

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA
E TECNOLOGIA FLUMINENSE
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

Felipe Araújo Paes Barbosa

**ELABORAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE UMA PLACA
MULTISSENSORIAL PARA O ENSINO DE ESPELHOS ESFÉRICOS**

**Campos dos Goytacazes
2017**



Felipe Araújo Paes Barbosa

ELABORAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE UMA PLACA MULTISSENSORIAL PARA O ENSINO DE ESPELHOS ESFÉRICOS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Maria Priscila Pessanha de Castro

Biblioteca Anton Dakitsch
CIP - Catalogação na Publicação

B112e Barbosa, Felipe
 ELABORAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE UMA PLACA
MULTISSENSÓRIA PARA O ENSINO DE ESPELHOS ESFÉRICOS /
Felipe Barbosa - 2017.
 93 f.: il. color.

 Orientador: Maria Priscila de Castro

 Dissertação (mestrado) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia Fluminense, Campus Campos Centro, Curso de Mestrado
Nacional Profissional em Ensino de Física, Campos dos Goytacazes, RJ,
2017.

 Referências: f. .


 1. Ensino de Física. 2. Objetos Multissensorial. 3. Aprendizagem
Significativa. 4. Óptica. 5. Mapas Conceituais. I. de Castro, Maria Priscila,
orient. II. Título.

ELABORAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE UMA PLACA MULTISSENSORIAL PARA
O ENSINO DE ESPELHOS ESFÉRICOS

Felipe Araújo Paes Barbosa

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

Aprovada por:



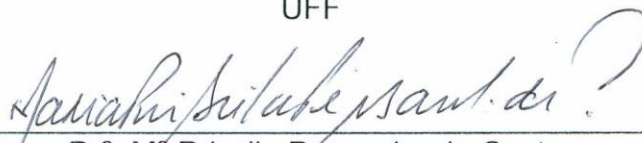
Dr^a. Renata Lacerda Caldas
IFFluminense



Dr. Wander Gomes Ney
IFFluminense



Dr. Ladário da Silva
UFF



Dr^a. M^a Priscila Pessanha de Castro
Orientadora e Presidente da Banca Examinadora
UENF

Campos dos Goytacazes/RJ
2017, 1º Semestre

Dedico este trabalho a minha família:
à minha mãe Mirian
às minhas irmãs Sabrina e Mariana
e à minha amada esposa Soffia

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida, pela ajuda e proteção, pela Sua força e presença constante, por ter me proporcionado inteligência necessária, persistência diante das dificuldades, discernimento diante das escolhas e por me guiar à conclusão de mais uma preciosa etapa de minha vida.

Agradeço aos meus pais Alexandre e Mirian, por terem sido os mediadores do dom da vida e pelas assistências ao longo de minha existência, agradeço de modo especial a minha mãe por sempre se mostrar uma torcedora orgulhosa pelas conquistas alcançadas até aqui. Às minhas irmãs pela torcida constante.

À minha querida esposa Soffia, pela parceria, paciência, carinho e compreensão ao ceder o tempo que deveria ser nosso e acabou muitas vezes sendo só meu.

À minha orientadora Maria Priscila Pessanha de Castro que foi uma orientadora presente e amiga, acreditou em mim e não mediu esforços em sua orientação. Muito obrigado pelo exemplo de profissional, amiga e pessoa que és pra mim.

Aos colegas de turma pelas dificuldades, horas de estudo, trocas de aprendizagem, ensinamento e por sempre manterem esse bom humor todos os dias.

Aos professores que lecionaram ao longo da duração do mestrado, de modo especial aos professores José Luis Boldo, Pierre Schwartz Auge e Wander Gomes Ney pelas novas metodologias de ensino e avaliação que aprendi graças a vocês.

Aos diretores, professores, alunos e funcionários do Colégio Estadual Dr. Félix Miranda por permitirem e acolherem com tanto carinho as intervenções em sala de aula. Sem vocês esse trabalho não seria possível.

Ao IFF-Campos-Centro e à SBF pela oportunidade de cursar o programa MNPEF

À CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida.

RESUMO

Todos os professores e alunos sabem das diversas dificuldades encontradas ao ensinar e aprender física, principalmente as dificuldades encontradas em turmas que possuam alunos com alguma deficiência física. Felizmente, nos últimos anos, surgiu a preocupação com a inclusão social. Isso leva os professores a repensarem sua aula, levando em consideração as dificuldades e heterogeneidade de cada aluno e das turmas como um todo. No presente trabalho foi elaborada e utilizada uma placa multissensorial com alunos do 2º ano do ensino médio, de modo que esse objeto viesse a contribuir para uma efetiva aprendizagem significativa. Os objetos multissensoriais são objetos educacionais que podem ser utilizados tanto com alunos que possuam alguma deficiência visual, quanto com alunos videntes, de modo a sair da aula tradicional expositiva e levar os alunos a interagirem e participarem efetivamente em sala de aula. Junto com o objeto multissensorial foi elaborado um roteiro de aplicação das aulas, seguindo uma sequência de aplicação que permitiu elencar os subsunçores preexistentes na estrutura cognitiva dos alunos e verificar como a metodologia utilizada pode influenciar na aprendizagem dos estudantes. Neste trabalho os alunos confeccionaram mapas conceituais sobre óptica geométrica e os mesmos foram utilizados como um dos instrumentos avaliativos.

Palavras-chave: Ensino de Física, Aprendizagem Significativa, Objetos Multissensorial, Óptica, Mapas Conceituais.

ABSTRACT

All teachers and students know of the many difficulties encountered in teaching and learning physics, especially the difficulties encountered in classes that have students with a physical disability. Fortunately, in recent years there has been concern about social inclusion.

This leads teachers to rethink their classes, taking into account the difficulties and heterogeneity of each student and of the classes as a whole. In the present work a

multisensory board was developed and used with students from the second year of high school, so that this object would contribute to an effective meaningful learning. Multisensory objects are educational objects that can be used with both visually impaired students and sighted students in order to get out of the traditional expository classroom and to engage

students in interacting and effectively participating in the classroom. In addition to the multisensory object, a script was developed for the application of the classes, following an application sequence, which allowed the inclusion of preexisting subsets in the students' cognitive structure and to verify how the methodology used can influence students' learning.

In this work the students made conceptual maps about geometric optics and they were used as an evaluation tool.

Keywords: Physics Teaching, Meaningful Learning, Objects Multisensory, Optics, Conceptual Maps.

Lista de ilustrações

Figura 1: Representação esquemática proposta por Moreira do contínuo de aprendizagem e a zona cinza entre elas. Adaptada de Moreira,2011	pág. 15
Figura 2: Modelo de estrutura de um Mapa Conceitual proposto por Ferracioli (2007) adaptado de Novak e Gowin (1984)	pág.17
Figura 3: Placa de MDF demarcada para o primeiro corte	pág.24
Figura 4: (a) Demarcação e corte na placa de MDF; (b) Realização do corte na placa de MDF	pág.24
Figura 5: Placa demarcada para o corte das peças (placa de 1,00 x 0,45 m)	pág.25
Figura 6: Placa já construída com formação de uma imagem no espelho côncavo (objeto localizado no centro do espelho)	pág.26
Figura 7: Representação de um espelho plano.	pág.35
Figura 8: Elementosde um espelho plano	pág.35
Figura 9: Imagem formada por um objeto pontual	pág.35
Figura 10: Imagem formada em um espelho plano.....	pág.36
Figura 11: Simetria em relação a distância da imagem ao espelho no espelho plano	pág.36
Figura 12: Enantiomorfismo	pág.37
Figura 13: Representação de espelhos esféricos	pág.38
Figura 14: Elementos de um espelho esférico.....	pág.38
Figura 15: Raios incidido paralelamente ao eixo principal.....	pág.39
Figura 16: Raios incidindo pelo foco	pág.39
Figura 17: Raios incidindo pelo centro de curvatura	pág.39
Figura 18: Raios incidindo pelo vértice.	pág.39
Figura 19: Imagem formada em espelho convexo.	pág.40
Figura 20: Imagem formada no espelo côncavo, objeto localizado depois do centro de curvatura.	pág.40
Figura 21: Imagem formada no espelo côncavo, objeto localizado no centro de curvatura.	pág.40
Figura 22: Imagem formada no espelo côncavo, objeto localizado entre o centro de curvatura e o foco.	pág.40
Figura 23: Imagem formada no espelo côncavo, objeto localizado no foco.....	pág.41
Figura 24: Imagem formada no espelo côncavo, objeto localizado entre o foco e o vértice.	pág.41

Figura 25: Experiência dos alunos da 2ª série do ensino médio fazendo uso do painel multissensorial.....	pág.55
Figura 26: Mapa Conceitual elaborado pelos alunos da 2ª do ensino médio.....	pág.57
Figura 27: Transposição do mapa da figura 8 utilizando o programa Cmaptools	pág.58
Figura 28: Mapa Conceitual elaborado pelos alunos de 2ª série do ensino médio	pág.59
Figura 29: Transposição do mapa da figura 10 utilizando o programa Cmaptools	pág.59

