Kit formando a imagem real do sapo

2) A imagem do sapo no espelho esférico côncavo

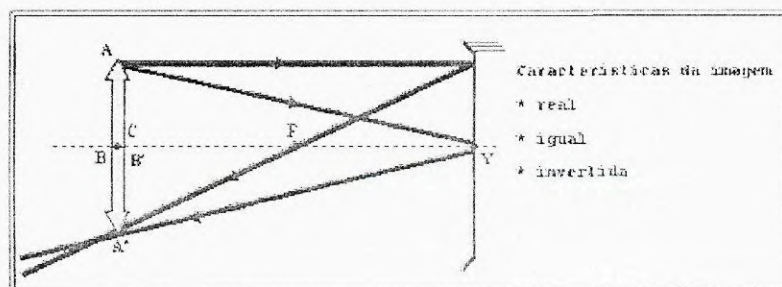
Teoria:

Formação de imagens em espelhos côncavos:

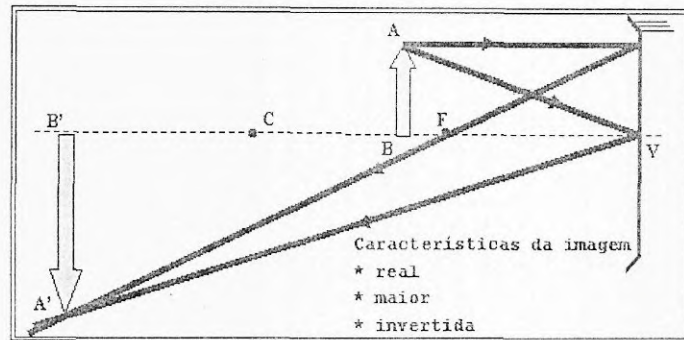
1º Caso: Objeto extenso localizado além do centro de curvatura de um espelho esférico côncavo.



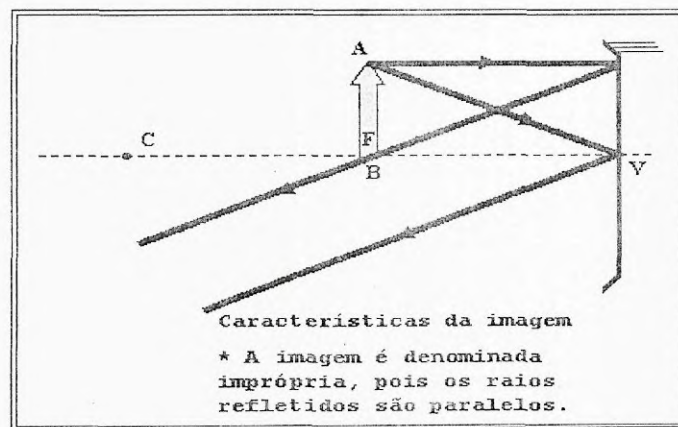
2º Caso: Objeto extenso localizado sobre o centro de curvatura de um espelho esférico côncavo.



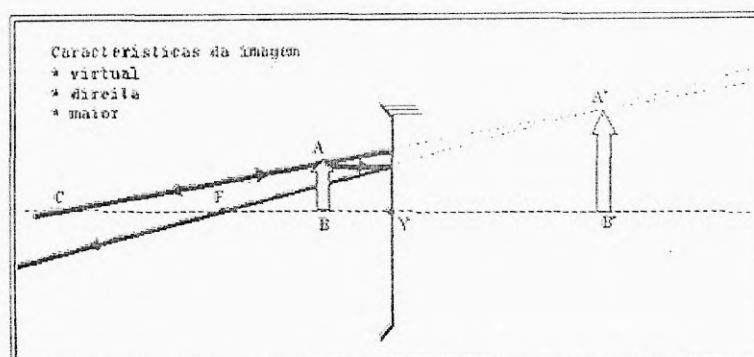
3º Caso: Objeto extenso localizado entre o centro de curvatura e o ponto focal (F) de um espelho esférico côncavo.



4º Caso: Objeto extenso localizado sobre o ponto focal (F) de um espelho esférico côncavo.



5º Caso: Objeto extenso localizado entre o ponto focal (F) e o vértice de um espelho esférico côncavo.



Material: 1 espelho côncavo e um sapinho



Figura 25 – Sapinho localizado no vértice do espelho côncavo

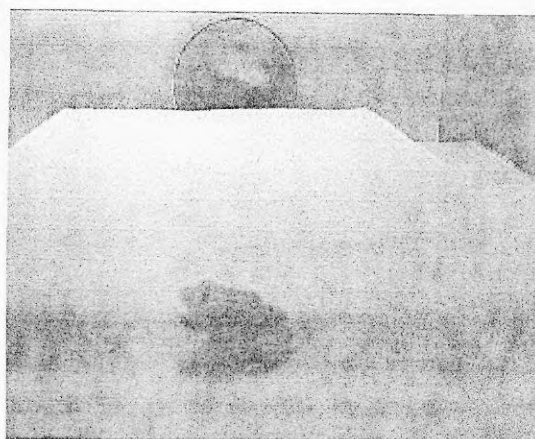


Figura 26 – Sapinho localizado antes do centro de curvatura, conforme explicitado no 1º caso

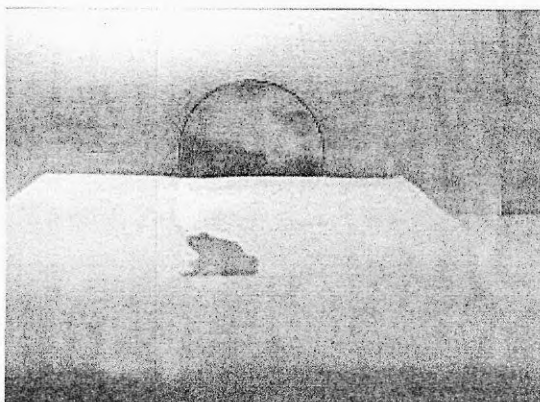


Figura 27 – Sapinho situado entre C e F , conforme explicitado no 3º caso

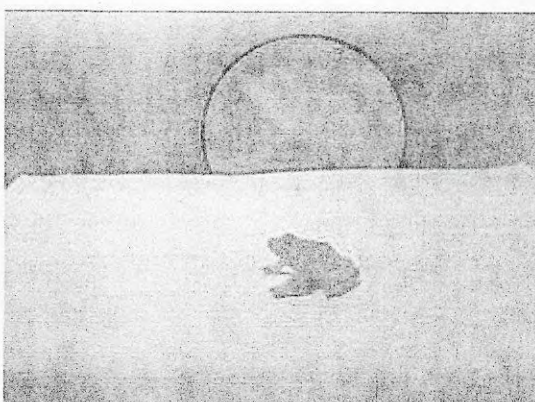


Figura 28 – Imagem virtual do sapo, conforme explicitado no 5º caso

3) A imagem do sapo no espelho esférico convexo

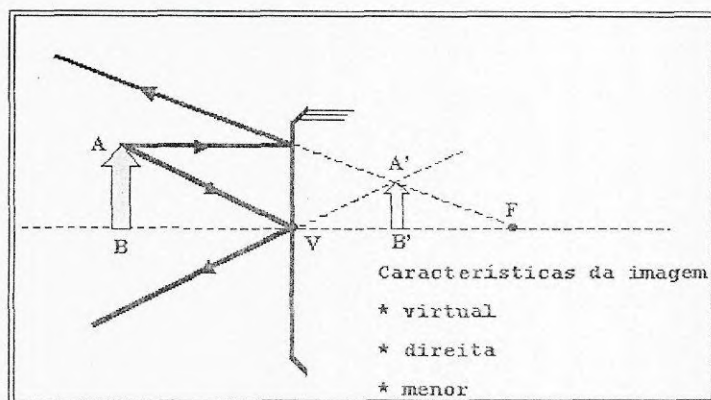
Teoria:

Um espelho convexo é um espelho que se caracteriza fisicamente por apresentar a sua superfície esférica externa como face refletora. Os raios de luz incidentes nesse espelho refletem de forma divergente e tem seus prolongamentos direcionados para o que se encontra no lado posterior do espelho. Assim, as imagens conjugadas por um objeto real, tem natureza virtual e seu tamanho é sempre menor em relação ao objeto sendo orientadas no mesmo sentido do objeto, portanto direitas.

