

Licenciatura Noturna de Física
Instituto de Física
UFRJ

Projeto de Instrumentação de Ensino de final de curso

**ENSINO-APRENDIZAGEM DE CONCEITOS DA
ÓTICA GEOMÉTRICA:
UM MÓDULO PARA PROFESSORES E
ALUNOS DA ESCOLA FUNDAMENTAL**

Aluno: Alexsander Corrêa Paixão
DRE: 097250662
Orientadora: Susana de Souza Barros

Banca

Francisco Artur Chaves
Ligia Moreira Farias
Susana de Souza Barros
Teócrita Abritta
Agosto 2001

09/2001



SUMÁRIO

I – JUSTIFICATIVA

II – OBJETIVOS

III – INTRODUÇÃO

3.1. O Discurso Pedagógico no Ensino da Física

3.2. Referencial Teórico

IV – MÉTODOS E RECURSOS

4.1. Atividades desenvolvidas com os alunos da Oitava Série

4.2. Atividades desenvolvidas com professores de ciência da Rede Municipal

V – ANÁLISE E DISCUSSÃO

5.1. Atividades desenvolvidas com os alunos

5.1.1. Questionário para Avaliação Inicial

5.1.2. Trabalho em Grupo da Atividade Experimental

5.1.2.1. Análise das respostas grupais ao item “Questões” do roteiro anterior

5.2. Atividades realizadas com os Professores

5.2.1. Questionário para identificação do perfil do participante

5.2.2. Conteúdos de Física apresentados aos Professores

5.2.3. Oficina: As atividades apresentadas aos Professores

Atividade 1: Reflexão Especular

Atividade 2: Formação da Imagem Num Espelho Plano

Atividade 3: Refração

Atividade 4: Imagem Formada Num Anteparo Opaco

Atividade 5: Sombras Coloridas

Atividade 6: Espelhos Angulares

5.2.4. Avaliação do encontro

VI – CONCLUSÕES

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

I. JUSTIFICATIVA

1ª) A Física faz parte do conteúdo de Ciências (Física, Química e Biologia), e na 8ª série do Ensino Fundamental as ciências são ensinadas por professores com formação em Biologia, que frequentemente apresentam dificuldades para trabalhar os conceitos físicos fundamentais como também desenvolver atividades práticas com os alunos.

2ª) Temos que lembrar ainda que a atual situação do magistério não contribui para que os professores invistam em sua própria formação. Suas condições de trabalho, muitas vezes, os afastam da oportunidade de fazer cursos de atualização e aperfeiçoamento, quando estes são oferecidos.

3ª) Pensamos em fazer um trabalho que pudesse discutir conceitos físicos com os professores, mesmo que da forma tradicional, e depois desenvolver algumas atividades práticas, pois a ênfase desse trabalho é a montagem de um módulo piloto de atividades para alunos assim como um módulo de conceitos de óptica fundamental para professores.

II. OBJETIVOS

- a. Desenvolver um módulo piloto de atividades para o ensino de conceitos da ótica geométrica utilizando métodos de "ensino integrado", para o ensino de ciências,
- b. Trabalhar um módulo de física geométrica para os alunos da 8ª série
- c. Apresentar os conteúdos de física (óptica) aos professores, de forma **escolarizada**, para auxiliar no desenvolvimento das atividades do "ensino integrado".

III. INTRODUÇÃO

Cabe à escola motivar o aluno para que ele amplie sua capacidade de observar, refletir, elaborar hipóteses e analisar resultados. Nesse processo, busca-se desenvolver o raciocínio lógico e o espírito crítico, estabelecendo, sempre que possível, uma relação entre o dia-a-dia do aluno e os conceitos científicos que se pretende construir.

Ao repensar o fazer na sala de aula, é importante que os professores percebam o educando como sujeito de sua ação, seu contexto sócio-econômico-cultural, para propor, um trabalho educativo voltado para a realidade deste aluno, numa integração: aluno/família, educação/realidade, objetivos/ aspiração pessoal. As expectativas que os professores consigam trabalhar objetivamente sob estas premissas são muito pequenas, porém necessárias para poder-se trabalhar sobre a base da realidade social do corpo discente hoje na escola.

Segundo os PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio, MEC/SEMTEC,1998), *não se trata, de elaborar novas listas de tópicos de conteúdos, mas sobretudo de dar ao ensino de Física novas dimensões. Isso significa promover um conhecimento contextualizado e integrado à vida dos alunos. Apresentar uma Física que explique a queda dos corpos, o movimento da lua ou das estrelas no céu, o arco-íris e também os raios laser, as imagens da televisão e as formas de comunicação. Uma Física que explique como se faz o cálculo da conta da energia elétrica que pagamos ou o consumo diário de combustível do automóvel (gasolina, álcool, gás, etc...) assim como também as questões referentes ao uso das diferentes fontes de energia em escala social, incluída a energia nuclear, com seus riscos e benefícios. Uma Física que discuta a origem do universo e sua evolução. Que trate do refrigerador ou dos motores a combustão, das células fotoelétricas, das radiações presentes no dia-a-dia, mas também dos princípios gerais que permitem generalizar todas essas compreensões. Uma Física cujos significados o aluno possa perceber no momento em que aprende e utilizar posteriormente sempre que seja solicitado.*

Segundo Braga & Moreira (1997), *é preciso que o professor de Ciências entenda que a Ciência é fundamentada e que é uma forma peculiar de atividade mental, ou seja, a física se baseia em hipóteses e teorias e a partir daí utilizando-se de conhecimentos matemáticos se desenvolve as leis físicas. Essa forma diferente de pensar deverá criar hábitos permanentes no aprendiz que poderão ser transferidos para outras situações.*

3.1. Discurso Pedagógico no Ensino da Física

Inúmeros fatores parecem reforçar a idéia de que a física ensinada na escola não parece exercer influência significativa na formação cultural do indivíduo (alfabetização científica) nem está satisfatoriamente contribuindo para o aprendizado de conceitos e leis, para a habilidade em operar com a matemática, ou para o aprimoramento do raciocínio na solução de problemas de física ou da vida cotidiana (Almeida,1992).

Na atualidade e para um grande número dos estudantes, o ensino de física escolar provoca reações negativas. O fato de gerar um sentimento de incapacidade para aprender/compreender/aplicar os conhecimentos apresentados, parece reforçado pela baixa contribuição da disciplina para a compreensão dos fenômenos naturais, pelos altos índices de reprovação na escola e pelas notas nos vestibulares (a física conjuntamente com a matemática são geralmente as lanterninhas das notas obtidas nos vestibulares do país, (comentários feitos pelos professores e instituições responsáveis pelo vestibular) e pelo pouco conhecimento da área observado mesmo por aqueles que são aprovados na escola e nos vestibulares.

Este é o resultado da forma em que as ciências são ensinadas. Os alunos são pouco incentivados na escola a apresentar suas próprias idéias, limitando-se a desempenhar o papel de ouvintes (o professor é que fala) ou leitores passivos (quando é solicitada alguma tarefa). Dessa forma, pode-se atribuir a influência dos textos didáticos e da exposição do professor a baixa eficiência da aprendizagem do aluno.

3.2. Referencial Teórico

Segundo Braga & Moreira (1995) *ao se trabalhar Ciências na escola, professor e aluno devem desenvolver um trabalho integrado, observando a organização da apresentação dos conteúdos de forma a não deixar “buracos”, tentando sempre que possível trabalhar os aspectos conceituais (teoria) conjuntamente com suas aplicações práticas*, isto pode ser feito quando levamos pequenas demonstrações em sala de aula ou desenvolvemos atividades em laboratórios, de forma que haja integração professor-aluno de forma a se discutir os conceitos apresentados em sala de aula.

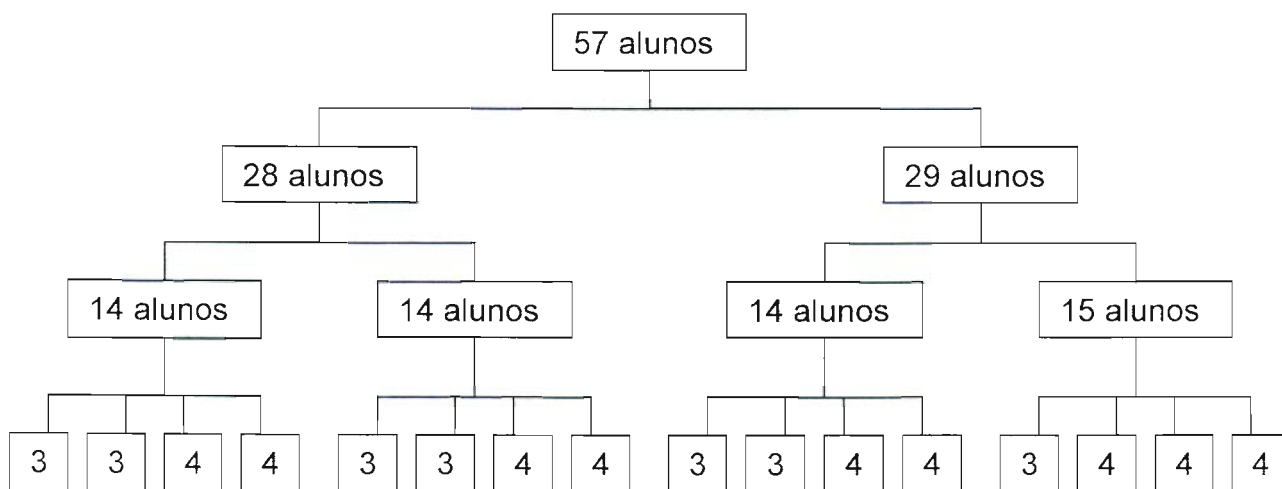
Este método de ensino propõe os princípios básicos que norteiam as estratégias pedagógicas desenvolvidas neste trabalho, a saber: .