Lista de quadros

- Quadro 1:** Categoria de análise de hierarquia, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, (Fonte: MENDONÇA, 2012) pág.21
- Quadro 2:** Categoria de análise do mapa conceitual (Fonte: MENDONÇA, 2012) pág. 22
- Quadro 3:** Critérios quantitativos utilizados para a classificação dos Mapas Conceituais. (Fonte: SILVA, 2015adaptado de MENDONÇA 2012) pág. 22

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REFERENCIAIS TEÓRICOS	12
2.1 Objetos Multissensoriais	12
2.2 Aprendizagem Significativa	12
2.3 Mapas Conceituais	16
3 DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	23
3.1 Confecção e montagem da placa multissensorial	23
3.2 A estruturação das aulas e utilização da placa multissensorial	27
3.3 Desenvolvimento dos roteiros que foram aplicados em sala	29
4 METODOLOGIA	42
4.1 Objetivos	48
4.1.1 Objetivo Geral	48
4.1.2 Objetivos Específicos	48
4.2 Contextos e descrição dos sujeitos da pesquisa	48
4.3 Sobre a proposta	49
4.4 O Tipo de Pesquisa	50
4.5 A estruturação das aulas e utilização da placa multissensorial	50
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	54
5.1 Análise das atividades iniciais	54
5.2 Análise da aplicação da placa multissensorial	54
5.3 Análise dos mapas conceituais	55
5.4 Análise da avaliação tradicional	61
5 CONCLUSÃO	62
REFERÊNCIAS	64
APÊNDICES	61
APÊNDICE A -ROTEIRO PARA A MONTAGEM DA PLACA MULTISSENSORIAL PARA O ENSINO DE ESPELHOS ESFÉRICOS	67
APÊNDICE B- ROTEIRO PARA AS ABORDAGENS EM SALA DE AULA COM A UTILIZAÇÃO DA PLACA MULTISSENSORIAL	72

1 INTRODUÇÃO

Levando em consideração as legislações, parâmetros e diretrizes que regem a educação especial em nosso país (BRASIL, 1996, 1998, 2001), percebemos uma preocupação de pelo menos 20 anos com a inclusão de alunos com “necessidades especiais” nas escolas brasileiras. Movimentos de organizações internacionais também firmam e fortalecem essa preocupação (UNESCO,1994). Embora nem sempre a presença dos alunos com deficiências seja garantia de inclusão, mas com certeza sem a referida presença se consolidem padrões e normas de uma sociedade excludente.

Rodrigues (2003) ressalta que o atendimento as necessidades dos alunos, sejam essas pessoas com deficiência ou não, é o desafio mais importante que um professor deve enfrentar. Precisamos que o contexto escolar, ou seja, a escola em sua totalidade, passe por um processo de mudança na sua estrutura física, metodológica e atitudinal, e que os professores obtenham formação inicial e continuada, afim de que se tornem aptos a exercerem uma docência em ambientes inclusivos.

De acordo com Moreira, 2003, o professor deve utilizar de novos procedimentos didáticos, refletir criticamente sobre as suas ações, para que possa superar os malefícios de possuir uma concepção que percebe a deficiência como algo que limita ou impossibilita.

A inclusão caminha na direção oposta aos movimentos de homogeneização e normalização, Sasaki, 1999, e defende o direito à diferença, à heterogeneidade e à diversidade, Rodrigues 2003, sendo necessários três princípios gerais para sua efetivação: a presença do aluno com deficiência na escola regular, a adequação da escola às necessidades de todos os seus participantes (escola inclusiva), e adequação, através de recursos que permitam ao aluno com deficiência possuir condições de ser inserido no contexto da sala de aula (SASSAKI, 1999).

Segundo Mitler (2003) a inclusão é uma via de mão dupla, entre a adequação do meio educacional e o aluno com deficiência, o meio deve prover as condições para que o aluno possa participar efetivamente.

Numa prática inclusiva é necessário, que as diferenças individuais sejam aceitas e reconhecidas, para que possa ser construída uma nova abordagem pedagógica. Abordagem essa que possibilitará aos alunos (com e sem deficiência) uma efetiva participação (RODRIGUES, 2003).

Para cada deficiência será necessário verificar e tornar explícita as variáveis específicas ligadas ao fenômeno educacional. No caso da deficiência visual, por exemplo, uma dessas variáveis será a comunicação. (CAMARGO, 2008).

Com relação a variável comunicação, Geraldi, 1998, ressalta que a valorização entre os processos de comunicação entre os participantes, faz com que os alunos aprendam de modo mais significativo.

A comunicação é um mecanismo que permite a construção de significados na educação em ciências, todavia a aprendizagem trata-se negociação entre mudanças de significados, ao encontrarmos novas ideias (MORTIMER e SCOTT, 2002). Por esse prisma a sala de aula é o local onde devem ocorrer práticas de específicas modalidades de explicações e de raciocínios, usos diferentes de dados, de analogias, de leis e de princípios (COMPIANI, 2003).

Camargo, (2008) possibilita concluir que as relações comunicativas são essenciais para o surgimento e consolidação do processo de ensino e aprendizagem.

Em teoria, o educador deveria estar pronto para planejar e conduzir, atividades de ensino, que viessem a atender as particularidades de cada um dos alunos. Com o que se pode dizer que a prática pedagógica deve atender as diversas formas de interação entre os participantes das atividades didáticas e os fenômenos estudados em sala de aula. (CAMARGO, 2008).

Levando em consideração a necessidade que um educador possa vir a ter em sala de aula ao se deparar com um aluno portador de deficiência visual e também a facilidade que poderia ser proporcionada aos estudantes, mediante a utilização de um objeto multissensorial, ao saírem de uma aula extremamente teórica, onde são meros expectadores e possibilitem serem protagonistas na sua própria aprendizagem, fez surgir o seguinte questionamento: **Que apreensões podem ser feitas, diante de uma intervenção didática em nível médio, utilizando objetos multissensoriais, tendo como parâmetro aportes teóricos no âmbito da Aprendizagem Significativa?**

Esse trabalho confeccionou, para a utilização com os alunos em sala de aula, uma placa multissensorial para o ensino de espelhos esféricos, utilizando esse objeto de aprendizagem para uma melhor compreensão dos alunos, servindo como um material, através do qual, os mesmos venham a interagir e utilizar em grupos dentro de sala de aula, e também sirva para a formação dos alunos como cidadãos críticos, fazendo com que as aulas ressaltem a importância da integração de pessoas com deficiências.

Possibilitando que, através dessa atividade educacional, os alunos videntes possam vivenciar, da mesma forma, que outros alunos com deficiência vivenciam, e ressaltar também a importância dos próprios alunos participarem ativamente no seu processo de aprendizagem.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Objetos multissensoriais

Soler, (1999) propõe a “didática multissensorial, que é um método que propõe a utilização de todos os sentidos (visão, audição, olfato, tato e paladar) no momento de ensinar e aprender ciências” (SOLER, 1999, p.19).

A didática multissensorial:

É um método pedagógico de interesse geral para o ensino e aprendizagem das ciências experimentais e da natureza, que utiliza todos os sentidos humanos possíveis para captar informações do meio que nos rodeia e inter-relaciona esses dados a fim de formar conhecimentos multissensoriais completos e significativos (Soler, 1999, p.45)

No desenvolvimento dos materiais a preocupação é de ao menos uma percepção sensorial não visual no processo de ensino – princípio fundamental da didática multissensorial – (Soler, 1999). Camargo, 2011, ressalta que: o emprego do material proposto não deve ser pensado como se fosse exclusivamente para alunos portadores de necessidades. A ideia de inclusão deve adequar-se a atender a diversidade, a heterogeneidade, sem deixar de lado as características pessoais de cada aluno.

Sasaki, 1999, ressalta que a inclusão implica num “processo bilateral onde aluno com e sem deficiência e o meio social buscam, em parceria, a adequação de situações problemas e a equiparação de oportunidades”.

A didática multissensorial consiste em fornecer, aos alunos, a possibilidade de conhecer e compreender os fenômenos por diversos sensores (SOLER, 1999). Para que isso possa ocorrer, pode-se elaborar experimentos multissensoriais, os quais permitem que os alunos usem seus demais sentidos, aumentando as possibilidades de aprender. (CAMARGO, 2011).

Os sensores de visão, audição, paladar e olfato exercem funções de síntese e o sentido do tato exerce função de análise. Isto não significa que os sentidos sintéticos não possam exercer função analítica e que o sentido analítico não exerça função sintética. Esta tipologia é apenas prioritária e não exclusiva. Para que haja um aprendizado significativo, o aluno deve combinar processos de síntese e análise (SOLER, 1999, p.35).

2.2 Aprendizagem Significativa

A teoria da Aprendizagem Significativa leva em consideração os conhecimentos (subsunçores) que o aluno já possui e faz disso um de seus princípios básicos. (LIMA, 2008).

Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: O fato isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos (AUSUBEL apud LIMA, 2008).

Para que ocorra a Aprendizagem Significativa, é preciso ter como base uma reflexão sobre a aprendizagem e o ensino, no lugar de tentar estabelecer a aprendizagem como uma mera transmissão de conceitos e princípios. (PELLIZARI, 2002).

Nesse sentido, vemos a importância da adequação das aulas e do material instrucional à realidade dos alunos, apesar dessa forma não ter sido tratada diretamente por Ausubel. Acreditamos que seja possível potencializar uma aprendizagem significativa a partir das aulas e do material instrucional que utiliza aquilo que o aluno já sabe, e não aquilo que deveria saber, fazendo uso de meios, linguagem e métodos que, para os aprendizes, tenham a possibilidade de relacionar o novo conhecimento com algum conhecimento prévio. (LIMA, 2008, p 12).

Para Ausubel, o fator mais importante de que depende a aprendizagem do aluno é a sua estrutura cognitiva prévia. Considera a estrutura cognitiva de cada ser humano como idiossincrática e que o resultado de pensamentos, sentimentos e ações combinam para formar o significado pessoal da experiência. (PELLIZARI, 2002).

Segundo Moreira, 2012, a Aprendizagem Significativa nada mais é do que um processo pelo qual os conhecimentos novos são relacionados de forma não arbitrária e substantiva (não literal) com proposições e conceitos relevantes previamente disponíveis na estrutura cognitiva do aluno. Nesse processo, a informação nova interage com uma informação presente na estrutura de conhecimento do aluno, o “subsunçor”. O subsunçor (ideia-âncora) é a ideia (conceito ou proposição) mais ampla que funciona como subordinador de outros conceitos na estrutura cognitiva e como ancoradouro no processo de assimilação. Como resultado dessa interação (ancoragem), o próprio subsunçor é modificado e diferenciado.

Para Ausubel, o fator mais importante no processo de ensino é que a aprendizagem seja significativa, isto é, o material a ser aprendido precisa fazer algum sentido para o aluno. Isto acontece quando a nova informação "ancora-se" nos conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Nesse sentido, aprendizagem significativa implica que os estudantes apresentem ideias inclusoras (conhecimentos advindos de sua experiência) sobre o conteúdo das tarefas escolares nas quais estão envolvidos. Dessa maneira, espera-se uma maior possibilidade de promover o interesse do aluno pela aprendizagem. Daí a importância de observarmos a realidade do aluno ao ministrar os conteúdos em sala de aula, de tal forma a desenvolver uma metodologia visando a estabelecer relações entre os

conhecimentos advindos dessa experiência com os conteúdos ministrados. (LIMA, 2008, p 13.)

Segundo Filho, 2012,:

Os autores da aprendizagem significativa (Ausubel, Novak e Hanesian) propuseram o uso de instrumentos que eles mesmos denominaram de organizadores prévios ou antecipatórios, quando o sujeito não dispõe de “subsunçores” que ancorem novas aprendizagens, ou quando for constatado que os subsunçores existentes em sua estrutura cognitiva não são suficientemente claros e estáveis para desempenhar as funções de ancoragem do novo conhecimento. Esses instrumentos também podem servir como ativadores de subsunçores que não estavam sendo usados pelo indivíduo, mas que estão presentes na estrutura cognitiva.

Os organizadores prévios são instrumentos (textos, trechos de filmes, esquemas, desenhos, fotos, pequenas frases afirmativas, perguntas, apresentações em computador, mapas conceituais, entre outros) que são apresentados ao aluno em primeiro lugar, em nível de maior abrangência, que permitam a integração dos novos conceitos aprendidos. (FILHO, 2012, p. 62 e 63)

A aprendizagem que seria contrária à aprendizagem significativa, é conhecida como aprendizagem mecânica. De acordo com Moreira, 1999, a aprendizagem mecânica pode ser aplicada quando o indivíduo adquire novas informações. Assim, esse indivíduo usa essa nova informação como subsunçor.

Para Moreira, 2012, a aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica “estão ao longo de um mesmo contínuo”, “há uma zona cinza entre elas”, “transposta pelo ensino potencialmente significativo”.

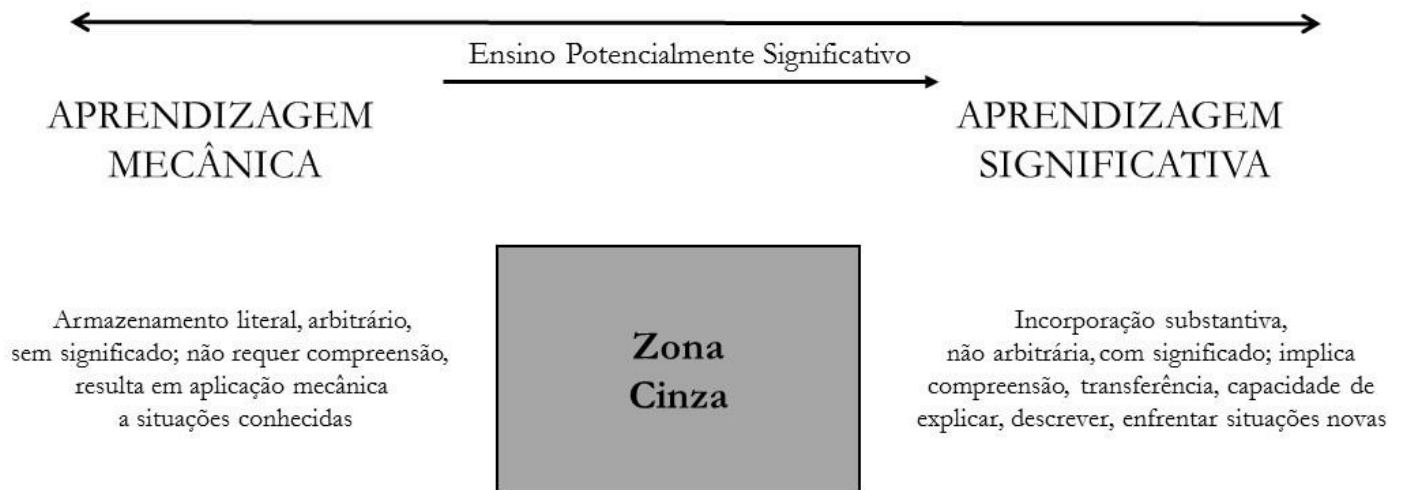


Figura 1: Representação esquemática proposta por Moreira do contínuo de aprendizagem e a zona cinza entre elas. Adaptada de Moreira, 2011

A aprendizagem por recepção significativa envolve, principalmente, a aquisição de novos significados a partir de material de aprendizagem apresentado. Exige que um mecanismo de aprendizagem significativa, quer a apresentação de material potencialmente significativo para o aprendiz. Por sua vez, a última condição pressupõe (1) que o próprio material de aprendizagem possa estar relacionado de forma não arbitrária (plausível, sensível e não aleatória) e não literal com qualquer estrutura cognitiva apropriada e relevante (i.e., que possui significado 'lógico') e (2) que a estrutura cognitiva particular do aprendiz contenha ideias ancoradas relevantes, com as quais se possa relacionar o novo material. A interação entre novos significados potenciais e ideias relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz dá origem a significados verdadeiros ou psicológicos. Devido à estrutura cognitiva de cada aprendiz ser única, todos os novos significados adquiridos é também eles, obrigatoriamente únicos (AUSUBEL, 2003, p.1).

São necessárias três condições para a ocorrência da aprendizagem significativa segundo Ausubel, 2003:

- O material de ensino e aprendizagem deve ser “potencialmente significativo”.
- O novo conteúdo precisa se relacionar de forma não arbitrária e substantiva com o subsunçor que o aluno possui.
- O aluno precisa ter predisposição para aprender de forma não arbitrária e substantiva.

Ausubel, 2003, detecta que existem princípios programáticos facilitadores da aprendizagem significativa. São eles:

- Diferenciação Progressiva – as ideias mais gerais e inclusivas devem ser apresentadas desde o início da instrução e progressivamente ser diferenciada em termos de dificuldade e detalhes e especificidade. Aquilo que é mais importante deve ser introduzido desde o início.