Devido essas características, esses espelhos tem aplicações diversas quando se deseja um grande aumento no campo visual. Podem-se citar os espelhos retrovisores

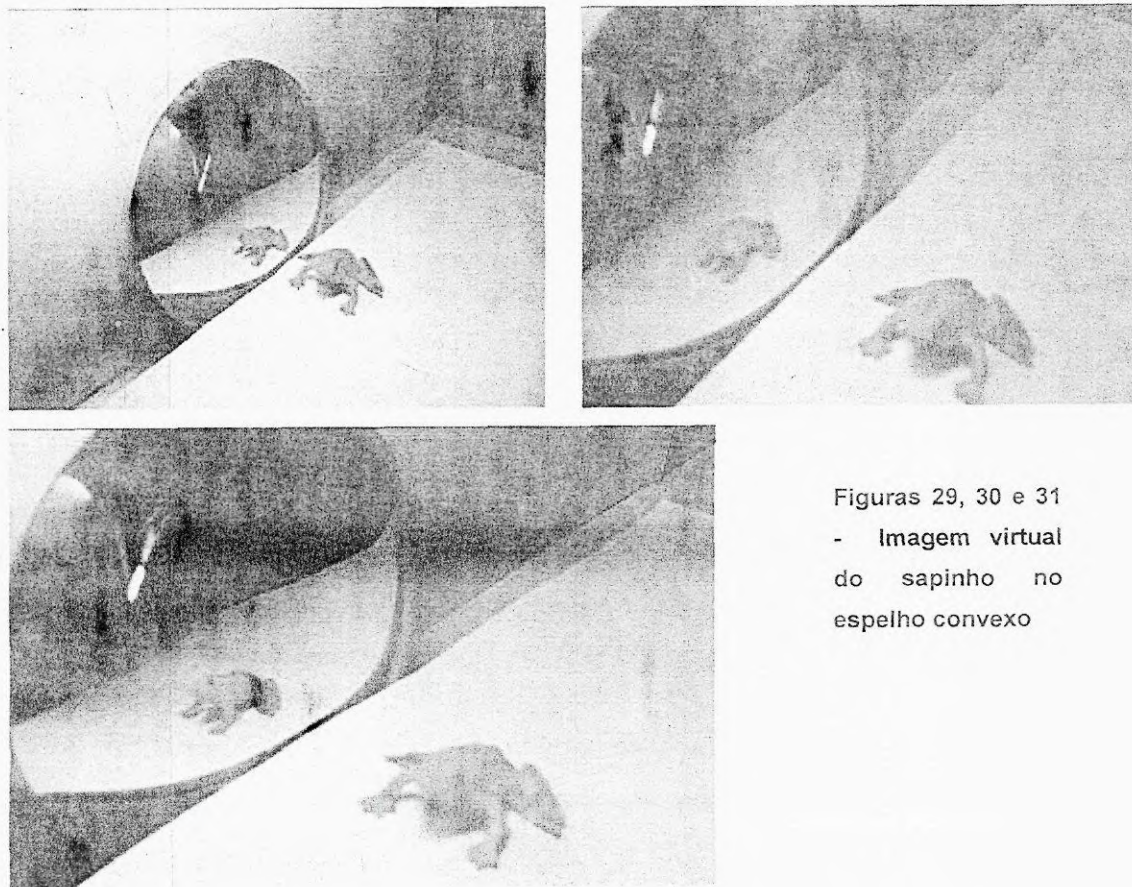
externos de veículos e motocicletas, bem como os espelhos utilizados em lojas, supermercados, farmácias entre outros.

Objeto extenso localizado em frente a um espelho esférico convexo:



Material utilizado: 01 sapinho de brinquedo e um espelho esférico convexo.

Experiência: Variava-se a posição do sapinho em relação ao espelho convexo e observavam-se as imagens do referido sapinho.



Figuras 29, 30 e 31
- Imagem virtual
do sapinho no
espelho convexo

4.2 Questionário sobre os experimentos

Nome: _____

Grupo: _____

Responda as questões a seguir referentes a cada experimento:

Experimento 2 (A imagem do sapo nos espelhos esféricos côncavos)

- a) Descreva as características das imagens do sapo, conforme aproximamos este do espelho:
- b) A imagem aumenta ou diminui conforme aproximamos o sapo do espelho?
- c) Quando a imagem do sapo ficou direita em relação ao sapo, sua imagem ampliou ou diminuiu?

Experimento 3 (A imagem do sapo nos espelhos esféricos convexos)

- a) A imagem vista do sapinho era real ou virtual?
- b) Uma imagem projetada num anteparo pode ser virtual?
- c) Quais foram as características vistas pela imagem do sapo?
- d) Em algum momento a imagem do sapo foi maior que o sapo? Explique:
- e) Nas situações abaixo, relacione os espelhos de acordo com cada situação:

1) Côncavo

2) Convexo

() Espelho utilizado como utensílio de segurança de um edifício;

() Espelho de maquiagem;

() Espelho utilizado pelos dentistas;

() Espelho retrovisor.

4.3 Comentários

Esta aula e os experimentos aplicados foi a que os alunos demonstraram maior entusiasmo e participação, trazendo muitas perguntas e curiosidades. O Kit dos espelhos com o sapinho passou por todos os grupos e estes ficavam muito surpresos com os fenômenos apresentados. Com relação ao questionário, houve poucas dúvidas e a maior parte dos alunos teve rendimento satisfatório, demonstrando compreensão do fenômeno.

V - CAPÍTULO IV: TERCEIRA AULA

Conteúdo:

Refração: entender o fenômeno.

A refração da luz é o fenômeno que consiste no fato de a luz ser transmitida de um meio para outro opticamente diferente. Nessa passagem de um meio para outro, a velocidade (v) de propagação da luz necessariamente se altera. A frequência (f) não se altera na refração, fato que é observado não só com ondas luminosas, mas com qualquer tipo de onda. O comprimento de onda se altera proporcionalmente à velocidade. Assim, a alteração da velocidade de propagação provoca, em geral, um desvio de luz.

O fenômeno da refração é redigido por duas leis seguintes:

1ª Lei da refração

O Raio incidente, o raio refratado e a reta normal traçada pelo ponto de incidência estão contidos no mesmo plano.



Figura 32 - Raio incidente, raio refletido e raio refratado contidos no mesmo plano conforme ilustração

2ª Lei da refração (Lei de Snell)

A Razão entre o seno do ângulo de incidência e o seno do ângulo de refração é constante para cada dioptra e para cada luz monocromática

$$\frac{\text{sen}\theta_1}{\text{sen}\theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

Da expressão completa da lei de Snell podemos extrair a seguinte igualdade:

$$\frac{\text{sen}\theta_1}{\text{sen}\theta_2} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \boxed{n_1 \text{sen}\theta_1 = n_2 \text{sen}\theta_2}$$

Onde:

n_1 → Índice de refração do meio 1 e é dado por : $n_1 = \frac{c}{v_1}$

n_2 → Índice de refração do meio 2 e é dado por : $n_2 = \frac{c}{v_2}$

c → Velocidade da luz no vácuo.

v → Velocidade da luz no meio referente.

Incidência oblíqua: Luz propagando-se do meio menos refringente para o meio mais refringente ($n_2 > n_1$)

Quando um raio de luz incide obliquamente na fronteira de um dióptro, dirigindo-se do meio menos refringente para o meio mais refringente, ele se aproxima da normal ao refratar-se, experimentando um desvio δ ($\delta = \theta_1 - \theta_2$).

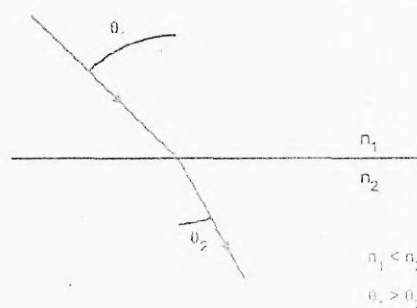


Figura 33 – Raio de luz incidindo do meio menos para o mais refringente, ocorrendo uma aproximação do raio refratado em relação à normal

Incidência oblíqua: Luz propagando-se do meio mais refringente para o menos refringente ($n_2 < n_1$)

Quando um raio de luz incide obliquamente na fronteira de um dioptro, dirigindo-se do meio mais refringente para o meio menos refringente, ele se afasta da normal ao refratar-se, experimentando um desvio δ ($\delta = \theta_2 - \theta_1$).

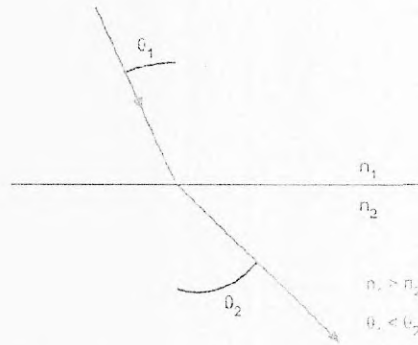


Figura 34 – Raio de luz incidindo do mais para o menos refringente, ocorrendo um afastamento do raio refratado em relação à normal.

Incidência normal:

Quando um raio de luz incide normalmente à fronteira do dioptro, a refração ocorre sem desvio.

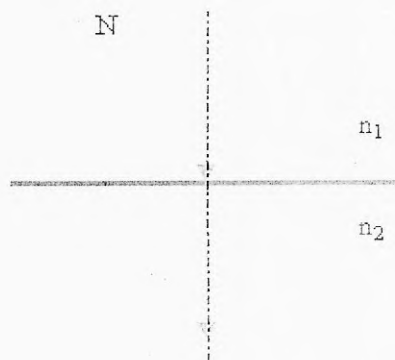


Figura 35 – Raio de luz incidindo pela normal, não sofrendo desvio, porém sofrendo refração

Objetivos:

Explicar a refração aplicando em situações práticas.

5.1 Experimentos

1) A imagem da caneta “quebrada”

Teoria:

Os dois experimentos a seguir baseiam-se no dioptro plano, que vem a ser um sistema constituído de dois meios transparentes de diferentes refrações, que fazem fronteira plana. As situações apresentadas são um esquema de dioptro plano ar-água, referente a um objeto situado em um dos meios do dioptro e um observador situado no outro meio, contemplando o objeto. O observador sempre “vê o objeto” numa posição diferente da real. Na verdade, o observador não vê o objeto, mas sim uma imagem dele conjugada pelo dioptro. É por causa disso que, quando olhamos para uma piscina cheia de água, estando do lado de fora, temos a impressão de que ela é mais rasa e, quando olhamos para uma caneta parcialmente mergulhada na água, como na figura a seguir, temos a impressão de que ela está dobrada.

Material utilizado: copos de vidro, água e canetas.

Montagem: Coloca-se água nos copos e insere-se uma caneta em cada recipiente deste.

Experiência: Consiste em verificar o encurvamento das canetas, demonstrando a refração da luz.