- O domínio dos conteúdos como instrumento da atuação profissional do professor. (Módulo piloto sobre os conteúdos de física fundamental)
- O saber prévio (do aluno) como ponto de partida para a construção do saber sistematizado. (Pré-teste, diagnóstico)
- A comunicação (em sala de aula) como instrumento de interação social, desenvolvendo a capacidade de expressão do aluno. (Capacidade de compreensão das instruções nas atividades propostas, leitura, oral e escrita)
- A relação teoria-prática como uma constante ação pedagógica (as atividades levam a uma aproximação do cotidiano) de modo que o aluno perceba utilidade dos conceitos apresentados em sala de aula, e com isso se crie estímulos para que a aula se torne interessante.
- A forma de tratamento dos conteúdos, partindo da pergunta (dúvida?) para a construção de novos conceitos pelo aluno (tenta estimular o aluno a pensar a respeito de determinadas situações durante as intervenções na atividade) não podemos deixar de utilizar a vivência do aluno como ferramenta de trabalho, porque dessa forma ele se sente mais participativo na aula.

IV. MÉTODOS E RECURSOS

4.1. Atividade desenvolvida com alunos da oitava série

O grupo que participou da primeira etapa do trabalho, num total de 57 alunos, foi constituído por alunos da oitava série do ensino fundamental, de idades entre 13 a 15 anos, de uma escola particular, do Município do Rio de Janeiro. As atividades desenvolvidas tiveram duração de 90 minutos e as turmas foram separadas em grupos e subgrupos como mostra o diagrama abaixo, sendo que cada aula de 90 minutos foi realizada com grupos de 14 ou 15 alunos subdivididos como mostra o fluxograma abaixo.



O trabalho foi dividido em duas partes:

- aplicação de um pré-teste cujo objetivo era verificar os conhecimentos dos alunos a respeito do mecanismo da visão, fontes de luz (primária e secundária), reflexão (difusa e especular), refração e o olho humano;
- realização de atividades sobre reflexão, utilizando um espelho plano, obedecendo o seguinte plano de trabalho :
 - leitura do roteiro e apresentação do material a ser utilizado;
 - realização da experiência em grupos;
 - explicação dos conceitos físicos e os termos técnicos envolvidos durante as intervenções que feitas quando um grupo apresentava dúvida;
 - respostas (pelos alunos) às perguntas do questionário.
 - traçado de raios de luz através do alinhamento dos alfinetes (incidentes e refletidos);
 - discussão dos resultados obtidos pelos diferentes grupos, tentando confrontar semelhanças e diferenças entre as respostas encontradas, de forma que as respostas erradas fossem re-pensadas pelos próprios alunos durante a discussão;
 - revisão conceitual, onde cada aluno teve a oportunidade de expor suas idéias e tirar dúvidas.

4.2. Atividades desenvolvidas com professores de ciência da Rede Municipal

Esta etapa do Projeto foi desenvolvida durante uma oficina da qual participaram quatro (4) professores de ensino de ciências da Rede Municipal de Ensino do Rio de Janeiro (CIEP).

A escolha da óptica foi devida a facilidade de se conseguir material para desenvolver as atividades e também devido à motivação que os fenômenos ópticos provocam nos alunos.

- a) Na primeira parte desta atividade foi utilizado um questionário para identificação do perfil do professor, onde se buscava saber quais os conteúdos de física que cada professor dominava e a forma como ele trabalhava os conteúdos de física na escola.
- b) Na segunda parte foram apresentados os conteúdos (Anexo 6.3), com o objetivo de dar um embasamento, de maneira que o professor pudesse levar esses conceitos para a sala de aula e com isso, explicar para o aluno os fundamentos da física de alguns dos fenômenos da ótica básica. No texto apresentado foram abordados os seguintes temas:
 - desenvolvimento da teoria corpuscular e sua evolução para a teoria ondulatória;
 - a teoria da dualidade onda-partícula;
 - estudo da decomposição e composição da luz visível;
- c) Na terceira parte foram trabalhadas atividades abordando os fenômenos ópticos de maneira que os professores tivessem o embasamento necessário para realizarem essas atividades junto a seus alunos.

V. ANÁLISE E DISCUSSÃO

5.1. Atividades desenvolvidas com os alunos

Inicialmente foi aplicado um questionário que tinha como objetivo verificar quais eram as informações que os alunos tinham sobre fontes de luz, como é o mecanismo da visão, etc... Em seguida foi aplicado um módulo onde seria trabalhado os fundamentos da óptica geométrica (raio incidente, raio refletido, formação da imagem num espelho plano).

5.1.1. Questionário para Avaliação Inicial – Total de Alunos: 57

O questionário foi organizado a partir do trabalho: Goulart, Dias e Barros (1989)

Os números indicados após cada o item indicam a frequência de respostas

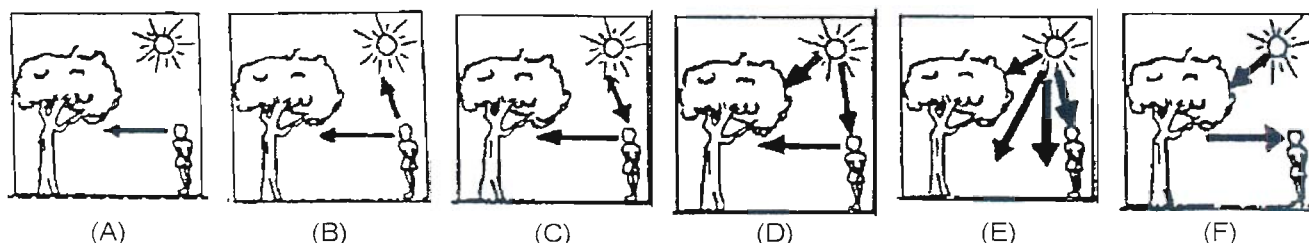
1) Qual é a importância da Física e porque poderia ser útil o seu estudo?

Respostas:

- ♦ Conhecer ou entender os fenômenos naturais – 38
- ♦ Estuda os movimentos – 17
- ♦ Melhorar a qualidade de vida – 5
- ♦ Desenvolvimento da ciência – 4
- ♦ Estudar outros planetas – 3
- ♦ Não souberam responder – 0

Cerca de 67% das respostas foram relacionadas ao conhecimento dos fenômenos naturais e suas explicações, nas respostas apareceram frases prontas, tais como: “A física está presente em nosso dia a dia. Para entendermos mais do meio onde vivemos e até sabermos mais sobre nós.”, “A física explica diversos fenômenos que ocorrem no espaço onde vivemos”. Não houve explicitação ou exemplos sobre o que é um fenômeno natural,

2) Dos diagramas abaixo, qual seria aquele que melhor permite explicar porque o menino vê a árvore. Tente justificar a sua resposta.



Respostas:

- ♦ F – 29
- ♦ D – 17
- ♦ E – 10
- ♦ A – 1
- ♦ Não souberam justificar – 14

Neste item, 51% dos alunos fizeram a escolha correta. Assim podemos observar que a metade dos alunos consegue identificar a reflexão dos raios luminosos vindos do sol na árvore e no menino e, conseguiram relacionar que, para que o menino possa visualizar a árvore, faz-se necessário a relação luz–árvore–menino. (fonte, objeto, detetor)

3) O que você entende por fonte de luz? Dê dois exemplos.

Respostas:

- ♦ Corpo ou local onde se produz luz – 30
- ♦ Energia luminosa – 11
- ♦ Corpo celeste que emite luz – 4
- ♦ Raio de luz – 1
- ♦ Não souberam responder – 3

Neste item, 53% responderam que fonte de luz é algo que produz luz simplesmente, mostrando mais uma vez que as idéias são formadas a partir de frases prontas, com mistura de conceitos diferentes (19% responderam energia luminosa), como por exemplo: energia = luz, pela forte tendência de relacionarem energia elétrica com luz no cotidiano.

Exemplos:

- ♦ Sol – 39
- ♦ Lâmpada – 34
- ♦ Fogo – 10
- ♦ Água – 2
- ♦ Estrela – 5
- ♦ Lua – 5
- ♦ Lampião – 1
- ♦ Cometas – 1
- ♦ Não souberam exemplificar – 12

Neste item, 68% relacionaram o Sol como fonte de luz e, novamente, 4% relacionaram a água como fonte de luz, misturando conceitos de geração de energia com fonte de luz, e a Lua (9%) aparece neste exemplo de maneira equivocada, pois a Lua é fonte secundária (reflete a luz do Sol), mas na compreensão dos alunos ela ilumina a noite.