- Reconciliação Integradora – deve explorar relações entre conceitos e proposições, chamar atenção para semelhanças e diferenças e reconciliar em consistências reais e aparentes.
- Organização Sequencial – sequenciar os tópicos ou unidades de ensino tanto coerente quanto possível observando os princípios programáticos de diferenciação progressiva e de reconciliação integradora, levando em conta as relações de dependência entre elas na matéria de ensino.
- Consolidação – respeita a progressividade de ensino insistindo no domínio do que está sendo estudado antes de progredir com novos conhecimentos. Faz parte desse princípio a ideia de que a variável mais importante para o conhecimento seguinte é o conhecimento prévio (AUSUBEL, 2003)

É possível considerar que, para que haja aprendizagem não arbitrária e não literal, se faz necessário o uso de um material potencialmente significativo e que aspectos mais amplos e relevantes sejam trabalhados desde o início, para proporcionar a ocorrência da diferenciação progressiva em profundidade e especificidade e, com isso, promover a busca de relações entre conceitos e proposições, com intuito de apontar similaridades ou diferenças através da reconciliação integradora (MOREIRA, 1999). De acordo com o autor (MOREIRA, 1999), para constatar a aprendizagem significativa, o aluno deve demonstrar a posse dos novos conhecimentos, com uma avaliação que apresente situações novas e não familiares, em que possa transferir seus conhecimentos.

2.3 Mapas Conceituais

O Mapa Conceitual foi proposto por Novak em 1972 e fora desenvolvido na Universidade de Cornell nos Estados Unidos da América, juntamente com seu grupo de pesquisa que analisou, durante 12 anos, as mudanças conceituais no ensino de ciências (NOVAK; MUSSONDA, 1991 apud CICUTO; CORREIA, 2013, p.1).

No início foi utilizado para representar visualmente as relações conceituais estabelecidas por alunos ao longo da escolarização básica

“Desta forma, é correto afirmar que a Teoria da Assimilação por meio da Aprendizagem e da Retenção Significativas foi o referencial teórico subjacente à proposição do mapeamento conceitual, que ocorreu em 1972” (CICUTO, CORREIA, 2013, p. 2).

O autor Ferracioli, 2007, nos diz que o mapa conceitual é um conjunto hierárquico de conceitos associados por meios de proposições. Essa técnica que representa de forma visual o conhecimento, dentre várias funções, serve para estimular a aprendizagem significativa. (FERRACIOLI, 2007, p. 65), “proposições são dois ou mais conceitos ligados por palavras em uma unidade semântica. A forma mais simples de um mapa conceitual seria dois conceitos conectados por uma palavra de ligação para formar a proposição”.

A figura 2 exemplifica o mapa conceitual mostrando sua estrutura multidimensional, relacionando a forma hierárquica dos conceitos (vertical) como aqueles conceitos de mesmo status (horizontal).

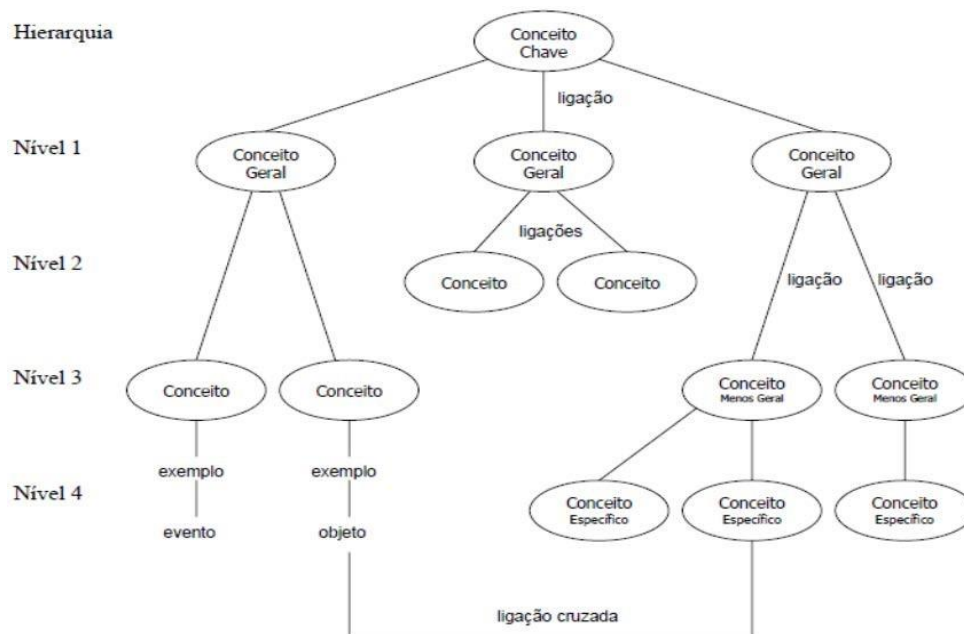


Figura 2: Modelo de estrutura de um Mapa Conceitual proposto por Ferracioli (2007) adaptado de Novak e Gowin (1984)

Observando a estrutura acima, podemos sintetizar de acordo com autor (FERRACIOLI, 2007):

- Conceito chave, mais geral no topo do mapa e os demais subsequentes a ele, na vertical;
- Conceitos de mesmo nível hierárquico estão no mesmo nível vertical;
- Conceitos diferentes num mesmo nível hierárquico proporcionam ao mapa conceitual sua dimensão horizontal;
- Nível hierárquico mais baixo pode ser representado por exemplos;
- A ligação entre conceitos é feita por palavras ou frases curtas que estabelecem sua relação;

- Ligação cruzada é quando conceitos de diferentes níveis hierárquicos estão conectados.

O autor Ferracioli, 2007, enumera três (3) maneiras em que a utilização do mapa pode apontar a existência de concepções do senso comum:

- ligações entre conceitos que venham a revelar uma proposição falsa na visão do conhecimento científico;
- inexistência de ligações entre conceitos claramente relacionados na visão do conceito científico;
- utilização de palavras que traduzam um significado distinto daquele definido pelo conhecimento científico” (FERRACIOLI, 2007, p. 69).

Ferracioli, 2007, estabelece que, apesar desse rigor métrico, estético e conceitual que se percebe para a construção de um mapa conceitual, os mapas conceituais não podem ser tidos como retrato fiel do processamento cognitivo, por conta dos seus aspectos fundamentais.

- Mapas conceituais não são, necessariamente, representações completas de conceitos e proposições sobre o conhecimento do sujeito em determinada área, mas podem representar uma aproximação viável de seu entendimento sobre o conhecimento pesquisado e, conseqüentemente, sobre suas concepções do senso comum;
- Qualquer mapa conceitual deve ser visto como apenas uma das possíveis representações de certa estrutura conceitual, ou seja, um mapa conceitual é uma possível representação do conhecimento do sujeito e não a representação desse conhecimento (FERRACIOLI, 2007, p. 69).

É necessário que seja estabelecido um mecanismo, através do qual se possa introduzir a dinâmica de elaboração de um mapa conceitual.

Uma recomendação final é que a utilização do mapeamento conceitual demanda uma preparação adequada das atividades bem como um treinamento apropriado. A não observância destes aspectos pode levar ao comprometimento dos resultados que porventura venham a ser obtidos (FERRACIOLI, 2007, p. 75).

A “atividade de preparo para o mapeamento conceitual” e “atividade de mapeamento conceitual” consistem em duas etapas da estratégia de apresentação do mapeamento conceitual proposta por NOVAK, GOWIN (1984, apud FERRACIOLI, 2007, p. 70). A seguir a orientação para a preparação da atividade.

Atividade de Preparação para Mapeamento Conceitual

1. Faça duas listas de palavras familiares relacionadas a objetos e eventos. Exemplos de objetos pode ser carro, cachorro, cadeira, árvore, nuvem, livro; exemplos de eventos podem ser chovendo, correndo, lavando, pensando, trovejando, festejando. Pergunte aos estudantes se eles podem explicar a diferença das duas listas. Tente auxiliá-los a reconhecer que a primeira lista é de coisas ou objetos e a segunda de acontecimentos ou eventos. Na sequência rotule as duas listas.
2. Solicite aos alunos que descrevam o que eles pensam quando ouvem as palavras da primeira lista. Auxilie-os a perceber que apesar de usarmos a mesma palavra, cada um de nós pode pensar em coisas um pouco diferentes. Essas imagens mentais que possuímos das palavras são os nossos conceitos ou concepções. Introduza a palavra conceito ou concepção.
3. Repita o mesmo procedimento para a segunda lista de palavras relacionadas a eventos.
4. Discuta então a razão pela qual muitas vezes temos problemas em entender os outros apesar de usarmos as mesmas palavras. Palavras são rótulos para conceitos, mas cada um de nós tem o nosso próprio entendimento e significado para palavras.
5. Agora liste palavras tais como onde, são, a, é, então, com. Pergunte aos alunos no que é que eles pensam quando ouvem estas palavras. Elas não são conceitos e são denominadas de ligações as quais usamos quando falamos ou escrevemos. As palavras de ligação são usadas juntamente com os conceitos para construir frases que tenham um significado.
6. Nomes próprios não são conceitos, mas nomes para pessoas, eventos, locais ou objetos específicos. Utilize alguns exemplos para auxiliar os alunos a observar a distinção entre rótulos para regularidades em eventos ou objetos e os rótulos para objetos e eventos específicos ou nomes próprios.
7. Utilizando algumas palavras conceitos e palavras de ligação, construa algumas sentenças curtas para ilustrar como nós humanos construímos significados. Exemplos podem ser: 'o cachorro está correndo', ou 'existem nuvens e trovões'.
8. Solicite aos estudantes que escrevam suas próprias sentenças identificando se os conceitos são objetos ou eventos e quais as palavras de ligação.
9. Introduza algumas palavras não muito familiares tais como medonho, conciso, canino. Essas palavras traduzem conceitos que, talvez eles já saibam, mas que tem

de alguma forma um significado especial. Discuta o fato de que os significados das palavras não são fixos ou rígidos, mas que podem mudar e melhorar.