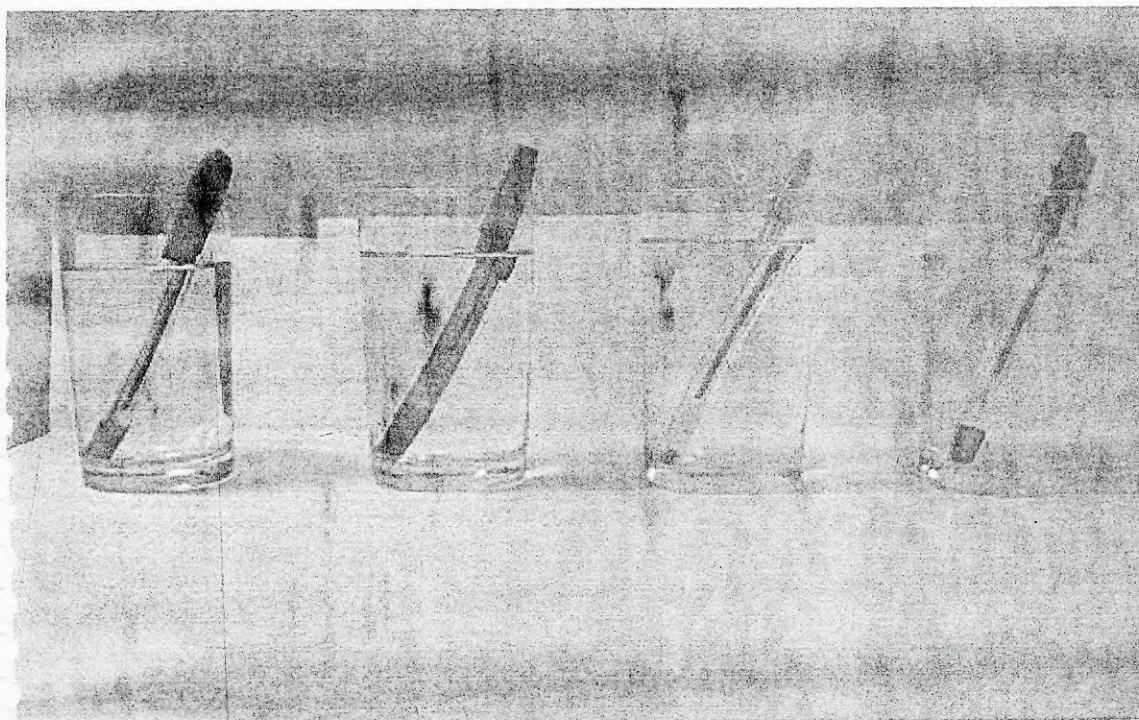


Figura 36 – Imagens das canetas inseridas nos copos com água, aparentando estarem “quebradas”

2) Ilusão de profundidade (Dioptro plano)

Teoria:

Ao observarmos um objeto qualquer, como por exemplo, uma moeda no fundo de um recipiente com água, a mesma parece estar mais próxima do observador. Assim, quando estamos no ar e vemos um peixe dentro da água, o mesmo está, na realidade, abaixo da posição em que é visto, pois vemos a imagem do objeto conjugada pelo dioptro plano.

Objeto no meio mais refringente e observador no meio menos refringente

Obviamente para o observador para ver o objeto, obviamente é necessário que a luz proveniente do objeto atinja os seus olhos como mostra a figura a seguir

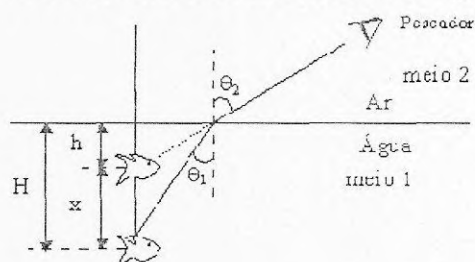


Figura 37 – Em relação a superfície dióptrica, o peixe a uma distância H é um objeto real e o peixe a uma distância h é uma imagem virtual. O observador enxerga a imagem do peixe mais acima como um objeto real em relação a ele.

Material utilizado: Travessa de vidro retangular, água, caneta e moeda.

Experiência: Coloca-se água no recipiente e em seguida insere-se a caneta na referida travessa, verificando-se o tamanho da caneta e comparando com o seu tamanho original, ou seja, com a travessa vazia. Posteriormente foi verificado também com 01 moeda, se houve variação na posição da moeda em relação à profundidade.

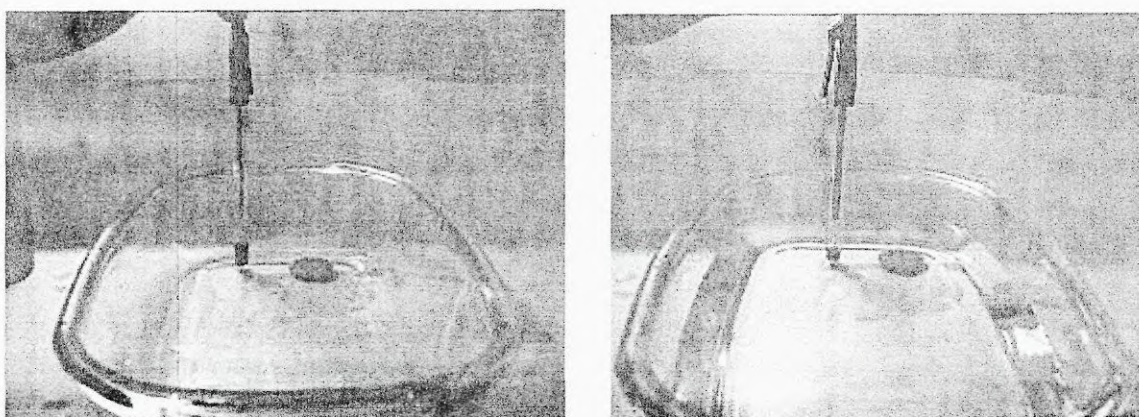
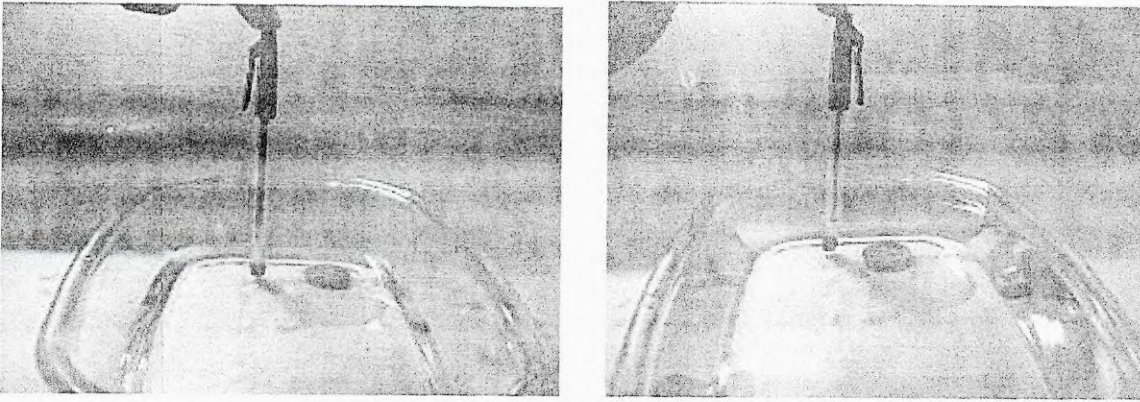


Figura 38 – Recipiente sem água, contendo a caneta e a moeda



Figuras 39, 40 e 41 – Variando-se o volume de água dos recipientes, observa-se as diferentes noções de profundidade

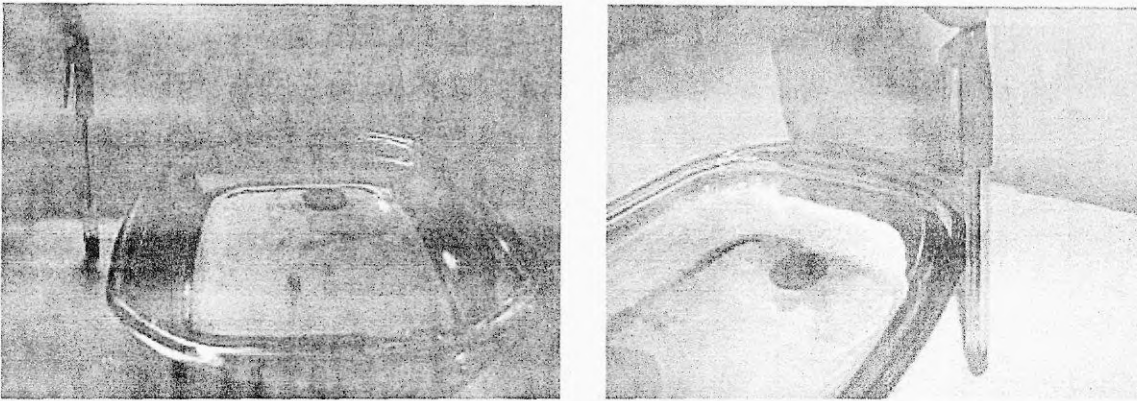


Figura 42 e 43 – Comparando o tamanho real da caneta e observando a altura da moeda submersa na água

3) Abajur de Fibra Óptica

Teoria:

Ângulo limite. Reflexão total

Considere dois meios A e B em que $n_A < n_B$

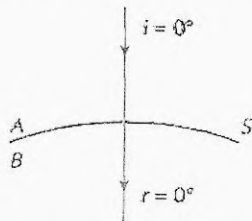


Figura 44- Raio incidindo pela normal, não sofrendo desvio

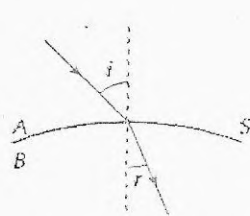


Figura 45- raio incidindo do meio menos para o meio mais refringente se aproximando da normal

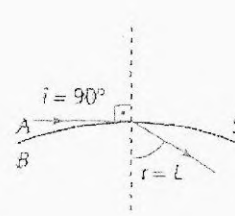


Figura 46- quando o ângulo $i = 90^\circ$ formando um ângulo $r = L$ (ângulo limite)

Ao aumentar o ângulo incidente i até se aproximar de 90° , o ângulo de refração r tende para um valor máximo L que se chama ângulo limite. Ao aplicar a lei de Snell-Descartes:

$$n_A \operatorname{sen} i = n_B \operatorname{sen} r \quad \rightarrow \quad n_A \operatorname{sen} 90^\circ = n_B \operatorname{sen} L \quad \rightarrow \quad \operatorname{sen} L = \frac{n_A}{n_B} \quad (n_A < n_B)$$

$$\operatorname{sen} L = \frac{n(\text{menor})}{n(\text{maior})}$$

Reflexão total

Existe reflexão total quando:

1ª Sentido de propagação da luz: do meio mais refringente para o menos refringente.