4) O que a luz faz com os objetos?

Respostas:

- ♦ Ilumina o objeto – 28
- ♦ Objeto reflete a luz – 16
- ♦ Possibilita que se veja o objeto *mais claramente* – 7
- ♦ Reflexão difusa – 3
- ♦ Não souberam responder – 3

A pergunta é sutil e complexa, já que se trata de analisar a interação da luz com a matéria. Neste item, 49% disseram de maneira simples que a luz ilumina, sem entrar em detalhes mas, somente 5% explicaram em termos de reflexão difusa, alguns tentaram explicar em termos de reflexão da luz (28%), e outros relacionaram com uma visão mais nítida do objeto, ou seja, quanto mais luminosidade você tem mais nítida fica a imagem do objeto (12%). Tudo isso indica uma tendência em tentar explicar a situação apresentada em função do que se observa no dia a dia, sem uma análise mais cuidadosa, como por exemplo: se a luz no ambiente for muito intensa não se consegue ver o objeto. Também não foi mencionado a interação da luz com corpos transparentes, aquecimento (absorção) de superfícies, etc.

5) O que é necessário para poder se ver um objeto?

Respostas:

Elementos	N _{alunos}	%
Fonte	39	69
Fonte-Objeto	8	14
Fonte-Objeto-Detetor	6	11
Fonte-Detetor	4	6

Sabemos que o processo da visão se dá em função de três elementos básicos fonte-objeto-detetor, mas existe uma forte tendência em se esquecer de um desses elementos, sendo que a fonte foi lembrada por e inclusive considerada como o elemento principal por 69%.

5.1.2. Trabalho em Grupo da Atividade Experimental

Esta atividade trabalha a formação de imagens, reflexões e espelho plano. A turma foi dividida em grupos menores de 3 ou 4 alunos, de maneira que a atividade fosse desenvolvida com 4 grupos de cada vez, para evitar a dispersão entre os alunos. A seguir apresentamos o roteiro utilizado

Trabalho em Grupo

Nome: _____ N^o: _____
Nome: _____ N^o: _____
Nome: _____ N^o: _____

Objetivos:

Observar os fenômenos de reflexão em espelhos planos; identificar feixes incidente e refletido e linha normal, classificar a imagem formada. (real ou virtual, maior ou menor, direita ou invertida) através da análise do caminho óptico do raio luminoso.

Material Utilizado:

Espelho, alfinetes, placa de isopor para apoio, folha de papel, régua.

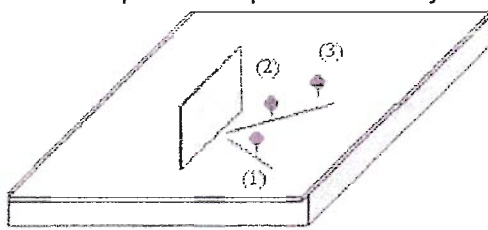
Procedimento Experimental:

- Coloque uma folha de papel branco e trace uma linha reta mais ou menos no meio da folha. Posicione o espelho sobre o papel, alinhando a face do espelho com a linha anteriormente traçada.
- Espete um alfinete (1) na placa, sobre o papel e observe a imagem fornecida pelo espelho. Espete dois outros alfinetes (2, 3) alinhando-os com a imagem do primeiro alfinete.

- c) Retire o espelho e trace o segmento de reta que passa pelos alfinetes (2, 3). Trace, também, um segmento de reta que ligue o alfinete (1), que constitui o nosso objeto de observação, até o ponto em que o outro segmento toca o espelho. Recoloque o espelho na mesma posição anterior.
- d) Espete mais dois alfinetes (4, 5) alinhados com a imagem do alfinete (1), mas segundo uma nova linha de observação, diferente da anterior.
- e) Trace a nova linha de observação passando os alfinetes (4, 5) na nova posição. Trace, também, a linha que vai do alfinete (1) até o ponto em que a nova linha de observação toca o espelho (novo raio incidente).
- f) Prolongue os raios refletidos, para além do espelho, até se encontrarem.
- g) Meça a distância desse ponto até o espelho e a compare com a distância do objeto ao espelho.

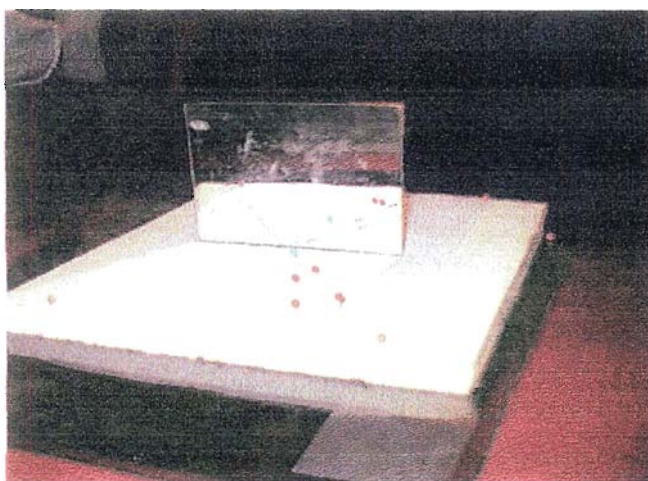
Explicações

- 1) A imagem se apresenta como se os alfinetes (2, 3) estivessem espetados sobre a mesma linha reta vindo de dentro do espelho. O segmento de reta que vai desde o alfinete (1) até o espelho constitui o raio incidente e o segmento de reta que vindo do espelho passa pelos alfinetes (2, 3) constitui o raio refletido. Esses segmentos representam o caminho que a luz percorre para ir do objeto para o observador.



Questões

- 1) O que você pode descrever a respeito da formação da imagem baseado no item f?
- 2) O ponto de intercessão corresponde à posição da imagem?
- 3) Descreva o resultado encontrado no item g.



Construção dos raios

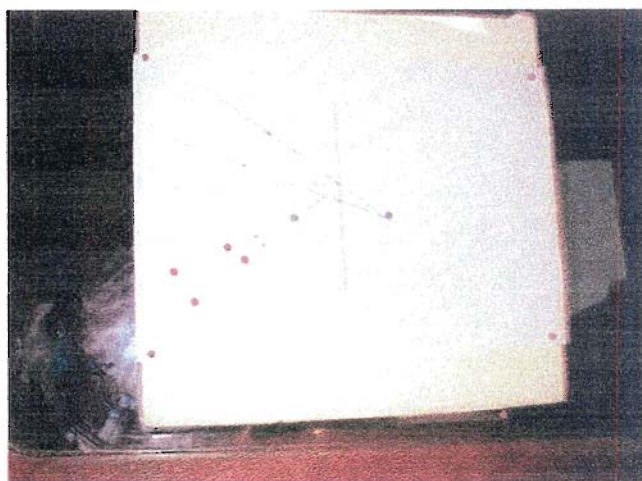


Diagrama de raios

5.1.2.1. Análise da resposta do grupo ao item “Questões” do roteiro acima

1) *O que vocês podem descrever a respeito da formação da imagem?*

Resposta:

- ♦ Responderam errado – 10
- ♦ Não souberam responder – 7
- ♦ Encontro dos prolongamentos dos raios – 4
- ♦ Imagem virtual, prolongamentos dos raios – 2

Nesta questão a maioria dos alunos não soube associar a pergunta feita aos resultados observáveis da tarefa realizada. Aqueles alunos que conseguiram fazê-lo precisaram do auxílio do professor para poder concluir.

2) *O ponto de intercessão dos raios corresponde à posição da imagem?*

Respostas:

- ♦ Sim – 17
- ♦ Não – 4
- ♦ Não souberam responder – 2

Este resultado indica que grande parte dos alunos conseguiu observar que a posição da imagem coincide com o ponto de intercessão dos raios luminosos.

3) *Descreva o resultado encontrado no item (g).*

Respostas:

- ♦ Distâncias iguais – 9
- ♦ Responderam errado – 8
- ♦ Não responderam – 6

Estes resultados estão de acordo com a quantidade de pessoas que conseguiram completar o item (4), e nesta questão não houve dificuldades para responder a pergunta.

4) *Diagrama de raios*

Respostas:

- ♦ Conseguiram fazer – 13
- ♦ Não conseguiram fazer – 10

Neste item muitos alunos não conseguiram responder devido a falta de organização das idéias. Com a intervenção do professor foi possível estruturar as respostas. A dúvida que surgiu com maior frequência foi o alinhamento dos alfinetes porque o aluno não conseguia visualizar como representar o raio de luz, através do alinhamento dos alfinetes.

5.2. Atividades realizadas com os Professores

5.2.1. Questionário para identificação do perfil do participante – Total: 04

1) *Fez algum curso de pós-graduação (mestrado, doutorado ou curso de especialização)? Especifique.*

- ◆ Mestrado – 1 (Mestrado: Botânica aplicada a Geologia)*
- ◆ Curso de Especialização – 1 (Especialização em Ensino de Ciências – UFF)
- ◆ Graduação – 1 (Serviço Social, incompleto), 1 (Biologia), 1 (Pedagogia), 1 (História Natural)*

Dentre os professores que estavam participando um teve formação na área de ciências (Biologia), e todos lecionavam ciências nas suas escolas. Devido a carência de professores ou por outras razões na rede municipal de ensino encontramos professores sem qualificação para lecionarem física.