10. Escolha uma seção de um livro texto e faça cópias para os estudantes. Escolha uma passagem que tenha uma mensagem clara e definida. Solicite que leiam o texto e identifiquem os conceitos chaves. Solicite que os alunos também escolham alguns conceitos e palavras de ligação menos importante no texto.

Atividade de Mapeamento Conceitual

1. Escolha uma seção ou parágrafo de um livro texto e solicite aos alunos que selecionem os conceitos chave, ou seja, os conceitos necessários para o entendimento do significado do texto. Faça uma lista dos conceitos selecionados e discuta quais são os mais importantes e inclusivos em relação ao texto.
2. Faça uma nova lista ordenando os conceitos mais gerais, inclusivos, até os menos gerais ou mais específicos. Pode haver discordância, o que é natural, uma vez que este fato pode explicitar a existência de mais de um significado para o texto.
3. Construa então o mapa conceitual usando a lista de conceitos ordenada hierarquicamente. Discuta a escolha de boas palavras de ligação para formar as proposições mostradas nas linhas de ligação do mapa.
4. A primeira tentativa de construção de mapas conceituais pode ser pobre em simetria ou mesmo agrupar conceitos pouco relacionados. Reconstrua o mapa. Deixe claro que é necessário reconstruir o mapa pelo menos uma vez, sendo algumas vezes necessárias mais tentativas, para se chegar a uma boa representação das ideias do texto em questão (FERRACIOLI, 2007, p.70, 71).

Após a preparação e a confecção dos mapas e sua reconstrução, se faz necessário mensurar qualidade ou quantidade, ou mesmo as duas coisas, nos mapas produzidos. O que será medido e de que forma? Como podemos inferir que houve aprendizagem significativa?

No referencial teórico do autor Moreira, 2011, os mapas conceituais, apresentam-se como possíveis estratégias facilitadoras da aprendizagem significativa, bem como possíveis instrumentos de avaliação dessa aprendizagem (ver quadro 1).

Conforme Novak, Gowin (1999, apud MENDONÇA, 2012, p. 60), “[...] os mapas conceituais podem ser avaliados utilizando-se critérios tanto qualitativos como quantitativos de análise”.

Para analisar qualitativamente os mapas elaborados antes, durante e depois dos estudos, foram estabelecidos critérios de classificação no que se refere aos graus de

hierarquia e de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, os quais estão apresentados no quadro 1.

Os critérios de análise adotados têm base nas novas estratégias para avaliação de mapas conceituais propostas por Novak (2000) e nos princípios programáticos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa de Ausubel, 2002. (MENDONÇA, 2012, p.100).

Categorias	Características	Informações relevantes
Alta (A) Possui conceitos relevantes para compreensão do tema.	Contém informações conceituais relevantes; está bem hierarquizado, com o conceito inclusor no topo, em seguida os intermediários e posteriormente os mais específicos e os exemplos.	Palavras de ligação adequadas; com ligações cruzadas; ausência de repetição de conceitos e informações supérfluas; proposições corretas, presença ou não de exemplos.
Média (M) Indica pouca compreensão do tema.	Apresenta alguns conceitos centrais do tema, mas com uma hierarquia apreciável.	As palavras de ligação e os conceitos não estão claros. Pode realizar ligações cruzadas ou não. Muitas informações detalhistas e a repetição de conceitos.
Baixa (B) Indica ausência de compreensão do tema.	Apresenta um ou dois conceitos centrais do tema; muito pobre em conceitos sobre o conteúdo trabalhado.	Possui hierarquia básica, demonstrando ou não sequências lineares e conhecimentos muito simples. Faltam relações cruzadas, com palavras de ligação; são muito simples.
Nula (N) Indica completa ausência de compreensão do tema	Não apresenta os conceitos centrais do tema; muito pobre em conceitos sobre o conteúdo trabalhado.	Não há uma hierarquia básica, demonstra sequências lineares e conhecimentos simples.

Quadro 1: Categoria de análise de hierarquia, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, (Fonte: MENDONÇA, 2012)

Para análise qualitativa comparativa dos mapas elaborados antes e depois, a autora, Mendonça, 2012, classifica em três categorias: Mapa Bom, Mapa Regular e Mapa Deficiente, conforme Quadro 2.

Categorias	Características	Informações relevantes
MC Bom (MB) Indica maior compreensão do tema.	Contém informações conceituais relevantes, está bem hierarquizado, com o conceito inclusor no topo, em seguida os intermediários e posteriormente os mais específicos.	Palavras de ligação adequadas; com ligações cruzadas; ausência de repetição de conceitos e informações supérfluas; proposições corretas.
MC Regular (MR) Indica pouca compreensão do tema.	Apresenta alguns conceitos centrais do tema, mas com uma hierarquia apreciável.	As palavras de ligação e os conceitos não estão claros. Pode realizar ligações cruzadas ou não. Muitas informações detalhistas e a repetição de conceitos.
MC Deficiente (MD) Indica ausência de compreensão do tema.	Não apresenta os conceitos centrais do tema, muito pobre em conceitos sobre o conteúdo trabalhado.	Hierarquia básica, demonstrando sequências lineares e conhecimentos muito simples. Faltam relações cruzadas, com palavras de ligação; são muito simples.

Quadro 2: Categoria de análise do mapa conceitual (Fonte: MENDONÇA, 2012)

Segundo a autora, Mendonça, 2012, a análise quantitativa comparativa para identificar as evidências de aprendizagem, relaciona os critérios em quantidades, e os compara antes e após a intervenção. A autora Mendonça, 2012, estabelece critérios mais específicos e diretos, implícitos em suas tabelas de “Qualidade dos Mapas”, sintetizados por Silva, (2015, p. 56).

Critérios	Definição
Conceitos	Palavras inseridas nos mapas que estão no interior de um quadrado ou de um círculo.
Conceitos Válidos	São palavras que estão relacionados direta ou indiretamente ao tema abordado. Verbos não foram considerados conceitos válidos, assim como as frases que não possuem sentido claro.
Proposições	Foram consideradas as “linhas” que fazem a ligação entre dois ou mais conceitos. Nessas proposições pode haver palavras de ligação, mas não são obrigatórias.
Proposições Válidas	São as “linhas” com ou sem palavras de ligação que possuem sentido na união entre dois conceitos.
Relações Cruzadas	São proposições que atravessam níveis hierárquicos, realizando uma ligação direta entre os lados.
Exemplos	Referem-se a modelos que servem para indicar uma aplicação direta do tema.

Quadro 3: Critérios quantitativos utilizados para a classificação dos Mapas Conceituais. (Fonte: SILVA, 2015 adaptado de MENDONÇA 2012)

De acordo com Silva, (2015, p. 57) essa classificação permite ao professor comparar valores quantitativos nos e entre os mapas.

3 DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Nesse capítulo, detalhamos nosso produto educacional, que a priori, trata-se da montagem de uma placa multissensorial para o ensino de espelho esféricos e rotinas envolvendo a aplicação dessa placa e a elaboração de mapas conceituais pelos alunos.

A ideia original da placa multissensorial para o ensino de espelhos esféricos foi elaborada inicialmente pelo autores CAMARGO, AGOSTINI, SILVA et al, 2012 no artigo publicado na revista Benjamin Constant - Edição 51 intitulado: **Artefatos Tátil-visuais e Procedimentos Metodológicos de Ensino de Física para Alunos com e sem Deficiência Visual: Abordando os Fenômenos Presentes na Fibra Óptica e em Espelhos Esféricos**. Neste artigo os autores trazem toda a ideia de montagem da placa multissensorial para alunos cegos.

Resolvemos utilizar essa mesma montagem, porém em turmas de alunos exclusivamente videntes, e tentar perceber quais apreensões poderiam ser feitas no âmbito da Aprendizagem Significativa, utilizando a mesma em sala de aula.

Além da montagem da placa, foi elaborado um roteiro com uma sequência didática, na qual a aplicação da placa está inserida.

3.1 Confeção e montagem da placa multissensorial

A placa foi construída com materiais, de custo moderado, visto que a madeira MDF utilizada é de fácil acessibilidade. Destacamos que qualquer professor ou aluno pode construir sem maiores dificuldades. Segue abaixo o roteiro de confecção.

Materiais a serem utilizados

1. Uma placa de madeira MDF ($1,00 \times 1,00 \times 0,15$ m), três parafusos com borboleta ($1/4 \times 2$) e 16 pregos (12×12) e barbante.
2. Serra tico-tico, furadeira, martelo e régua.