2ª Ângulo de incidência maior que o ângulo limite $i > L$



Figura 47- raio de incidência sofrendo reflexão total

Com a evolução da tecnologia ocorreu a troca dos tradicionais cabos metálicos pelos chamados cabos de fibra óptica. A fibra óptica é um filamento de vidro, que também pode ser de material produzido com polímero, que tem alta capacidade de transmitir os raios de luz.

O funcionamento desses cabos ocorre de forma bem simples. Cada filamento que constitui o cabo de fibra óptica é basicamente formado por um núcleo central de vidro, por onde ocorre a transmissão da luz, que possui alto índice de refração e de uma casca envolvente, também feita de vidro, porém com índice de refração menor em relação ao núcleo. A transmissão da luz pela fibra óptica segue o princípio da reflexão. Em uma das extremidades do cabo óptico é lançado um feixe de luz que, pelas características ópticas da fibra, percorre todo o cabo por meio de sucessivas reflexões até chegar ao seu destino final. Os feixes de luz que penetram no cabo óptico sofrem várias reflexões na superfície de separação entre os dois vidros que o formam e dessa maneira a luz caminha, podendo percorrer vários quilômetros de distância, uma vez que não há praticamente perda de energia nas reflexões. Utilizadas como meio para transmissão de ondas eletromagnéticas, como a luz, por exemplo, elas são feitas em vidro porque esse material absorve menos essas ondas.

A transmissão de informações pela fibra óptica ocorre através de um aparelho especial denominado de infoduto, que possui um foto emissor que faz a conversão da luz em sinais elétricos. A luz que é refletida no interior do cabo óptico pode ser transformada em sinal elétrico, sonoro ou até mesmo luminoso, dependendo da informação que é transmitida. As fibras ópticas são utilizadas principalmente nas telecomunicações, pois apresentam várias vantagens em relação ao uso dos antigos cabos metálicos, conheça as vantagens da utilização das fibras ópticas:

- Tem maior capacidade para transportar informações;
- A matéria prima para sua fabricação, a sílica, é muito mais abundante que os metais e possui baixo custo de produção;
- Não sofrem com as interferências elétricas nem magnéticas, além de dificultar num possível grampeamento;
- A comunicação é mais confiável, pois são imunes a falhas;
- Ao contrário dos fios metálicos, os fios de vidro não enferrujam, não oxidam e não sofrem com a ação de agentes químicos.

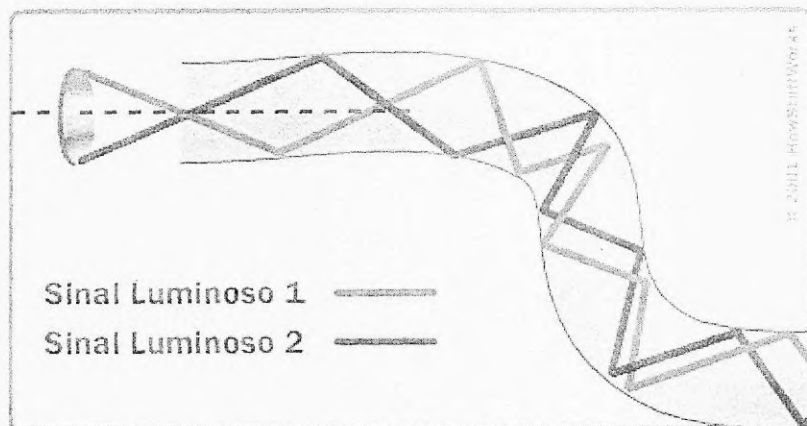


Figura 48 – Visualização das sucessivas reflexões dos sinais, devido à refração

Material utilizado: 01 Abajur de Fibra Óptica

Experiência: Consiste na observação do abajur de fibra óptica aceso e apagado.

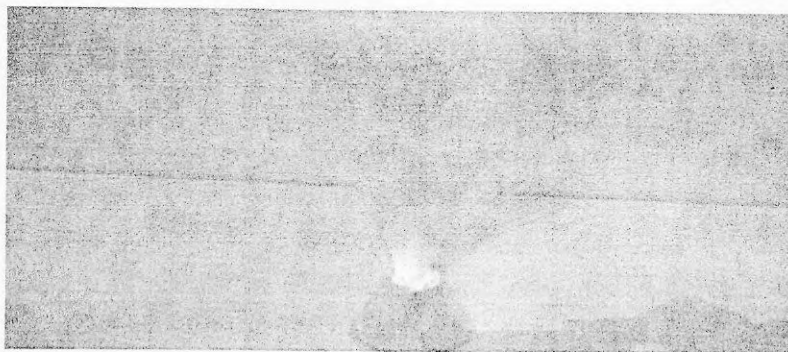


Figura 49 - Abajour aceso formado pelas fibras ópticas

5.2 Questionário sobre os experimentos

Nome: _____

Grupo: _____

Responda as questões a seguir referentes a cada experimento:

Experimento 1 (A imagem da caneta 'quebrada')

- Qual foi o efeito observado quando as canetas foram colocadas nos copos?
- O que poderia causar este efeito? Explique com suas palavras.

Experimento 2 (Ilusão de profundidade - Dioptra plano)

- Verificou-se que o tamanho da caneta variava conforme a quantidade de água na travessa?
- A moeda pareceu ter mudado de posição conforme se variou o volume de água?
- Para que um índio possa fazer uma pescaria bem sucedida, como este deve atirar a lança? Explique com suas palavras.

Experimento 3 (Abajur de Fibra Óptica)

- Faça uma pesquisa sobre a utilização da fibra óptica nos meios de telecomunicações e na medicina e associe com o que foi observado em sala de aula.

5.3 Comentários

Embora os alunos tenham demonstrado bastante interesse nos experimentos apresentados nessa aula, os resultados dos questionários não foram tão satisfatórios. Devido o resultado, foram levantadas 02 (duas) hipóteses: a primeira seria de que a teoria precisava

de mais embasamento matemático, como a explicação sobre o ângulo limite e a reflexão total, até mesmo pelo fato dos alunos estarem no 9º ano, e a segunda, de que as perguntas talvez não estivesse adequada com o que foi pretendido alcançar. Tal hipótese pode ser exemplificada na letra C, do 2º experimento, em que muitos a deixaram em branco ou deram respostas muito incoerentes. A questão referente a esta aula, cobrada na prova, também não obteve resultado positivo, sendo observado um alto índice de respostas fora do padrão pretendido.

VI - CAPÍTULO 5: QUARTA AULA

Conteúdo:

- a) Lentes;
- b) Conceito de lente;
- c) Classificação das lentes;
- d) Imagens nas lentes;
- e) Aplicação das lentes.

Devido à sua grande importância prática, o estudo das lentes esféricas constitui o ponto alto de qualquer curso de Óptica Geométrica. Desde simples óculos até sofisticados equipamentos de observação e de projeção utilizam lentes. Nos microscópios, telescópios, nas câmeras filmadoras e nos projetores, as lentes aparecem isoladas ou associadas, mas sempre com função vital.

As câmeras fotográficas constituem-se de diversos sistemas ópticos associados convenientemente. Nelas, podemos encontrar lentes, espelhos, prismas, etc. em número que varia com o grau de sofisticação. Entretanto, as lentes exercem papel essencial, pois compõe a objetiva, que é o "olho" da câmera, responsável pela projeção da imagem sobre o filme fotográfico ou o conversor eletrônico.

Chama-se lente esférica a associação de dois diopros: um necessariamente esférico e outro plano ou esférico. As lentes são corpos transparentes, geralmente fabricados em vidro, cristal ou acrílico. Ao serem atravessadas pela luz, fazem com que ela sofra duas refrações. As lentes esféricas classificam-se em duas grandes categorias, dependendo da espessura da região periférica comparada à espessura da região central: lentes de bordas finas e lentes de bordas grossas:

Objetivos:

- Classificar as lentes;
- Dar exemplos e aplicação das lentes;
- Classificar as imagens nas lentes.

6.1 Experimentos

1) Lentes de Acrílico

Teoria:

As lentes ditas convergentes concentram os raios de luz, enquanto as lentes divergentes espalham estes raios de luz, conforme a figura a seguir:

Os raios de luz chegam formando um ângulo de 90° com a lente. Como a lente é do tipo convergente, ela irá concentrá-los em um ponto, que iremos chamar de foco imagem. Note que aqui os raios de luz atravessam a lente e convergem para o foco imagem.