2) *Assinale os conteúdos de física que você lembra ter estudado na graduação.*

- | | | |
|--|--|---|
| <input type="checkbox"/> Movimento | <input type="checkbox"/> Espelhos Planos e Esféricos | <input type="checkbox"/> Pêndulo Simples |
| <input type="checkbox"/> Trabalho e Energia | <input type="checkbox"/> Reflexão e Refração | <input type="checkbox"/> Ondas |
| <input type="checkbox"/> Lentes Delgadas | <input type="checkbox"/> Pressão | <input type="checkbox"/> Corrente Elétrica |
| <input type="checkbox"/> Gravitação | <input type="checkbox"/> Velocidade da luz | <input type="checkbox"/> Campo Elétrico e Magnético |
| <input type="checkbox"/> Movimento Circular | <input type="checkbox"/> Som | <input type="checkbox"/> Radiação Eletromagnética |
| <input type="checkbox"/> Leis de Newton | <input type="checkbox"/> Força | <input type="checkbox"/> Espectro Eletromagnético |
| <input type="checkbox"/> Calor e Temperatura | <input type="checkbox"/> Carga elétrica | |

- ◆ Movimento – 1
- ◆ Trabalho e Energia – 1
- ◆ Calor e Temperatura – 2
- ◆ Carga elétrica – 1
- ◆ Nada – 2

Estas respostas indicam que os conteúdos lembrados pelos professores não correspondem currículo mínimo que seria desejável que o professor de ciências dominasse.

3) *Em que escola(s) você leciona?*

- ◆ Escolas da Rede Municipal

4) *Você acha necessário que se ensine física no primeiro grau? Explique.*

Todos concordam que é necessário, e também reconhecem que os conceitos da física são necessários para explicar os fenômenos naturais.

5) *Você usa ou já usou algum tipo de experimento em sala de aula? Que conteúdos abordou?*

Novamente todos vêem a necessidade de trabalhar com atividades concretas ("alguma coisa") em sala de aula, já que isso facilita o aprendizado. Porém não utilizam por falta de condições na escola ou por outras razões.

6) *Os seus alunos estão interessados no estudo de ciências?*

As respostas são unânimes em relação ao ensino de ciências, quando se levam atividades em sala de aula os alunos ficam mais interessados e consegue-se um bom rendimento, isto é conseguem participar mais da aula, há um interesse maior em aprender.

7) *Alguma vez você levou a turma em algum tipo de evento científico? Caso afirmativo explique por quê? Com que frequência ?*

Somente uma professora levou os alunos (Sala de Ciências do SESC – Madureira, MAST, Planetário) e outra citou a dificuldade em conseguir transporte para levar os alunos.

5.2.2. Conteúdos de Física apresentados aos professores

Como os professores não tinham formação em física, houve necessidade de apresentar um conteúdo de óptica, com o objetivo de dar um embasamento aos professores, e assim poder apresentar posteriormente as atividades. Nesta apresentação que foi programado para durar 30 minutos, e os professores foram estimulados através de perguntas a participarem da exposição, que sempre utilizava perguntas e exemplos ligados com a vida cotidiana, e os professores se mostraram muito interessados em participarem da aula.

TEXTO

1. Natureza da Luz

Até meados do séculos XVII era crença geral que a luz consistia na emissão de corpúsculos, por fontes luminosas, tais como o Sol ou a chama de uma vela. Os corpúsculos seriam emitidos segundo trajetórias retilíneas; podiam atravessar corpos transparentes e seriam refletidos pela superfície dos corpos opacos. Quando atingiam a vista, o sentido da visão era estimulado.

Se, para provar a veracidade de uma teoria, bastasse sua capacidade de explicar fatos experimentais com um mínimo de hipóteses, teríamos que admitir que a teoria corpuscular era verdadeira. Ela explicava porque a luz se propaga em linha reta; por que se reflete em superfícies polidas, como nos espelhos, formando ângulo ao atravessar a superfície de separação de dois meios diferentes, como ao passar do ar para a água ou do ar para o vidro. Para todos esses fenômenos a teoria corpuscular fornecia explicações simples.

Em meados do século XVII, embora a maioria dos que se dedicavam ao estudo da Óptica aceitasse como verdadeira a teoria corpuscular, começou a se desenvolver a idéia de que a luz devia consistir em um movimento ondulatório de qualquer natureza. Christian Huygens, em 1670, mostrou que as leis de reflexão, pela mesma teoria, era simples. Entretanto, a teoria ondulatória não teve aceitação imediata. Objetivou-se que, se a luz fosse um movimento ondulatório, poderia contornar os corpos, já que as ondas contornam os obstáculos que encontram; e assim um corpo opaco não deveria impedir que fossem vistos objetos colocados à sua retaguarda. Hoje sabemos que o comprimento das ondas

luminosas é tão pequeno que, que embora as ondas realmente se curvem para contornar um obstáculo, a curvatura de ondas luminosas ao redor das bordas de um objeto produz o fenômeno conhecido por difração, já notado em 1655 por Grimaldi, que, no entanto, não lhe compreendeu o significado.

Somente em 1827 as experiências de Thomas Young e Augustin Fresnel, sobre interferência, e as medidas de velocidade da luz em líquidos, realizadas por Leon Foucault um pouco mais tarde, demonstraram a existência de fenômenos ópticos aos quais a teoria corpuscular não se adequava. As experiências de Young habilitaram-no a medir o comprimento de uma onda, e Fresnel mostrou que a propriedade retilínea da luz, bem como os efeitos de difração observados por Grimaldi e outros, são explicáveis por meio de tais ondas de pequeno comprimento de onda.

A natureza exata das ondas luminosas, e o meio através do qual são transmitidas, permanece um problema sem solução. O “éter”, imaginado por Huygens para meio de transmissão das ondas luminosas, e que se admitia encher todo o espaço vazio e penetrar os materiais transparentes, precisaria possuir qualidades notavelmente contraditórias. Se as ondas luminosas fossem elásticas, como as sonoras, o éter deveria ser extraordinariamente rígido, afim de tornar explicável a elevada velocidade da luz. Entretanto, ele não oferecia oposição ao movimento de um corpo, já que os planetas gravitavam através do éter sem apreciável diminuição de velocidade.

O segundo grande passo para o conhecimento da natureza da luz foi dado por James Clark Maxwell, cientista escocês. Em 1873 Maxwell mostrou que em um circuito oscilante elétrico pode irradiar ondas eletromagnéticas; medida a velocidade de propagação dessas ondas, por meios puramente elétricos e magnéticos, achou-se ser ela de cerca de 300.000 km/s. Dentro dos limites da aproximação obtida, a velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas era idêntica à de propagação da luz. Pareceu evidente consistir de ondas eletromagnéticas muito curtas. Quinze anos após a descoberta de Maxwell, Heinrich Hertz, utilizando um circuito oscilante de reduzidas dimensões, conseguiu produzir ondas extremamente curtas (as que, atualmente, são chamadas micro-ondas), de origem indubitavelmente eletromagnética, e mostrou que as mesmas possuíam todas as propriedades das ondas luminosas: podiam ser refletidas, enfocadas por uma lente, polarizadas, etc., tal como as ondas luminosas. A teoria eletromagnética de Maxwell e sua confirmação experimental por Hertz constituíram um dos triunfos da Física.

Em fins de século XIX acreditava-se que pouco ou nada faltava conhecer sobre a natureza da luz. Atualmente os físicos, diante de experiências aparentemente contraditórias, aceitam o fato de que a luz parece ter natureza dupla. Os fenômenos de propagação podem ser melhor explicados pela teoria eletromagnética, enquanto que as interações entre luz e matéria, nos processos de emissão e absorção, são fenômenos corpusculares.

2. Velocidade de Propagação da Luz

A velocidade de propagação da luz no espaço livre é uma das constantes fundamentais da natureza. É tão elevada (cerca de 300.000 km/s) que, até 1675, escapou a qualquer medida experimental; até então se imaginava que a velocidade da luz fosse infinita. (A velocidade de propagação da luz no vácuo é sempre representada pela letra c .)

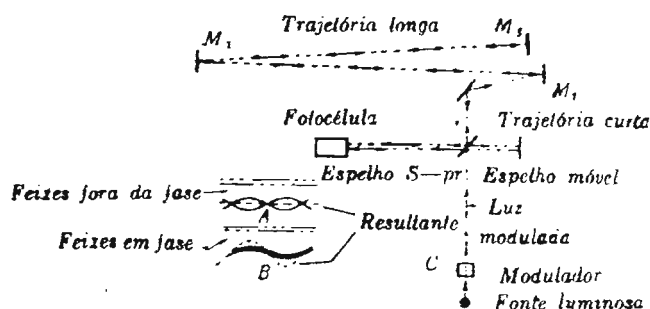


Fig. 1-5: Aparelho usado por Anderson para medir a velocidade de propagação da luz.