A placa de MDF foi escolhida pelo fato de ser mais fácil o trabalho com ela (cortar e/ou furar) do que com uma placa convencional. Esse material pode ser adquirido em serralherias ou lojas de som automotivo (placa utilizada para fazer o tampão do porta-malas). Os pregos e parafusos podem ser adquiridos em lojas de ferramentas, enquanto as tintas são encontradas em papelarias.

Procedimentos para a construção do material

1. Demarcar e cortar a placa de madeira de acordo com a Figura 3:

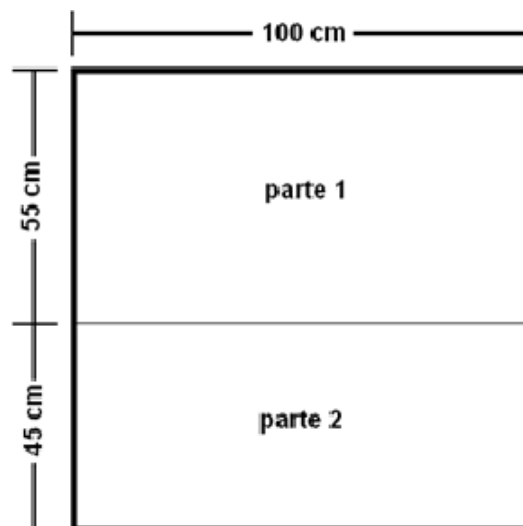


Figura 3: Placa de MDF demarcada para o primeiro corte

A placa de madeira foi cortada em duas partes, sendo uma de $1,00 \times 055$ m e a outra de $1,00 \times 045$ m. A placa menor será utilizada para a construção da representação do objeto, das imagens, do espelho e do eixo principal e a placa maior será utilizada para fixar esses elementos (suporte para a representação tátil-visual da formação de imagens em espelhos esféricos). A Figura 4 (a) e (b) apresentam o processo de construção do painel.



(a)



(b)

Figura 4: (a) Demarcação e corte na placa de MDF; (b) Realização do corte na placa de MDF

2. Calcular o local onde as imagens serão formadas (Equação 1) e seus respectivos tamanhos (Equação 2) para diferentes posições do objeto em relação ao eixo principal do espelho. Na equação 1 é apresentada a relação, conhecida como Função de Gauss:

$$\frac{1}{p'} + \frac{1}{p} = \frac{1}{f} \quad (1)$$

É importante considerar que, se o raio de curvatura do espelho é de 80 cm (valor adotado para essa maquete), a distância focal f corresponde à metade desse valor (40 cm). O raio de curvatura é definido como a distância entre o vértice e o centro de curvatura do espelho, a equação conhecida como: aumento linear transversal é apresentada a seguir:

$$\frac{i}{o} = -\frac{p'}{p} \quad (2)$$

Na equação 2 definimos que p significa a distância do objeto ao vértice do espelho; p' , a distância da imagem ao vértice do espelho; f , é a distância focal do espelho; i e o são definidos respectivamente como: tamanho da imagem; e o tamanho do objeto.

3. Marcar e cortar as peças (espelho, objeto e imagens) levando em consideração que a cada posição do objeto correspondem as seguintes posições e dimensões da imagem, como pode ser observado na Figura 5:

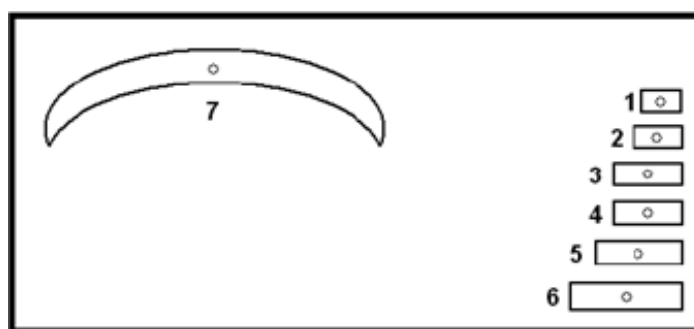


Figura 5: Placa demarcada para o corte das peças (placa de 1,00 x 0,45 m)

Devido às dimensões da placa de madeira, o tamanho bom para o objeto é de 7 cm de altura (tamanho identificado por testes durante a construção do equipamento). Sendo 1, 2, 3, 5 e 6 as imagens; 4, o objeto; e 7, o espelho esférico. É importante destacar que a distância entre as extremidades da representação do espelho é de 45 cm e que o centro da representação do espelho mede 3 cm. É igualmente importante destacar que o eixo principal pode ser construído cortando-se dois pedaços de madeira com as seguintes dimensões: 37 × 2 cm e 50 ×

2 cm. Na sequência, fixe no centro da tábua maior esses dois pedaços, primeiramente o de 37×2 cm e, depois, o de 50×2 cm, deixando entre eles um espaço de 3 cm. Esse espaço serve para a colocação da representação do espelho esférico quando se deseja construir a imagem do objeto colocado entre o vértice e o foco do espelho côncavo, ou quando se pretende construir a formação de imagem no espelho convexo. Por isso, é preciso que você faça nesse espaço um orifício para prender o espelho com um parafuso. Depois, basta deslocar o espelho da posição indicada na Figura 6 para a região vazia no eixo principal.

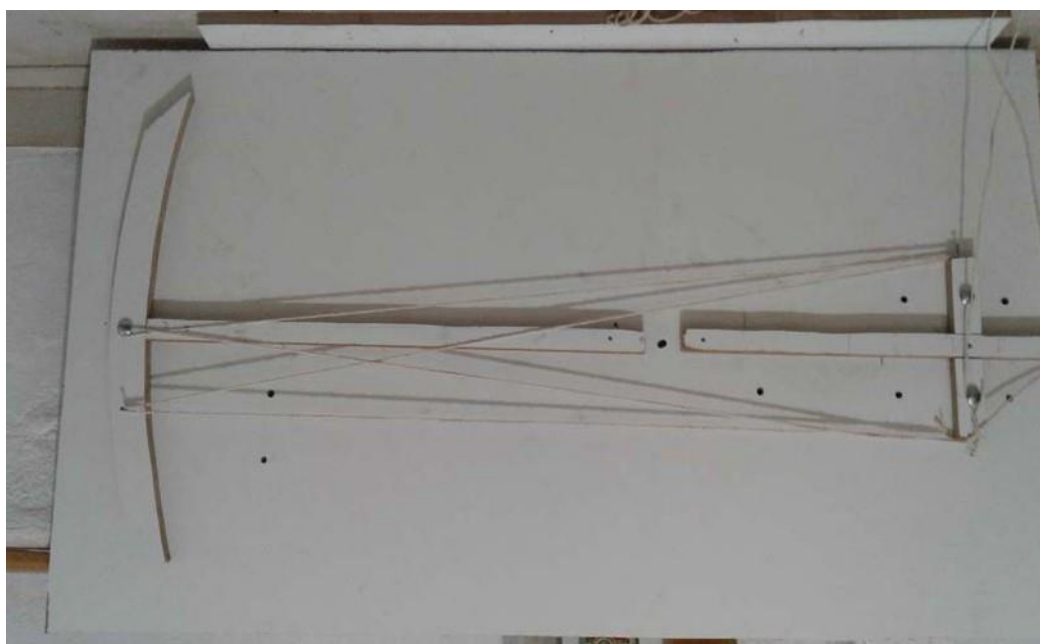


Figura 6: Placa já construída com formação de uma imagem no espelho côncavo (objeto localizado no centro do espelho)

a) objeto posicionado entre o vértice V e o foco F (20 cm do espelho): imagem virtual, maior e direita, de 14 cm de altura, posicionada a 40 cm atrás do espelho (posicionada à direita). Nesse caso, o espelho deverá ser fixado, com a concavidade virada para direita (conforme a Figura 6), no espaço localizado no eixo principal. Esclarecemos que o vértice do espelho corresponde ao ponto onde o eixo principal encontra a calota esférica;

b) objeto posicionado entre o foco F e o centro de curvatura C (70 cm do espelho) (Figura 6): imagem real, maior e invertida, de 9,30 cm de altura, localizada a uma distância de 93,30 cm à direita do espelho. Esclarecemos que o foco do espelho corresponde ao ponto onde raios de luz paralelos ao eixo principal se cruzam. Na Figura 6, esse ponto encontra-se próximo ao espaço localizado no eixo principal;

c) objeto sobre o centro de curvatura C (80 cm do espelho): imagem real e invertida, de 7 cm de altura, posicionada a 80 cm do espelho (posição à direita do espelho);

d) objeto posicionado depois do centro de curvatura C (85 cm do espelho): imagem real, menor e invertida, de 6,22 cm de altura, a 75,50 cm do espelho (à direita).