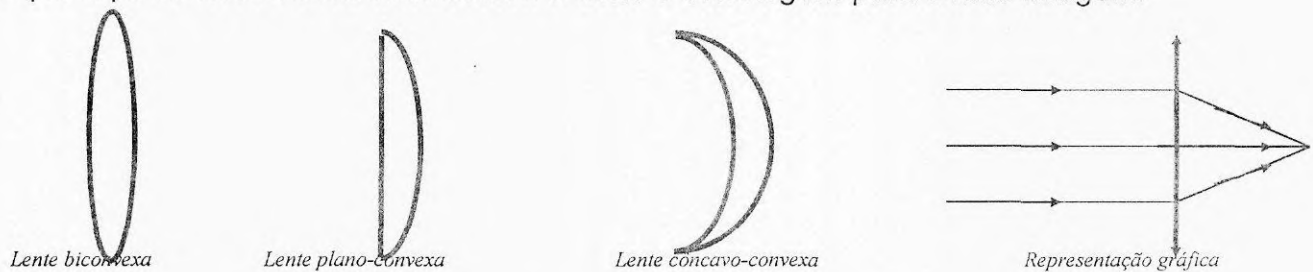


Figura 50 – Comportamento óptico das lentes convergentes (Bôas, Doca e Biscuola, 2007)

Neste caso, os raios também chegam formando um ângulo de 90° com a lente, mas como ela é divergente, irá espalhá-los. Mas repare que se você prolongar para trás os raios que atravessaram a lente, eles irão se cruzar em um ponto, que será chamado de foco imagem.

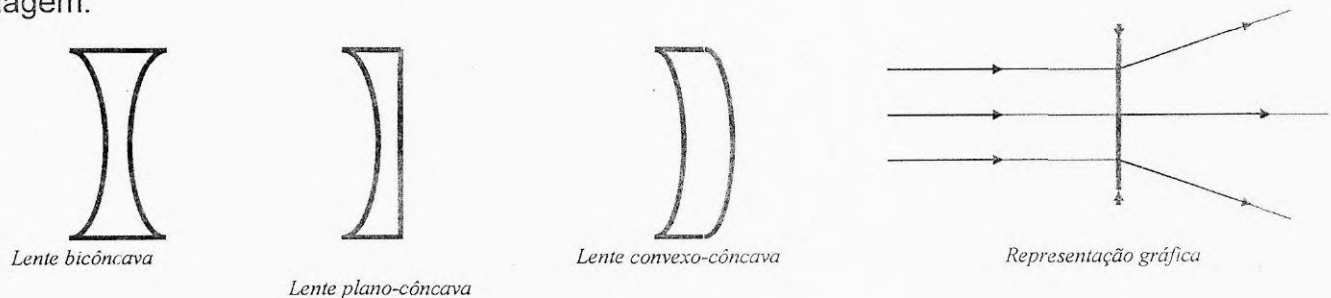


Figura 51 – Comportamento óptico das lentes divergentes (Bôas, Doca e Biscuola, 2007)

Material utilizado: recortes de acrílico em formatos de lentes esféricas.

Experiência: Consiste em incidir feixes de laser nas lentes, observando os raios convergentes e divergentes, classificando seus nomes de acordo com as bordas espessas e delgadas.

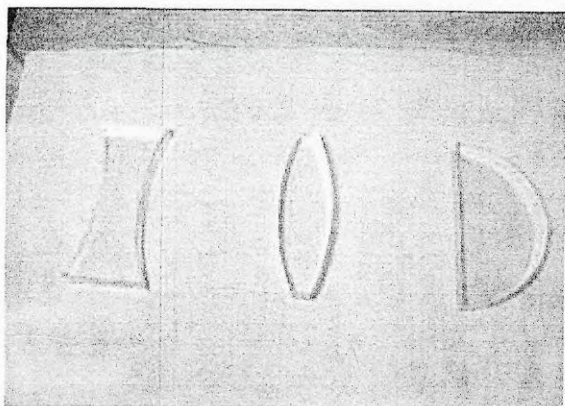


Figura 52 – Lentes de acrílico

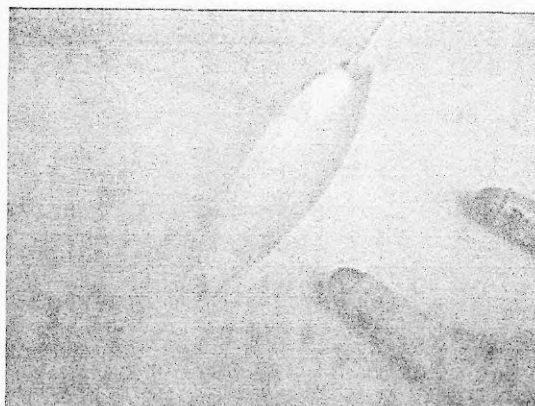


Figura 53 – Laser incidindo sobre a lente biconvexa (convergente)

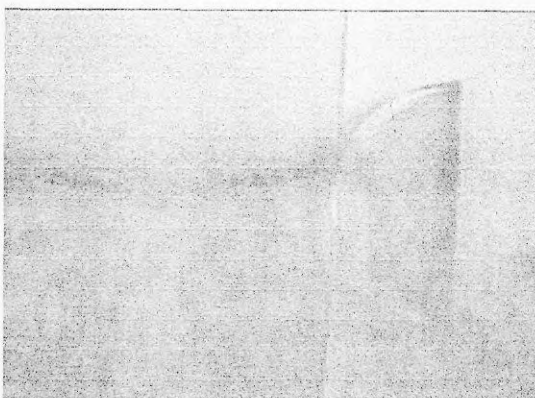
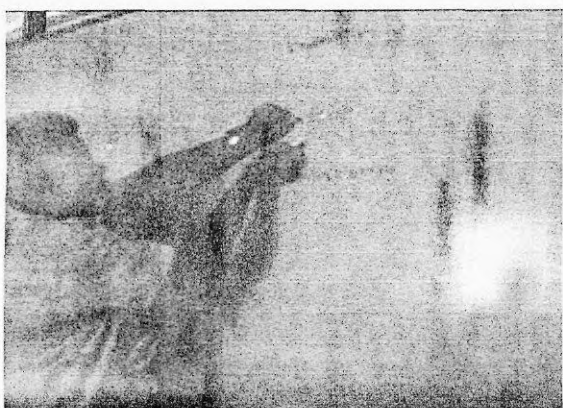


Figura 54 e 55 – Feixes de luz convergindo sobre a lente plano convexa



Figuras 56, 57, 58 e 59 – Demonstração aos alunos das trajetórias dos feixes de luz após incidirem sobre as lentes de acrílico.

2) Olho Mágico

Teoria:

Em uma lente esférica com comportamento divergente, a luz que incide paralelamente entre si é refratada, tomando direções que divergem a partir de um único ponto. As lentes divergentes são mais espessas nas bordas do que no centro e a sua curva convexa é menos acentuada. Quando são atingidas por raios paralelos, eles vão divergir.

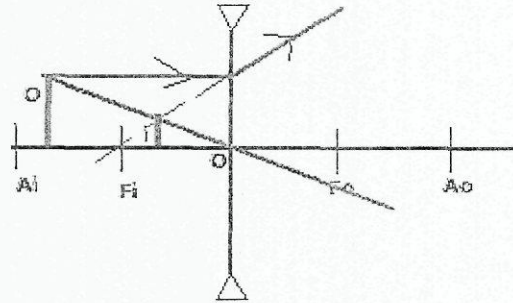


Figura 60 – Raios particulares e a construção da imagem numa lente divergente, resultando na imagem: virtual, direita e menor que o objeto observado

Os olhos-mágicos instalados nas portas são exemplos de lentes divergentes, conforme mostra o experimento a seguir. As características das imagens são: virtuais, direitas e menores que o objeto. Desta forma, as imagens observadas nos experimentos serão menores que os objetos.

Material Utilizado: 01 Olho Mágico

Experiência: Através do olho mágico, os alunos observavam os objetos e o campo visual através deste.

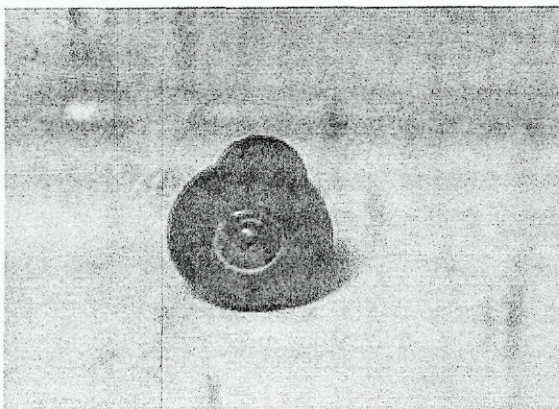


Figura 61 – Olho Mágico de porta (Lente divergente)

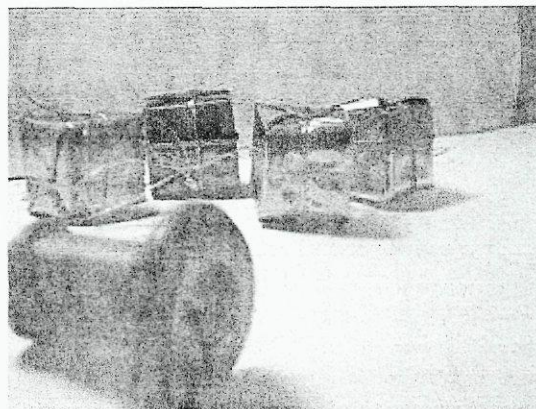


Figura 62 – Material utilizado no experimento: olho mágico e pequenos objetos

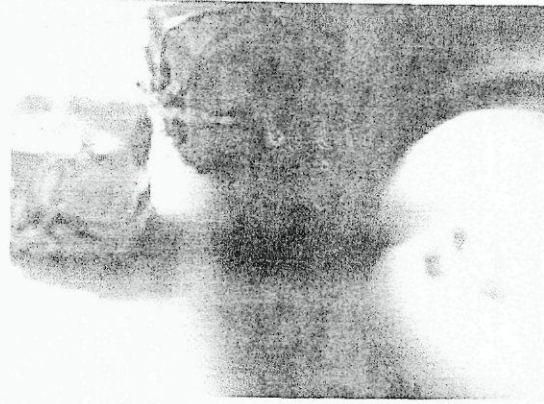


Figura 63 – Imagens virtuais, direitas e menores que o objeto

3) Lupa

Teoria:

A lupa é um dispositivo que funciona como um sistema convergente, de distância focal da ordem de centímetros. Precursora dos instrumentos ópticos de grande ampliação, a lupa é utilizada como lente de aumento em diversas atividades, como a confecção de jóias, o conserto de relógios, a filatelia, o estudo de insetos, a criminalística, dentre outras.