A medida mais recente da velocidade da luz foi a efetuada por W.C. Anderson na Universidade de Harvard, entre 1937 e 1941. O método de Anderson é o indicado na Fig. 1-5, reproduzida de seu relatório. A explicação seguinte é do próprio Anderson: "Um feixe luminoso passa através de um modulador, onde sua intensidade é tornada senoidalmente variável. Ao emergir do modulador o feixe passa através de, um espelho semi-prateado; uma parte do feixe é refletida para a superfície de um espelho móvel, onde também se reflete, vindo então, através do espelho semi-prateado, atingir uma fotocélula. A outra parte do feixe inicialmente emitido percorre uma longa trajetória M_1 , M_2 , M_3 , e volta pelo mesmo caminho, sendo agora refletida pelo espelho semi-prateado sobre a fotocélula. Um circuito sintonizado converte as correntes fotoelétricas em tensões, que são amplificadas e registradas. A tensão resultante depende da relação entre as fases dos dois feixes que atingem a fotocélula; é máxima quando ambos estão em fase, e mínima quando um dos feixes está atrasado em relação ao outro de um número ímpar de semi-ciclos. Anotando a diferença entre as trajetórias dos dois feixes, ajustadas para se obter um mínimo de tensão, a velocidade da luz pode ser facilmente calculada pela relação:

$$c = \frac{2fS}{n}$$

onde n é o número de semi-ciclos em atraso; S é a diferença entre as duas trajetórias; f é a frequência de modulação dos feixes; c é a velocidade da luz.

O valor achado por Anderson é de 299.776 km/s.

Analizando exaustivamente todas as medidas efetuadas até 1928, E.N. Dorsey, do National Bureau of Standards, concluiu que o valor mais aceitável para a velocidade da luz era:

$$c = 299.773 \text{ km/s}$$

considerado correto dentro de $\pm 10 \text{ km/s}$.

A velocidade de propagação de ondas eletromagnéticas pode ser obtida da teoria eletromagnética e por medidas puramente eletrostáticas e magnetostáticas; Rosa e Dorsey, do National Bureau of Standards, obtiveram, por tal meio:

$$c = 299.790 \text{ km/s} \pm 10 \text{ km/s}$$

resultado bastante próximo do obtido experimentalmente.

3. Leis da Reflexão da Luz

3.1. Reflexão Dirigida e Reflexão Difusa

Exceto quando fitamos diretamente uma fonte luminosa, como uma chama ou o filamento de uma lâmpada de incandescência, toda a luz percebida por nossos olhos a eles chega depois de refletida por algum corpo material.

Para o estudo da reflexão, as superfícies dos corpos podem ser classificadas em refletoras, quando polidas, e difusoras, quando não polidas. Nas superfícies não polidas a reflexão é difusa, ou mais simplesmente, há, *difusão*, isto é, a luz que incide sobre tais superfícies é refletida em todas as direções possíveis; os corpos não polidos são visíveis quando observados de qualquer direção, desde que estejam iluminados. Se a superfície de um corpo é lisa e bem polida, a reflexão é dirigida ou especular, e se dá em uma só direção, (polida, aqui, tem o sentido de polida para as ondas luminosas, isto é: as irregularidades da superfície são pequenas quando comparadas ao comprimento de onda das ondas luminosas). Em algumas superfícies, como a de uma folha de papel gessado ou a de uma mesa, ambos os tipos de reflexão se verificam.

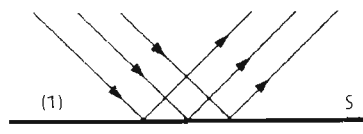


Fig. 2-1: Reflexão regular



Fig. 2-2: Reflexão difusa

3.2. Reflexão de uma Onda Plana em uma Superfície Plana

As leis de reflexão e refração podem ser obtidas da teoria eletromagnética. Para isso é necessário estabelecer a equação geral de uma onda eletromagnética incidente à superfície de separação de dois meios, e levar em conta as relações (conhecidas por condições limites) entre os vetores elétrico e magnético, que devem ser satisfeitas naquela superfície. Deduziremos, entretanto, as leis citadas de um modo mais simples, mediante a construção de Huygnes.

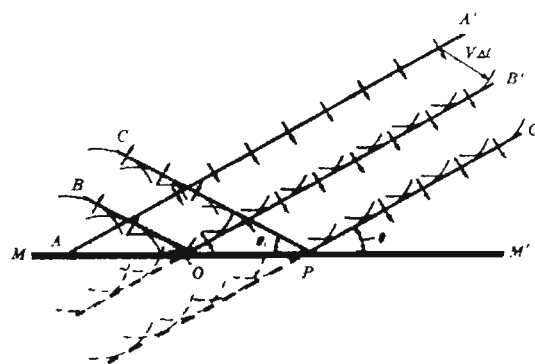


Fig. 2-3: Posições sucessivas da superfície de onda AA', quando refletida pela superfície MM'

3.3. Imagem em Espelhos Planos: Imagem Real e Imagem Virtual

A imagem de um objeto pontual, dada por um espelho plano, está situada no prolongamento da normal baixada do objeto ao espelho; a distância entre a imagem e a superfície do espelho é igual à distância entre o objeto e a mesma superfície.

A imagem de um corpo de dimensões finitas pode ser obtida segundo a regra enunciada. Cada ponto de seta AB , da Fig. 2-4 tem sua imagem formada pelo espelho. A imagem do ponto A é o ponto A' ; a de B é B' . A totalidade das imagens dos diversos pontos é a imagem da seta

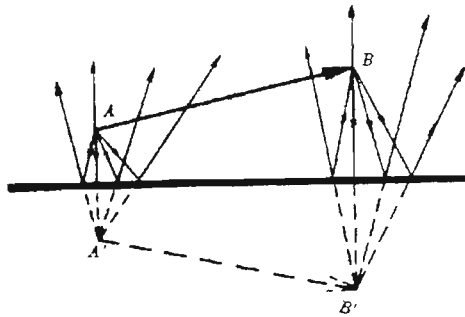


Fig. 2-4: $A'B'$ é a imagem de AB , formada por reflexão em um espelho plano.

Imagens tais como a da seta AB , nas quais parecem se originar superfícies de onda, que não se originam, são de fato imagens virtuais.

4. Leis da Refração da Luz

4.1. Índice de Refração

A velocidade de propagação da luz, estabelecida acima, é a velocidade de propagação no vácuo. Através de substâncias materiais, afora poucas exceções, a luz se propaga com velocidade menor. Além disso, a velocidade de propagação no vácuo independe do comprimento de onda, o que não acontece quando a propagação se faz em uma substância qualquer; nesse caso tem lugar o efeito conhecido como dispersão. A relação entre a velocidade de propagação da luz no vácuo e a velocidade de propagação da luz de um dado comprimento de onda em uma substância qualquer é chamada *índice de refração* da substância para a luz do comprimento de onda dado. O índice de refração, sendo a relação entre duas velocidades, é um número abstrato, e geralmente é maior que a unidade.

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

A velocidade de propagação da luz em um gás é aproximadamente igual à de propagação no vácuo, e a dispersão é pequena. O índice de refração do ar, por exemplo, em condições normais, e para a luz violeta, de comprimento de onda 0,00004359 cm, é 1,0002957; para a luz vermelha, de comprimento de onda 0,00006563 cm, o índice é 1,0002914. Em muitos casos, portanto, podemos admitir que a velocidade de propagação da luz no ar seja igual à, de propagação no vácuo, bem como considerar o índice de refração do ar igual à, unidade. O índice de refração de um gás é diretamente proporcional à sua densidade.

O índice de refração da maioria dos vidros comumente usados em instrumentos de óptica varia entre 1,46 e 1,96. Poucas substâncias têm índice de refração superior a 1,96; uma delas é o diamante, com índice 2,42.

Índice de Refração (Para luz de comprimento de onda 0,000589 cm)	
Vidro	1,46 a 1,96
Espato da Islândia (CaCO_3)	1,658
Quartzo (SiO_2)	1,544
Sal Marinho (NaCl)	1,544
Fluorita (CaF_2)	1,434
Bissulfeto de Carbono	1,629
Álcool Etilico	1,361
Água	1,333

4.2. Refração de uma Onda Plana em uma superfície Plana

Quando um trem de ondas, avançando em meio transparente, atinge a superfície de um segundo meio, também transparente mas de índice diferente (isto é, diferindo as velocidades de propagação num e noutro meio), dois novos trens de ondas se originam nessa superfície: um de ondas refletidas, que continua a se propagar no primeiro meio; outro, de ondas refratadas, que passa a se propagar no segundo meio. Se a superfície de separação dos dois meios for polida, a direção das ondas refletidas poderá ser obtida pela lei de reflexão.

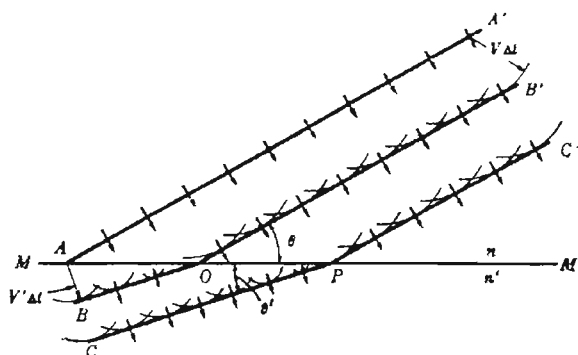


Fig. 3-3: Posições sucessivas da superfície de onda AA' , refratada ao passar dum meio n para outro meio n' .