As relações entre objeto e imagem apresentadas anteriormente são válidas para o espelho côncavo. Para o espelho convexo, temos:

e) objeto localizado a 20 cm do espelho, imagem virtual, menor e direita, de 4,65 cm de altura, localizada a 13,30 cm do espelho. Nesse caso, o espelho deve ser fixado de forma contrária à do espelho côncavo (ver a Figura 6 de ponta-cabeça), no espaço localizado no eixo principal (concavidade do espelho voltada para a esquerda). (Figura 5).

4. Marcar as posições na placa de madeira, furá-la para a fixação dos elementos cortados anteriormente e a colocação do eixo principal. Existe a possibilidade de tinta para pintar de diferentes cores as representações do objeto, das imagens, do eixo principal e do espelho. É importante destacar que a posição das peças pode ser modificada de acordo com o tipo do espelho e da localização do objeto e de sua imagem.

5. Determinar o caminho dos raios de luz (barbante) e fixar os pregos nas extremidades da placa com o intuito de prender o barbante para melhor manuseio do material. Para tanto, siga a regra da reflexão regular da luz nos espelhos esféricos:

a) o raio incidente paralelo ao eixo principal é refletido passando pelo foco do espelho;

b) o raio que incide no espelho passando pelo foco é refletido paralelamente ao eixo principal (Figura 6).

Lembrando, a imagem se forma quando ocorre a interseção dos raios de luz (imagem real) ou do prolongamento de raios de luz (imagem virtual).

Durante a explicação, é possível de conduzir as mãos do discente com e sem deficiência visual pela maquete, tornando os elementos acessíveis aos discentes com deficiência visual e proporcionando condições de observações visuais e táteis aos discentes videntes.

3.2 A estruturação das aulas e utilização da placa multissensorial

Após a confecção da placa multissensorial, realizou-se a aplicação em sala de aula, tal aplicação levou em conta sete semanas de aula e teve seu cronograma distribuído nessas sete semanas.

Tabela 1: Roteiro com as sequências de aulas realizadas no trabalho.

Semana 1	Levantamento prévio através de questionamentos e situações problemas
Semana 2	Aula expositiva dialógica. (natureza dual da luz, raio luminoso, feixe luminoso, meios ópticos (transparente, translúcido e opaco), princípio da propagação retilínea dos raios luminosos, princípio da reversibilidade e princípio da independência dos raios luminosos). Apresentação de forma breve sobre fenômenos relacionados à óptica geométrica (reflexão regular, reflexão difusa, refração regular, refração difusa e absorção). Explicação sobre as leis da reflexão e o processo de formação e características das imagens formadas em espelhos planos.
Semana 3	Nesta aula três pequenos espelhos planos, dois espelhos côncavos de diferentes tamanho e raios de curvatura e um espelho convexo, foram levado para sala de aula.
Semana 4	Aplicação da placa multissensorial.
Semana 5	Explicação sobre mapas conceituais e confecção de um mapa pelos alunos.
Semana 6	Entrega do mapa conceitual pelos alunos.
Semana 7	Finalização do bimestre e do presente trabalho com os alunos. Avaliação bimestral.

3.3 – Desenvolvimento dos roteiros aplicados em sala.

Nesta seção serão apresentados os roteiros que foram aplicados em sala de aula.

AULAS 1 E 2 – DEBATE INICIAL

Nestas aulas foi feito um levantamento prévio com os alunos através de um debate inicial. A apresentação da foto abaixo propiciou o início do debate. Em seguida foram apresentadas as questões referentes ao tema.



Figura 1: Congresso Nacional, em Brasília/DF

(Fonte: <http://anprotec.org.br/site/2013/02/projeto-concede-isencao-fiscal-a-startups/congresso-nacional-brasilia/>)

- 1- Em sua opinião, como se forma a imagem na superfície da água? O processo de formação dessa imagem é semelhante ao que ocorre nos espelhos?
- 2- Na fotografia acima percebem-se algumas distorções na imagem refletida na água. Em uma situação ideal, que variáveis devem ser desconsideradas para que a imagem na superfície da água se forme sem nenhuma distorção?
- 3- Nessa fotografia, a altura real do prédio e o tamanho da imagem do prédio na água são iguais? Será que você pode afirmar que os objetos vistos na imagem têm o mesmo tamanho dos objetos reais?

4- Você conhece outros usos para um espelho, além de refletir os objetos à sua frente?

PRIMEIRAS ANOTAÇÕES

Considere as respostas obtidas no debate e os espelhos que vocês possuem em mãos e responda.

1) Identifique:

- a) o fenômeno da luz responsável pela formação de imagens na superfície da água;
- b) as condições necessárias para que se formem imagens em uma superfície.

2) A superfície da água pode funcionar aproximadamente como um espelho. Cite algumas características das imagens formadas nos espelhos.

AULA 3 E 4 – FUNDAMENTOS DA ÓPTICA GEOMÉTRICA

Nestas aulas foram apresentados aos alunos os conceitos fundamentais da Óptica Geométrica, juntamente com os principais fenômenos relacionados com o tema.

ÓPTICA GEOMÉTRICA

NATUREZA DA LUZ

Em 1675 Isaac Newton, num de seus artigos, considerou a luz constituída por um conjunto de corpúsculos materiais em movimento, cujas trajetórias seriam retas.

Huygens sugeriu que os fenômenos de propagação da luz seriam mais bem explicados se a luz fosse considerada uma onda.

No início do século XIX a teoria de Newton foi definitivamente abandonada, passando-se a considerar a luz como uma propagação ondulatória, graças ao trabalho do inglês Thomas Young. No entanto evidências mais recentes mostram que ao lado das ondas a luz transporta também corpúsculos de energia, chamados fótons, apresentando uma natureza dual (partícula-onda), segundo teoria do francês **Louis De Broglie**.

O transporte de energia radiante da luz é realizado através de ondas chamadas eletromagnéticas, tais ondas, além de não necessitarem de um meio material para se propagar – podendo, portanto, propagar-se no vácuo – possuem uma enorme velocidade.

No vácuo, a velocidade de propagação da luz (c) vale, aproximadamente:

$$c \approx 300\,000 \text{ km/s} \rightarrow 3 \times 10^5 \text{ km/s} \rightarrow 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

Em geral, somente uma parcela de energia radiante propicia a sensação de visão, ao atingir o olho. Essa parcela é denominada luz e possui frequência entre 4×10^{14} Hz e 8×10^{14} Hz.

As frequências dentro da faixa do visível do espectro eletromagnético correspondem às diferentes cores, com que observamos a luz. A luz de cor violeta corresponde à maior frequência (menor comprimento), e a luz de cor vermelha corresponde à menor frequência (maior comprimento).

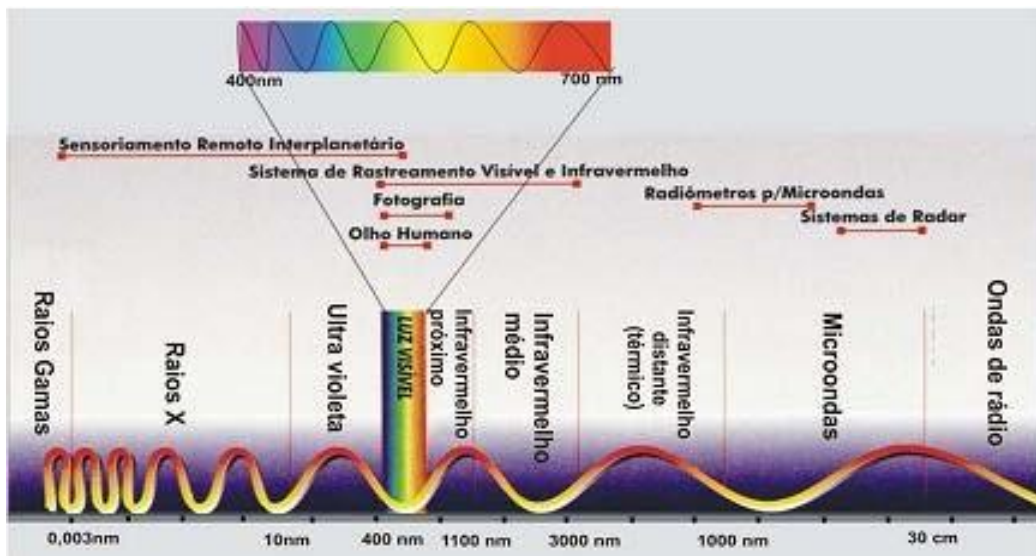


Figura 2: Espectro Eletromagnético e destaque para a luz visível
(Fonte:<http://freegrpsnetwork.blogspot.com.br/2013/03/o-espectro-eletromagnetico-na-natureza.html>)

CONCEITOS PRELIMINARES

RAIOS E FEIXES

a) Raio de luz: é a representação geométrica da trajetória da luz, indicando a direção e o sentido de sua propagação.