De um objeto real situado entre o foco principal objeto e o centro óptico, a lupa fornece uma imagem virtual, direita e ampliada. Convém destacar que, para o olho do observador, a imagem fornecida pela lupa comporta-se como objeto real.

Os aumentos fornecidos pelas lupas raramente excedem a dez vezes. Lupas que proporcionam aumentos da ordem de uma dezena de vezes têm distância focal pequena, o que torna seu diâmetro também pequeno, comprometendo o brilho da imagem e sua boa visualização.

1º CASO: Objeto antes do A_o :

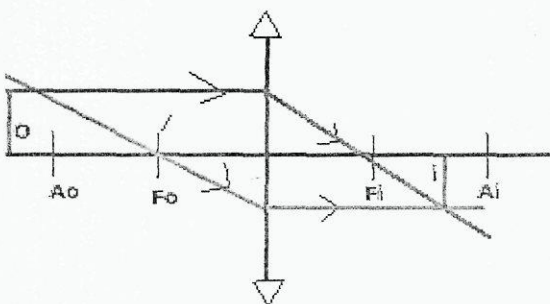


Imagem:
- Real;
- Invertida;
- Menor;

2º CASO: Objeto no A_o ;

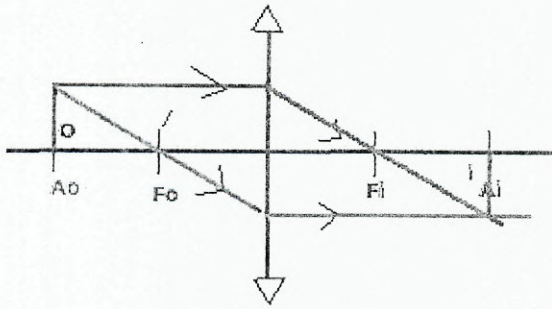


Imagem:
 - Real;
 - Invertida;
 - Igual;

3º CASO: Objeto entre A_o e F_o ;

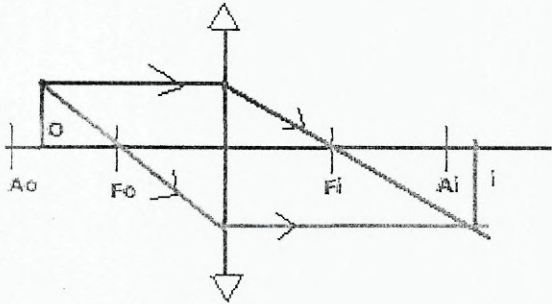


Imagem:
 - Real;
 - Invertida;
 - Maior;

4º CASO: Objeto no F_o ;

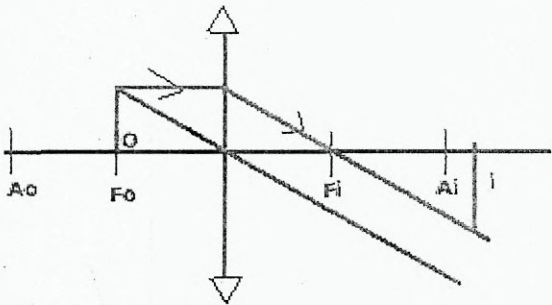


Imagem:
 - Imprópria;

5º CASO: Objeto entre F_o e O ;

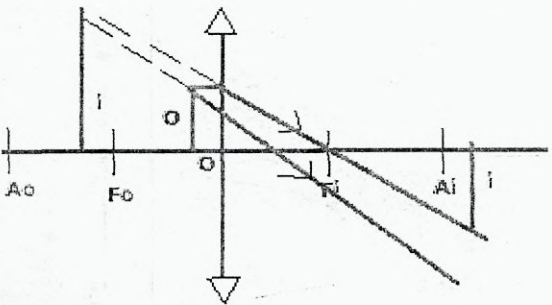


Imagem:
 - Virtual;
 - Direita;
 - Maior.

Material utilizado: 01 lupa

Experiência: Através da lupa os alunos observavam os objetos a sua volta e anotavam as características das imagens.

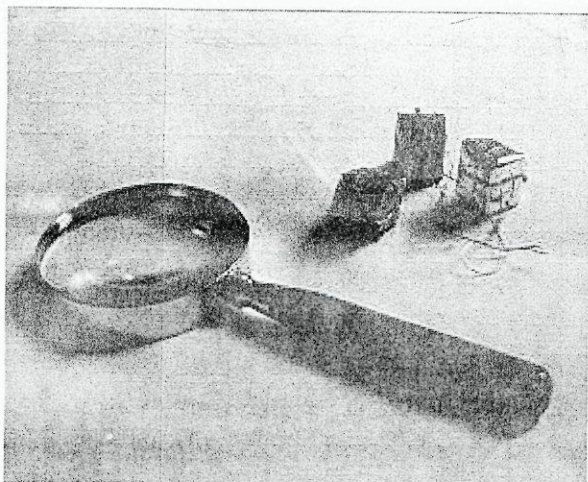


Figura 64 – Lupa e os objetos

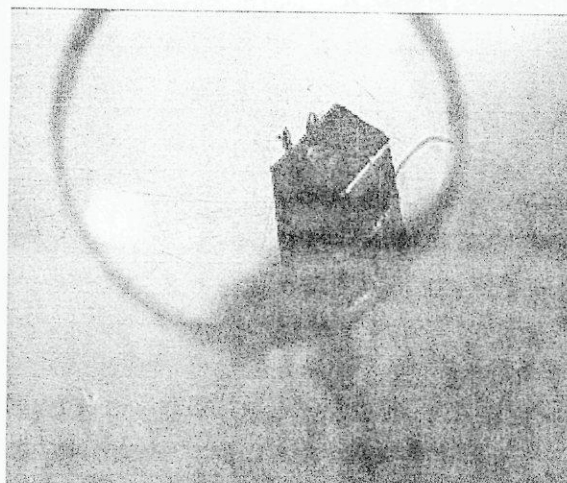


Figura 65 – Formação da imagem virtual na lupa, conforme explicitado no 5º caso



Figura 66 – Lupa ampliando a imagem do livro

6.2 Questionário sobre os experimentos

Nome: _____

Grupo: _____

Responda as questões a seguir referentes a cada experimento:

Experimento 1 (Lentes de Acrílico)

- Qual o motivo do raio luminoso sofrer desvio ao incidir nas peças de acrílico?
- Diga em qual dos casos foi observada a convergência e a divergência dos raios:
- Associe os nomes de cada lente, quanto sua borda (espessa ou delgada):
- Para queimar uma folha de papel concentrando os raios solares, qual seria o tipo de lente mais indicado?

Experimento 2 (Olho Mágico)

- a) Verifique se a imagem observada é maior ou menor que os objetos:
- b) O olho mágico é um utensílio de segurança, explique por qual motivo o olho mágico é o mais adequado em relação à lupa:

Experimento 3 (Lupa)

- a) Descreva as características das imagens observadas através das lupas:
- b) Se aumentarmos muito a distância entre o observador e a lupa, existirá alguma variação nas imagens? Dessa forma, continuaria sendo eficiente numa leitura? Explique:
- c) Pesquise sobre as lentes oculares e responda para cada qual tipo de defeito da visão a lente convergente seria mais eficiente:
- d) Compare as imagens formadas nos espelhos côncavos e nas lentes convergentes. Faça o mesmo para os espelhos convexos e as lentes divergentes.

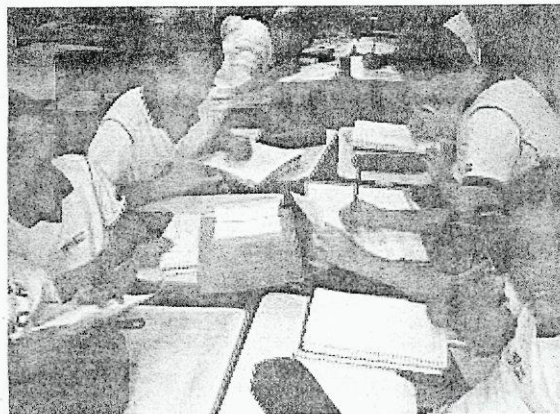
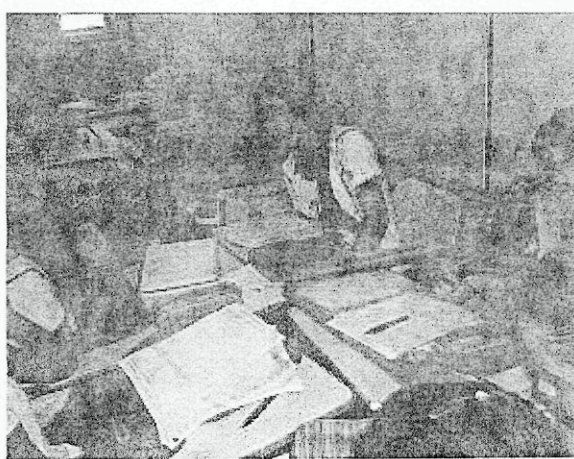
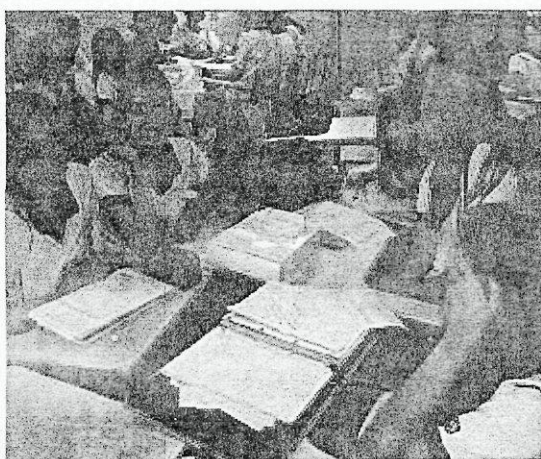
6.3 Comentários