5. Reflexão e Refração de Raios Luminosos

É possível analisar-se a passagem da luz através de qualquer sistema óptico, mediante aplicações sucessivas da construção de Huygens às superfícies de onda. Entretanto, muitas vezes os problemas se simplificam com a utilização de raios luminosos, em vez de superfícies de onda; se desejar, as superfícies de onda podem ser traçadas posteriormente, bastando torná-las normais aos raios.

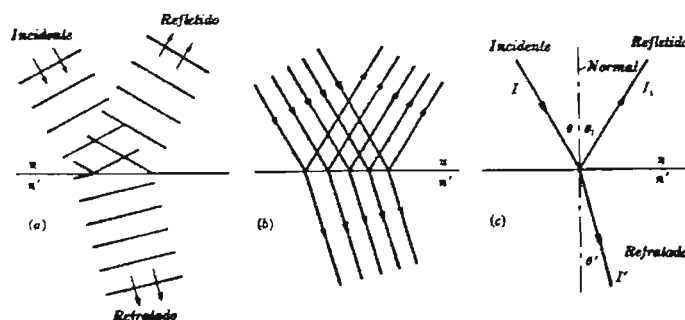


Fig. 4-1: (a) Um trem de ondas planas é parcialmente refletido e parcialmente refratado na superfície de separação de dois meios. (b) As superfícies de onda foram substituídas por raios. (c) Para maior clareza, um só raio incidente, refletido e refratado, estão representados.

Quando um raio luminoso é refletido, o ângulo de reflexão é igual ao ângulo de incidência. O raio incidente, o refletido, e a normal à superfície refletora no ponto de incidência, estão no mesmo plano.

Quando um raio luminoso é refratado, o raio incidente, o refratado, e a normal à superfície de separação dos dois meios no ponto de incidência, estão situados no mesmo plano.

5.2.3. Oficina: Atividades apresentadas aos professores

Apresentamos a seguir as atividades que foram trabalhadas com os professores com o objetivo de prepará-los para desenvolver estas atividades na escola. Os Professores acompanharam as demonstrações e as repetiram em grupo.

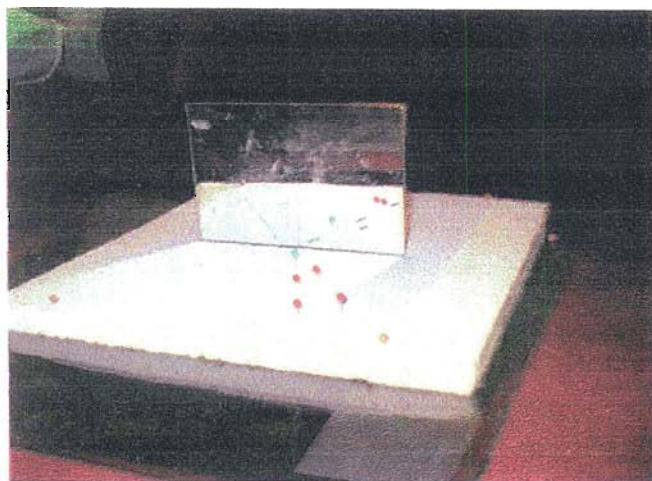
Atividade 1: Reflexão Especular.

Objetivos:

Observar fenômenos de reflexão em espelhos planos, identificar feixes incidente e refletido e linha normal.

Material:

Fonte de luz, espelhos, alfinetes, base de isopor para apoio, folhas de papel, régua



Construção dos raios

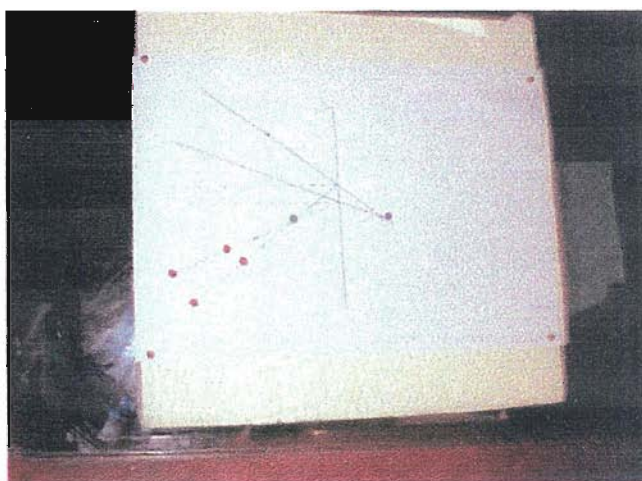


Diagrama de raios

Procedimentos Experimentais:

- Ponha uma folha de papel branco sobre a placa de isopor e sobre o mesmo apoie um espelho em pé. Trace a linha de contato do espelho com a folha. Essa linha representará a superfície do espelho.
- Acenda a fonte e projete a luz sobre a folha de papel de modo que o caminho percorrido por ela fique visível. Observe que não é possível ver a luz mas apenas o seu "rastro" sobre o papel. A esse rastro denominamos feixe de luz.
- Faça o feixe de luz atingir o espelho e observe sua trajetória sobre o papel. A parte do feixe que vai da fonte até o espelho é denominada feixe incidente e a parte do feixe que sai do espelho é denominada feixe refletido.
- Marque com pelo menos dois alfinetes, o caminho percorrido pelo feixe incidente e pelo feixe refletido. Retire o espelho e trace, com o auxílio dos alfinetes, as linhas indicativas das direções do feixe incidente e do feixe refletido. Essas linhas são chamadas, respectivamente, de raio incidente e raio refletido.

Observação 1: O ponto em que os dois raios se encontram no espelho é chamado de ponto de reflexão.

e) Trace um segmento de reta perpendicular a linha que representa o espelho, passando pelo ponto de reflexão. Essa linha recebe o nome de Normal ao espelho.

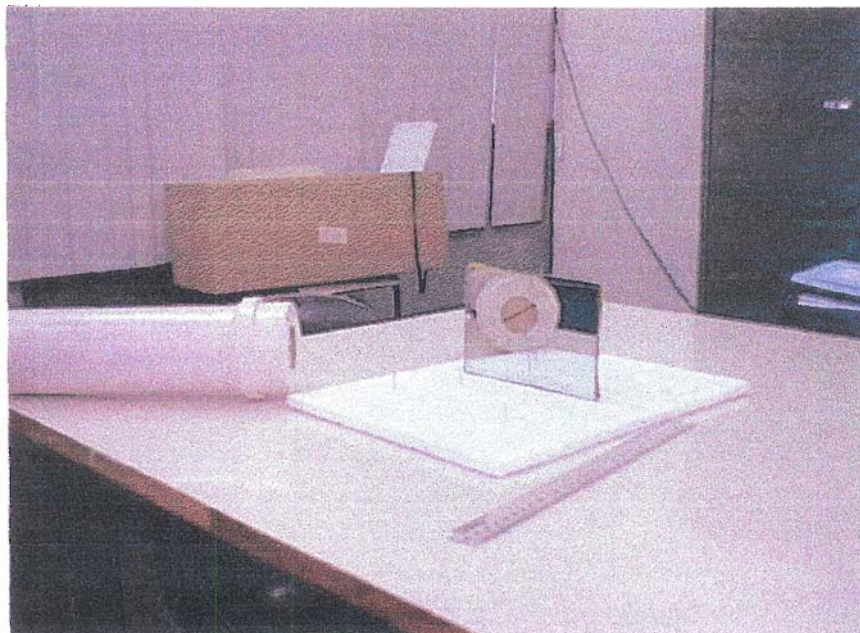
Observação 2: O ângulo que o raio incidente (feixe incidente) faz com a linha normal é chamado de ângulo de incidência e o ângulo entre o raio refletido (feixe refletido) e a mesma normal é chamado de ângulo de reflexão.

f) Meça esses dois ângulos e os compare entre si. São iguais ou diferentes?

Atividade 2: Formação da imagem num Espelho Plano

Objetivos: Observar os fenômenos de reflexão em espelhos planos; identificar feixes incidente e refletido e linha normal, classificar a imagem formada. (real ou virtual, maior ou menor, direita ou invertida) através da análise do caminho óptico do raio luminoso.

Material Utilizado: fonte de luz, espelhos, alfinetes, base de isopor para apoio, folhas de papel, régua.



Procedimento Experimental:

- Coloque uma folha de papel branco e trace uma linha reta mais ou menos no meio da folha. Posicione o espelho sobre o papel, alinhando a face do espelho com a linha anteriormente traçada.
- Espete um alfinete (1) na placa, sobre o papel e observe a imagem fornecida pelo espelho. Espete dois outros alfinetes (2, 3) alinhando-os com a imagem do primeiro alfinete.
- Retire o espelho e trace o segmento de reta que passa pelos dois novos alfinetes. Trace, também, um segmento de reta que ligue o primeiro alfinete, que constitui o nosso objeto de observação, até o ponto em que o outro segmento toca o espelho. Recoloque o espelho na mesma posição anterior.