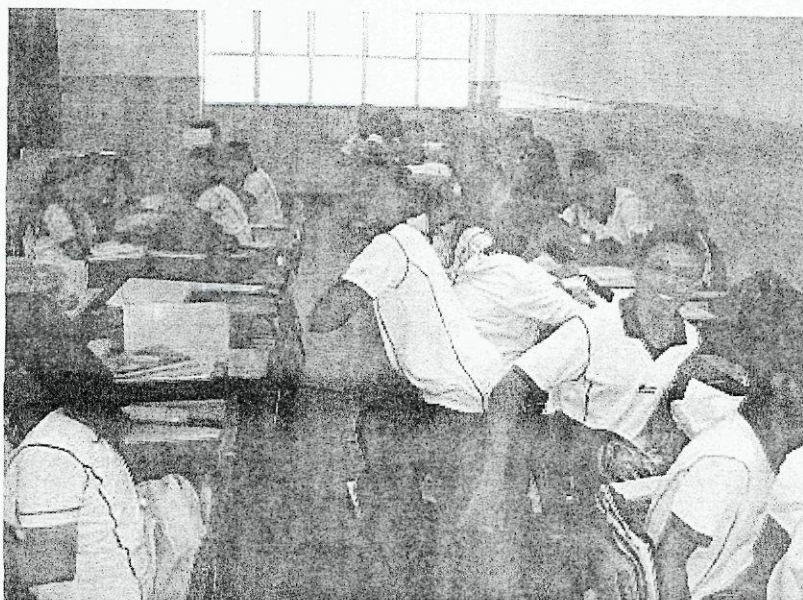
Os questionários referentes a esta aula e experimentos apresentaram rendimentos bem satisfatórios, conforme o pretendido. Os alunos associaram adequadamente os conceitos com os experimentos observados em sala, talvez pelo fato de terem sido utilizados experimentos bem simples, práticos e muito próximos da realidade vivencial destes alunos, trazendo mais entusiasmo e interesse por parte deles. Porém, a questão deste conteúdo cobrada na prova, não se apresentou tão satisfatória, pois houve certa confusão ao identificar a lente específica para cada situação.

VII - CAPÍTULO 6 - ANALISANDO OS RESULTADOS

7.1 - Resultado e Análise dos Resultados

Como já havia sido planejado anteriormente na metodologia, foi feita uma análise comparativa das 02 turmas de 9º ano do Ensino Fundamental, onde em uma delas foi utilizado o método tradicional de ensino, já reiterado pela escola e na outra o mesmo conteúdo foi visto através da utilização de experimentos com materiais de baixo custo, com o posterior preenchimento de questionários pelos alunos, referentes a cada aula ministrada, conforme as figuras abaixo:





Figuras 67, 68, 69, 70 e 71 – Alunos em sala de aula divididos em grupos

A maneira mais objetiva de se avaliar o método dos experimentos foi a análise e comparação das notas finais destas duas turmas, que vinham se mantendo equiparadas ao longo do primeiro semestre, como mostra o gráfico abaixo:

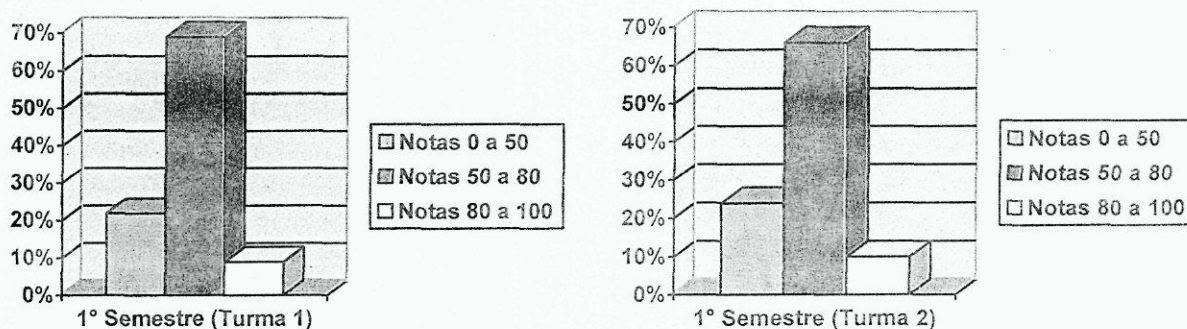


Gráfico 1 – Rendimentos das provas da Turma 1 no 1º semestre, antes das aulas experimentais

Gráfico 2 – Rendimentos das provas da Turma 2 no 1º semestre

As provas das duas turmas foram praticamente iguais. A turma 1 é do turno da manhã e possui um quantitativo em sala de aula de 38 alunos, enquanto que na turma 2 estudam 36 alunos. São turmas mistas e o número de alunos do sexo feminino e masculino é equiparado. Observa-se no gráfico apresentado que de maneira geral as notas estavam acima da média, porém o rendimento dos alunos de ambas as turmas não foi muito bom, visto que na turma 1 houve 22% de notas abaixo da média (menores que 50) e na turma 2, 24%. Na turma 1 apenas 9% ficaram notas entre 80 e 100 e na turma 2, apenas 10%. Os demais se mantiveram na faixa dos 50 a 80.

A partir do segundo semestre o conteúdo foi aplicado através de experimentos com materiais de baixo custo apenas na turma 1, enquanto que na turma 2, o ensino tradicional iniciado desde o primeiro semestre teve continuidade. É verificada uma variação destes rendimentos e a turma 1 apresenta uma maior evolução com relação a turma 2, que praticamente manteve o mesmo percentual do primeiro semestre, conforme mostra o gráfico a seguir:

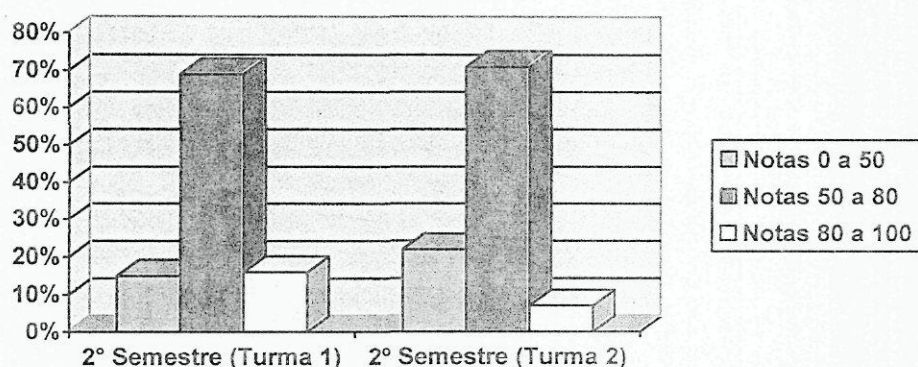


Gráfico 3 – Rendimentos das provas das Turmas 1 e 2 no 2º semestre, após as aulas experimentais

Embora as notas de 50 a 80 entre as 02 turmas estejam equiparadas, observa-se que a quantidade de notas de 80 a 100 da turma 1, subiu consideravelmente em relação ao primeiro semestre. Paralelamente, as notas vermelhas da turma 1, diminuíram com relação às notas do primeiro semestre.

A partir destes dados é possível mensurarmos o impacto positivo obtido na turma onde foram realizados os experimentos, não só no que se refere aos rendimentos, mas também quanto ao nível de participação, interesse e entusiasmo dos alunos, segundo avaliação do professor e da coordenação pedagógica da referida instituição. Além disso, os alunos da Turma 1, que foram submetidos aos experimentos, responderam a um questionário qualitativo ao término do semestre, com o objetivo de se obter mais dados de análise sobre o impacto da utilização dos experimentos com materiais de baixo custo em sala de aula:

7.2 – Questionário qualitativo

1- Em relação à postura do professor durante a aula com demonstração:

- a. () Foi diferente da habitual, o que possibilitou que os alunos participassem mais da aula através de perguntas e comentários
- b. () Foi diferente da habitual, entretanto achei que a mudança não incentivou a participação positiva dos alunos através de perguntas e comentários

c. Foi a mesma postura que tem durante as outras aulas sem equipamento de demonstração

2- Em relação à postura da turma, de maneira geral, durante a aula de demonstração:

a. Foi diferente da habitual, com mais perguntas e comentários

b. Foi diferente da habitual, entretanto achei que a mudança não incentivou a participação positiva dos alunos através de perguntas e comentários

c. Não apresentou mudanças

3- Algum comentário/questionamento de algum aluno ajudou-o a entender melhor a demonstração?

a. Sim

b. Não

4- Algum comentário/ resposta ou alguma pergunta feita pelo professor ajudou-o a entender melhor a demonstração?

a. Sim

b. Não

5- Avalie a aula com demonstração em relação aos itens propostos:

ITENS	RUIM	REGULAR	BOM	ÓTIMO
Qualidade do equipamento				
Interesse da turma pela apresentação				
Interação professor-alunos durante a aula				
Interação entre alunos durante a aula				
Interesse que a aula despertou em você				

6- Desenhe ou escreva com as suas palavras sobre a demonstração que mais lhe intrigou.