Observação 1: A imagem se apresenta como se os alfinetes (2, 3) estivessem espetados sobre a mesma linha reta vindo de dentro do espelho. O segmento de reta que vai desde o alfinete (1) até o espelho constitui o raio incidente e o

segmento de reta que vindo do espelho passa pelos alfinetes (2, 3) constitui o raio refletido. Esses segmentos representam o caminho que a luz percorre para ir do objeto para o observador.

- d) Espete mais dois alfinetes (4, 5) alinhados com a imagem do primeiro, mas segundo uma nova linha de observação, diferente da anterior.
- e) Trace a nova linha de observação passando os alfinetes (4, 5) na nova posição. Trace, também, alinhamento que vai do alfinete (1) até o ponto em que a nova linha de observação toca o espelho (novo raio incidente).
- f) Recoloque o espelho na posição e observe a imagem. Como você observa dentro do espelho?
- g) Prolongue os raios refletidos, para além do espelho, até se encontrarem. O ponto de intercessão corresponde à posição da imagem?

Observação 2: Vemos, então, que a imagem se forma na intercessão dos prolongamentos dos raios refletidos.

- h) Meça a distância desse ponto até o espelho e a compare com a distância do objeto ao espelho.

Observação 3: Esse fato nos permite determinar a distância da imagem ao espelho, medindo a distância do ponto de intercessão dos raios refletidos até a linha representativa da superfície do espelho.

Comentários: A reflexão difusa espalha a luz que vem de alguma fonte em todas as direções. O espalhamento da luz mistura luzes que interage com o material da superfície que espalha a luz; a luz difundida nos traz informações dessa superfície.

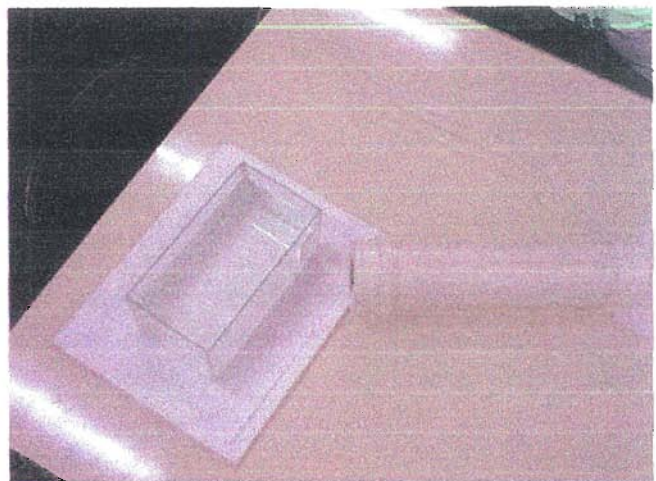
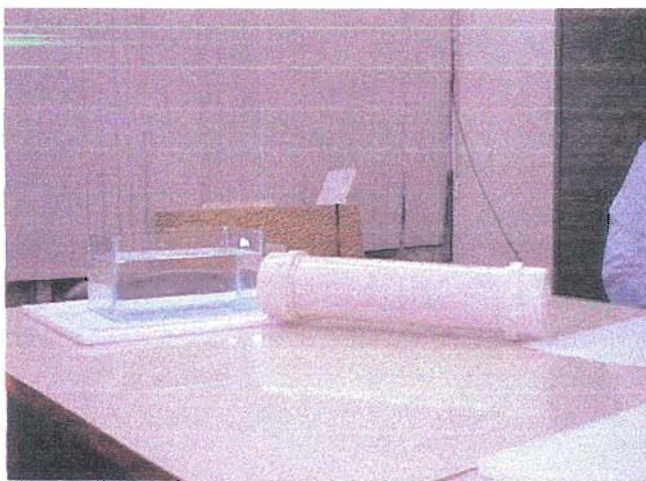
Na reflexão especular a luz incidente é quase toda refletida na direção de reflexão transmitindo assim uma imagem da fonte.

Atividade 3: Refração

Objetivos:

Observar o fenômeno da refração e discutir os seus efeitos, de maneira que se aprenda o fenômeno a partir de conceitos que o estudante já possua, identificar ângulos de incidência, de refração e linha normal.

Material Utilizado: fonte de luz, cuba de vidro, placa de isopor, alfinetes.



Considerações Iniciais:

A refração é um dos fenômenos ópticos mais básicos na interação luz e matéria, pois é a base para a ocorrência de diversos outros fenômenos importantes, como por exemplo a ampliação de imagens por lentes, a decomposição da luz por prismas.

Procedimentos Experimentais:

- a) Coloque a cuba com água sobre uma folha de papel e sobre a placa de isopor. Faça um feixe de luz incidir sobre uma das faces da cuba com água. Isso deve ser feito de modo que o feixe de luz toque a folha de papel tornando-se visível. Como é o trajeto da luz dentro da água?
- b) Trace, no papel, uma linha indicativa da face do aquário que está sendo iluminada. Marque sobre essa linha o ponto em que o feixe de luz toca o aquário. Isso pode ser feito espetando-se o alfinete (1), nesse ponto, bem junto da cuba de vidro. Com outro alfinete (2), marque outro ponto do caminho do feixe. O que acontece com o feixe de luz ao entrar na água?
- c) Marque, com um alfinete (3), o ponto onde o feixe sai da água. Espete o mesmo o mais junto possível da face por onde o feixe sai.
- d) Retire a cuba de vidro e trace a direção do feixe incidente usando como pontos de referência os alfinetes (1, 2) colocados no caminho do feixe.
- e) Usando o mesmo procedimento trace a direção do feixe refratado (linha que vai do alfinete 1 ao 3). Esses dois feixes estão na mesma direção?
- f) Trace uma linha reta, perpendicular à face de incidência, que passe exatamente pelo ponto em que o feixe incidente atinge a face da cuba (ponto de incidência). Essa linha é chamada de linha normal à superfície de incidência (Normal).
- g) Meça o ângulo que o feixe incidente faz com a normal. Esse é o ângulo de incidência. Faça o mesmo com o ângulo que o feixe refratado faz com a normal: esse é o ângulo de refração. Esses ângulos são iguais? Depois desse experimento, o que você entendeu por refração?

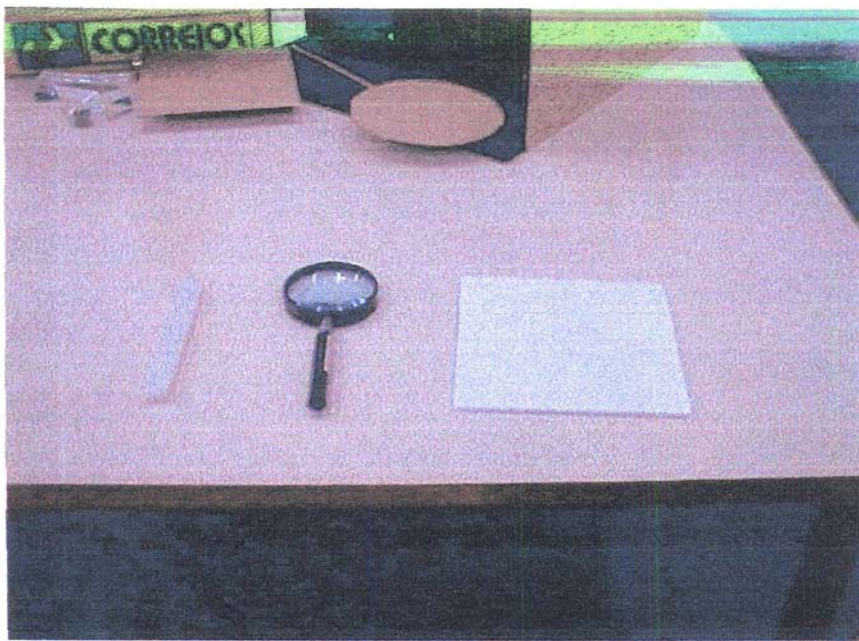
Atividade 4: Imagem Formada Num Anteparo Opaco

O estudo da formação de imagens no olho humano pode ser realizado através de uma simulação, onde uma lente convergente faz a função do cristalino e um pedaço de papel sobre o qual se formará a imagem simula a retina. Além disso, é necessário um objeto e uma fonte de luz para iluminá-lo.

Objetivos:

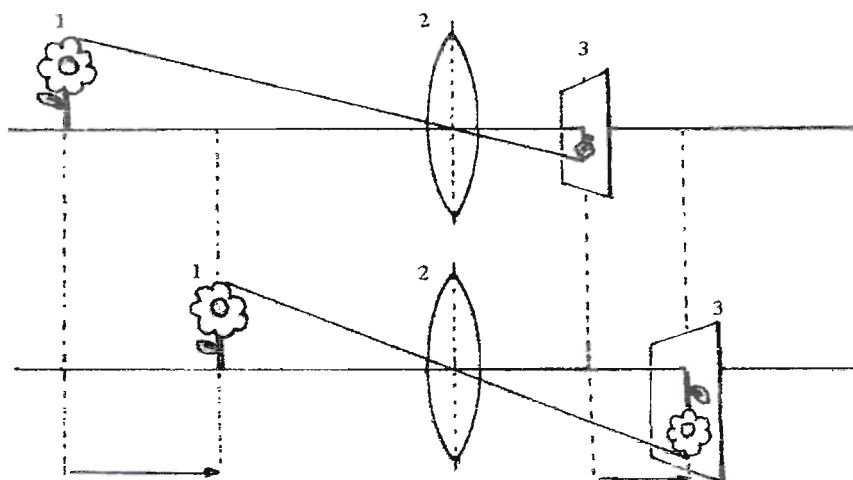
Demonstrar o funcionamento do olho humano.