7.3 – Análise das respostas do questionário

Um total de 38 alunos respondeu o referido questionário, sem precisar identificar-se, buscando assim que os mesmos ficassem totalmente à vontade para responder à avaliação solicitada. Em relação à postura do professor durante a aula com demonstração, 36 responderam a letra **A**, demonstrando que 95% da turma avaliou a postura do professor como

diferente da habitual, o que possibilitou que os alunos participassem mais da aula através de perguntas e comentários; enquanto apenas 2 alunos responderam a letra **B**, configurando que 5% da turma compreendeu a postura do professor como sendo diferente da habitual, achando, porém, que a mudança não incentivou a participação positiva dos alunos através de perguntas e comentários.

Em relação à postura da turma, de maneira geral, durante a aula de demonstração, o resultado foi o mesmo mencionado acima, sendo provavelmente os mesmos 2 alunos que embora tenham achado que as posturas do professor e também da turma, tenham sido diferentes da habitual, entretanto avaliaram que a mudança não incentivou a participação positiva dos alunos através de perguntas e comentários.

No que se refere a pergunta de nº 03, verificou-se que 31 alunos (82% da turma) responderam sim para o fato de algum comentário/questionamento de algum aluno ajudou-o a entender melhor a Demonstração; enquanto que 7 (17%) responderam que não.

Com relação ao fato de algum comentário/ resposta ou alguma pergunta feita pelo professor ter ajudado-o a entender melhor a demonstração, verificou-se que 33 alunos, ou seja, 87% da turma responderam *sim*, enquanto que 5 alunos (13%) responderam *não*.

Com relação à avaliação de alguns itens, segue o percentual abaixo:

ITENS	RUIM	REGULAR	BOM	ÓTIMO
Qualidade do equipamento	2%	8%	58%	32%
Interesse da turma pela apresentação	—	—	12%	88%
Interação professor-alunos durante a aula	—	—	32%	68%
Interação entre alunos durante a aula	—	7%	42%	51%
Interesse que a aula despertou em você	—	5%	47%	48%

No que se refere à demonstração que mais lhe intrigou, 81% afirmaram ter sido o experimento do sapinho a demonstração mais intrigante dessas aulas, enquanto que 15% relataram ter sido a Mágica da Vela e 4% afirmaram ter sido o experimento da Caneta quebrada.

A partir dos resultados obtidos com o questionário em questão, é possível identificar o forte impacto que os experimentos com materiais de baixo custo em sala de aula, exercem

sobre o processo de ensino e aprendizagem, uma vez que modifica toda a relação estabelecida entre o professor e os alunos e entre os próprios alunos, promovendo uma maior interação e aproximação entre os referidos atores. A partir dos experimentos foi possível um melhor entendimento dos conceitos físicos por parte dos alunos, uma vez que os mesmos foram mostrados de maneira mais aproximada da realidade vivencial dos alunos, dando maior significado aos conteúdos ministrados, possibilitando ainda, a participação destes no processo do conhecimento. Ou seja, a partir dos experimentos as aulas fugiram ao padrão tradicional, onde a matéria é repassada aos alunos de forma isolada e abstrata, sem que estes possam perceber qualquer relação com seu cotidiano.

VIII - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho direcionado aos alunos do 9º ano teve por finalidade buscar a motivação no corpo discente, introduzindo a física de forma simples e que de fato esteja presente de forma intuitiva, facilitando a compreensão do mundo e dos acontecimentos que os cercam. Contudo não houve a preocupação em demonstrar cálculos, o que talvez pudesse tornar o trabalho menos estimulante em função do grau de amadurecimento escolar. Já a opção de utilizar experimentos de baixo custo está relacionada com a vida dinâmica e altamente desgastante do professor, que na maioria das vezes não dispõe de recursos e nem do apoio das instituições. É importante ressaltar que todos os experimentos foram escolhidos de acordo com o plano de curso para o 2º semestre da instituição.

Ao longo das aulas ministradas verificou-se, a partir de uma análise do professor e da coordenação pedagógica, uma maior concentração, estímulo, interesse e curiosidade entre os alunos, portanto, maior motivação. A necessidade de observar os materiais dos experimentos despertava ao que iria acontecer em sala de aula, o que não ocorrera nas aulas da outra turma. A sala de aula passou a ser um lugar mais descontraído e o professor passou a encarar o comportamento agitado e "elétrico" dos alunos como algo natural e necessário para que a construção do conhecimento seja realizada sem agressões. Isto pode estar diretamente relacionado com o fato das aulas terem ocorrido de maneira horizontalizada, e não verticalizada, onde as teorias são impostas sem qualquer reflexão ou participação dos alunos neste processo de ensino e aprendizagem. Trata-se porém, de uma conjectura, uma vez que não há uma evidência fechada, mostrada no estudo de caso. De acordo com o questionário qualitativo, ao longo das aulas foi possível uma maior interação entre os alunos e o professor, aumentando a relação e a comunicação destes, bem como no que se refere à construção conjunta deste conhecimento.

No que se refere aos rendimentos das 02 turmas em questão, observou-se um pequeno avanço com relação às notas dos bimestres anteriores, além de uma maior evolução da turma, onde os experimentos foram realizados.

Embora a experiência tenha sido bastante positiva, foram encontradas dificuldades na elaboração dos experimentos, na construção destes e nas pesquisas, em função da ausência de tempo, devido ao grande quantitativo de turmas e as obrigações impostas aos professores pela instituição, tornando as tarefas diárias um pouco mais cansativas do que já é verificado normalmente.

Concluiu-se, então, que um laboratório com experimentos confeccionados com material de baixo custo é possível de ser montado nas escolas, nos ensinos fundamental e médio, e que contribui efetivamente no processo de ensino e aprendizagem. O mais importante para a realização do empreendimento seria o apoio dos diretores e outros órgãos relacionados com o ensino.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALHANATI, L. S. **Espelhos Luz**. In: http://alfaconnection.net/pag_avsf/luz0301.htm - Acesso em Outubro/ 2009;
- BAQUERO, R. **Vygotsky e a Aprendizagem Escolar**. Porto Alegre: Artes médicas, 1998;
- BÔAS, N. V.; DOCA, R. H.; BISCUOLA, G. J. **Tópicos de Física: Termologia, Ondulatória e Óptica**. São Paulo: Editora Saraiva, 2007;
- BRASIL. Ministério da Educação e Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Brasília, DF, 1998;
- CRUZ,R.; Leite, S. Carvalho,C. **Experimento de física em micro escala**. São Paulo: Editora Scipione, 1997;
- FLAVELL, John. H. **A Psicologia do desenvolvimento de Jean Piaget**. São Paulo: Editora Pioneira, 1996;
- FRANCO, Sérgio R. K. **O Construtivismo e a Educação**. Porto Alegre: Mediação Editora, 1995;
- FREIRE, Ângela. **Contribuições Teóricas de Lev Vygotsky**. In: <http://www.smecc.salvador.ba.gov.br/site/documentos/espaco-virtual/espaco-alfabetizar-letrar/lecto-escrita/artigos/referencial-%20teorico%20-%20Vygotsky.pdf>. Acesso em Outubro/ 2009;
- FREIRE, Paulo. **Educação como Prática da Liberdade**. Rio de Janeiro, Editora Paz e Terra, 1967;
- FREIRE, Paulo. **Extensão ou Comunicação**. Rio de Janeiro, Editora Paz e Terra, 1969;
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro, Editora Paz e Terra, 1970;
- GASPAR, A. **Experiências de Ciências para o Ensino Fundamental**. São Paulo: Editora Ática, 2001;
- GASPAR, A. **Física**. 1a ed. São Paulo: Editora Ática. v. 2, 2001;
- GOWDAK, D. e MARTINS, E. **Química e Física**. São Paulo. FTD Editora, 2007;
- HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. Porto Alegre, 9ª edição. Editora Bookman, 2002;
- NICOLAU, G. F; PENTEADO, P. C.; TOLEDO, P. S. e TORRES, C. M. **Física, Ciência e Tecnologia**. Volume Único. São Paulo. Editora Moderna, 2001;
- OLIVEIRA, F. F.; VIANNA, D. M.; GERBASSI, R. S. **Física Moderna no Ensino Médio: o que dizem os professores**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 3, 2007;

- RAMALHO, F., FERRARO, N. G. e TOLEDO, P. A. S. **Os Fundamentos da Física 2**. São Paulo. Editora Moderna, 2007;
- REGO, Teresa Cristina. **Vygotsky: uma Perspectiva Histórico-cultural da Educação**. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 1995;
- SAVIANI, D. **A Nova Lei da Educação (LDB). Trajetórias, Limites e Perspectivas**. Campinas- São Paulo: Editora Autores Associados, 2001;
- VALÉRIA, I, D, A. **A matemática através de brincadeiras e jogos**. São Paulo: Papirus editora, 2000;
- VIGOTSKY, L. S. **A formação Social da Mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1984;
- VIGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1987;
- <http://www.brasilecola.com> – Acesso em Outubro/ 2009;
- www.sofisica.com.br – Acesso em Novembro/ 2009.

ANEXO 1

**Conteúdo Programático do 4º Bimestre para o 9º ano do Ensino Fundamental,
proposto pela instituição**

CONTEÚDO	OBJETIVOS
Luz	
1. Reflexão da Luz 2. A cor de um corpo por reflexão 3. Espelhos planos (formação de imagens) 4. Espelhos esféricos (imagens) 5. Refração (entender o fenômeno) 6. Lentes 7. Conceito de Lente 8. Classificação das lentes 9. Imagens nas lentes 10. Aplicação das lentes	- conceituar reflexão – aplicando as leis - entender como a luz branca se decompõe - compreender a cor dos corpos por reflexão - construir imagens em espelhos planos - classificar as imagens nos espelhos esféricos - explicar refração aplicando em situações práticas - classificar as lentes - dar exemplos e aplicação das lentes - Classificar as imagens nas lentes