Material Utilizado: vela, lanterna, tela branca, lente convergente



Procedimento Experimental.

Colocando-se o objeto a uma grande distância da lente, encontramos uma posição para o anteparo em que a imagem é nítida. Aproximando-se o objeto, podemos verificar que a imagem perde nitidez para esta posição do anteparo, ou seja, a imagem não se forma na mesma posição anterior. Caso queiramos focalizá-la no anteparo, devemos alterar a posição deste.



Para cada posição do objeto (1) em relação à lente (2), encontramos uma posição diferente para o anteparo (3) em que a imagem é nítida.

No olho humano, a posição do anteparo (retina) é fixa, porém a imagem está sempre focalizada. Isto acontece porque o cristalino, a lente responsável pela focalização, modifica seu formato, permitindo desvios diferenciados da luz através da alteração de sua curvatura.

Quando a distância entre a lente e o objeto é muito grande, a luz proveniente do objeto chega à lente e é desviada para uma certa posição do anteparo. A imagem estará focalizada e será vista com nitidez. Esta posição, onde acontece a convergência da luz, é denominada distância focal (f), sendo uma característica da lente.

Atividade 5: Sombras Coloridas

Objetivo:

Entender o fenômeno da composição e decomposição da luz branca. As cores primárias, em relação à luz, são o vermelho, o verde e o azul (os professores de Educação artística, em geral, classificam como cores primárias: o vermelho, o azul e o amarelo, o que pode ser aceito para a mistura de tintas, mas não para as luzes coloridas).

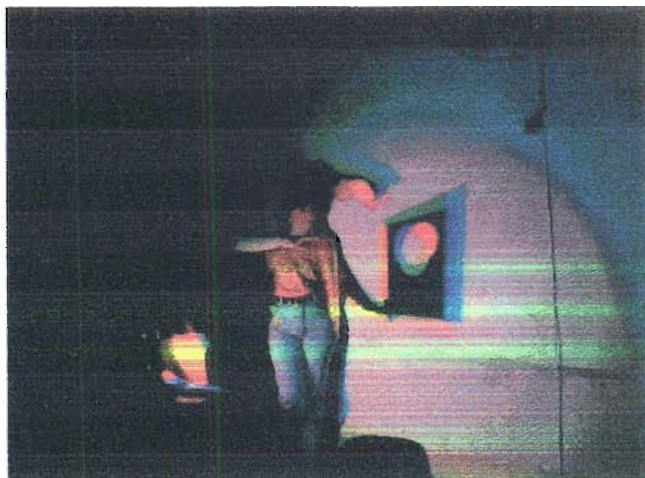
Material Utilizado: “Canhão de Luz”, anteparo de papelão



Procedimento Experimental

Ligue o canhão de luz em direção a uma parede (esta parede tem que ser pintada de branco, ou utilizar uma cortina branca) com as três luzes acesas:

- 1) Coloque o papelão com furo central na frente do canhão e verifique a formação da imagem abaixo:
- 2) Colocar o círculo na frente do canhão e observar o que ocorre. Qual a diferença entre eles?
- 3) Identificar cada cor formada na parede.



Atividade 6: Espelhos Angulares

Objetivo:

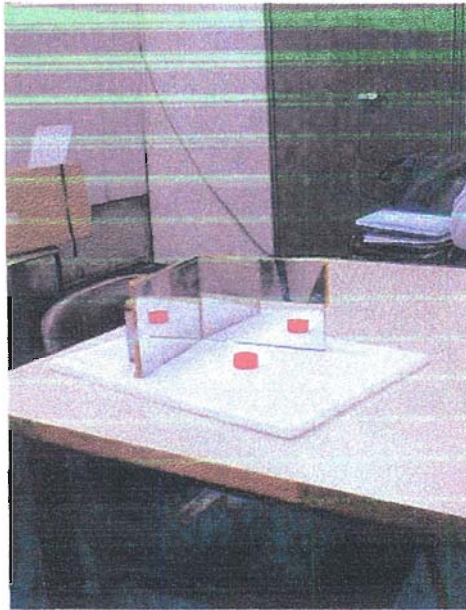
Verificar que o número n de imagens de um objeto fornecidas por dois espelhos angulares pode ser calculado por uma fórmula matemática:

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

onde α é o ângulo entre os dois espelhos.

Material Utilizado:

Dois espelhos planos pequenos, base de isopor, objeto opaco (tampa de refrigerante), transferidor



Procedimento Experimental:

Coloque os espelhos numa posição onde se conheça o ângulo entre eles, e posicione o objeto entre os dois espelhos. Verifique quantas imagens consegue observar do objeto. Repita o procedimento para vários ângulos diferentes.

5.2.4. Avaliação do encontro – Total: 04 professores

Ao final deste encontro com os professores foi feita uma discussão a respeito do trabalho realizado com eles, isto é:

- ♦ os professores concordaram que com este encontro foi possível perceber como o interesse pela aula pode ser estimulado e também como os conteúdos de física podem ser complementados através da utilização de materiais concretos.
- ♦ Nem todos concordaram em mudar sua metodologia, incluindo estas atividades complementares, alegando dificuldades de controle da turma, falta de infraestrutura e falta de preparo.
- ♦ Do ponto de vista da importância de “mini cursos”, como este trabalho realizado com eles, de maneira unânime responderam que é de muita utilidade e que não apenas trás novidades como esclarece dúvidas a respeito de perguntas que os alunos fazem e nem sempre conseguem responder.

VI. CONCLUSÕES

Apesar do conhecimento de resultados das pesquisas realizadas em ensino de física que poderiam contribuir para mudar o ensino da física escolar, há grandes dificuldades para modificar os métodos do ensino predominantemente discursivo usados nas escolas. Muitas escolas têm como objetivo primeiro para o ensino de física apenas um treinamento para as provas futuras de vestibular, e isso pode ser observado em praticamente todos os livros didáticos hoje utilizados, como por exemplo, Ramalho, 1988 e Bonjorno, 1993.

A presente proposta quer repensar um ensino de física além desse objetivo, já que apresenta a possibilidade de desenvolvimento de atividades concretas mais interessantes, cujo efeito poderia trazer um melhor aproveitamento por parte dos alunos. Propõe-se também poder motivar os alunos através da realização de atividades extra-classe, como trabalhos em grupo, atividades em laboratório, apresentação de vídeos, visitas a Museus e mostras de ciência, etc...

Os professores que participaram deste estudo se mostraram interessados em divulgar para outros colegas o trabalho apresentado, mas todos demonstraram dificuldades de expor suas dúvidas a respeito das atividades. Assim verificamos que esse tipo de trabalho tem que ser desenvolvido com frequência para que se possa construir ambientes mais receptivos para a troca de informações. As dificuldades vêm da formação básica do professor, como mostra a análise das respostas ao questionário de levantamento do perfil do professor, que identifica somente um dos professores participantes tem formação na área de ciências (Biologia), e os outros três eram formadas em áreas de humanas., mesmo assim lecionavam ciências nas suas escolas, localizadas num subúrbio do Rio de Janeiro.

Por essas razões considero que os professores precisam de uma formação de conteúdos mais aprofundada assim como de estímulos para poder ter segurança para trabalhar com novas estratégias e novos materiais didáticos, pois encontramos nossos alunos, na sua maioria, desmotivados e sem interesse algum pelas aulas oferecidas, com a conseqüente perda para uma aprendizagem significativa.

De fato, para alguns dos alunos as informações estão ao alcance numa velocidade altíssima através dos meios de comunicação (Internet, TV a cabo, revistas), e assim têm acesso a praticamente todo tipo de informação de forma desordenada. Cabe sempre ao

- Almeida, M. J., *"Ensino de Física: Para Representar Algumas Concepções"*, Cad. Cat. Ens. Fís., Florianópolis, Vol. 9, Nº 1, Pág. 20 – 26 , Abril. 1992
- Braga, M. F. & Moreira, M. A., *"Metodologia de Ensino Ciência Físicas e Biológicas"*, Belo Horizonte, Ed. Lê, Fundação Helena Antipoff, 1995.
- Brasil, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica, *"Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio"*, 1999.
- Chassot. A., *"A Ciência Através dos Tempos"*, São Paulo, Moderna, 1994
- Goulart, S. M., Dias, E. C. & Barros, S. S., *"Conceitos Espontâneos de Crianças sobre Fenômenos Relativos à Luz: Uma Análise Qualitativa"*, Cad. Cat. Ens. Fís., Florianópolis, Vol. 6, Nº 1, Pág. 9-20, Abr. 1989
- Sears, F. W., Física 2, Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico, 1961
- Ramalho Júnior, F., São Paulo, Moderna, 1988
- Bonjorno, R. A.; São Paulo, FTD, 1993