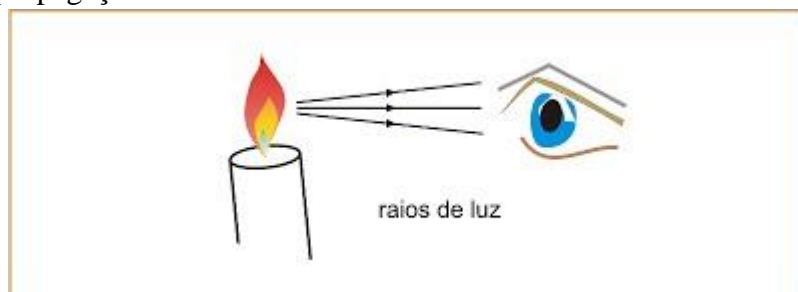


Figura 3: Representação de raios de luz (Fonte:http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/2013/08/cursos-do-blog-termologia-optica-e-ondas_6.html)

b) Feixe de luz: é um conjunto de raios de luz. Um feixe luminoso pode ser:

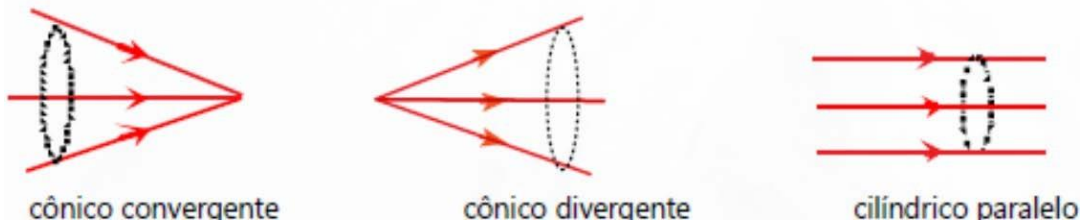


Figura 4: Tipos de feixes luminosos. (Fonte:http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/2013/08/cursos-do-blog-termologia-optica-e-ondas_6.html)

FONTES DE LUZ

QUANTO À EMISSÃO DE LUZ:

a) Fonte primária ou corpo luminoso: emite luz própria.

Ex: o Sol, as estrelas, uma lâmpada ligada, uma vela acesa, um vaga-lume, um interruptor, metal aquecido ao rubro etc.

b) Fonte secundária ou corpo iluminado: não emite luz própria, reflete luz de uma fonte primária.

Ex: a Lua, os planetas, um caderno, uma caneta, uma cadeira, uma pessoa, um quadro etc.

QUANTO À DIMENSÃO:

a) Fonte pontual ou puntiforme: suas dimensões são desprezíveis em relação ao ambiente considerado.

Ex: uma pequena lâmpada num salão.

b) Fonte extensa: suas dimensões não são desprezíveis em relação ao ambiente considerado.

Ex: uma lâmpada fluorescente num quarto.

MEIOS ÓPTICOS

a) Meio transparente: é aquele que permite a propagação regular da luz.

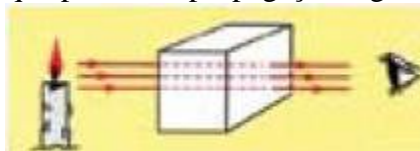


Figura 6 : Meio transparente (Fonte:<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/meios-propagacao-luz.htm>)

O observador vê o objeto com nitidez através do meio. Ex: aquário, ar, vidro comum, papel celofane etc.

b) Meio Translúcido: é aquele que permite a propagação irregular da luz

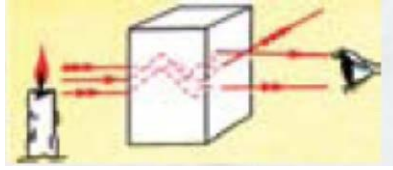


Figura 7: Meio translúcido (Fonte: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/meios-propagacao-luz.htm>)

O observador não vê o objeto com nitidez através do meio. Ex: vidro fosco, papel vegetal, tecido fino, ar com neblina etc.

c) Meio opaco: é aquele que não permite a propagação da luz.

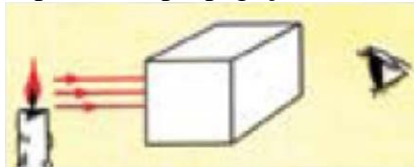


Figura 8: Meio opaco (Fonte: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/meios-propagacao-luz.htm>)

O observador não vê o objeto através do meio. Ex: parede de tijolos, portão de madeira, placa metálica etc.

FENÔMENOS ÓPTICOS

Quando a luz incide sobre uma superfície S , que separa um par de meios, pode sofrer os seguintes fenômenos:

a) Reflexão regular: o feixe de raios paralelos que se propaga no meio 1 incide sobre a superfície S e retorna ao meio 1, mantendo o paralelismo.

Ex: A reflexão regular é responsável pela formação de imagens sobre a superfície tranqüila de um lago.

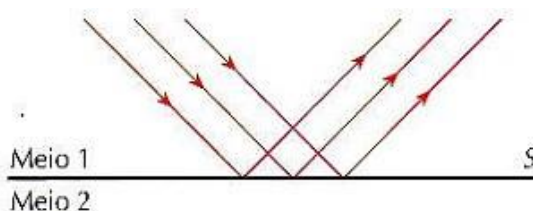


Figura 9: Reflexão regular (especular) (Fonte: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/meios-propagacao-luz.htm>)

b) Reflexão difusa ou difusão: o feixe de raios paralelos que se propaga no meio 1 incide sobre a superfície S e retorna ao meio 1, perdendo o paralelismo e espalhando-se em todas as direções. A difusão é devido às irregularidades da superfície. A reflexão difusa é responsável pela visibilidade dos objetos que nos cercam.

Ex: Vemos uma pessoa porque ela reflete difusamente para nossa vista a luz que recebe.

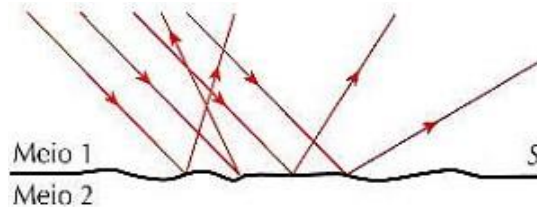


Figura 10: Reflexão difusa (Fonte: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/meios-propagacao-luz.htm>)

c) Refração regular: o feixe de raios paralelos que se propaga no meio 1 incide sobre a superfície S e passa a se propagar no meio 2, mantendo o paralelismo. A refração regular ocorre em meios transparentes.

Ex: A refração regular é responsável pela visão nítida de objetos através do vidro comum.

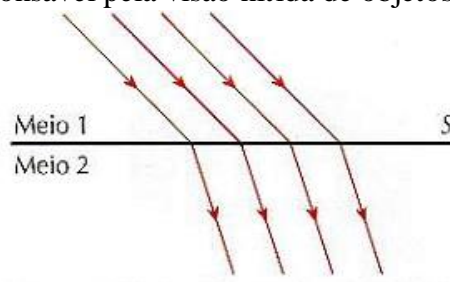


Figura 11: Refração regular (Fonte: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/meios-propagacao-luz.htm>)

d) Refração difusa: o feixe de raios paralelos que se propaga no meio 1 incide sobre a superfície S e passa a se propagar no meio 2, perdendo o paralelismo. A refração difusa ocorre em meios translúcidos.

Ex: A refração difusa é responsável pela visualização sem nitidez de objetos através do vidro fosco.

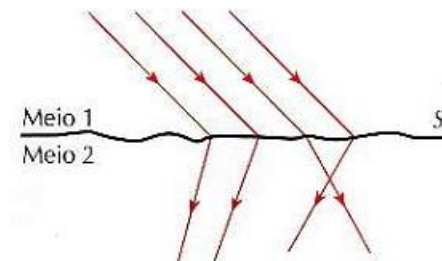


Figura 12: Refração difusa (Fonte: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/meios-propagacao-luz.htm>)

e) Absorção: o feixe de raios paralelos que se propaga no meio 1 incide sobre a superfície S e não retorna ao meio 1 nem se propaga no meio 2, ocorrendo a absorção. Como a luz é uma forma de energia, sua absorção ocasiona um aquecimento.

Ex: A absorção é responsável pelo aquecimento de uma camisa negra quando exposta à luz.

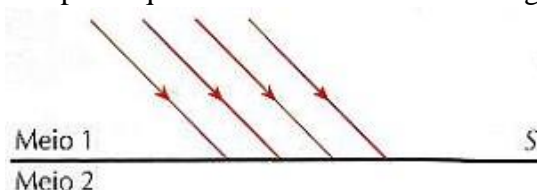


Figura 13: Absorção luminosa (Fonte: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/meios-propagacao-luz.htm>)

REFLEXÃO EM ESPELHOS PLANOS

INTRODUÇÃO

Quando a luz incide na superfície bem polida de um corpo opaco, observamos que o fenômeno predominante é a reflexão regular. Esse tipo de superfície é chamado de espelho.

O espelho plano é uma placa de vidro onde é depositada uma camada bem fina de prata (ou alumínio) numa das faces. Símbolo:

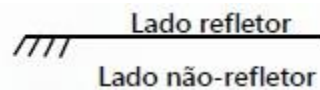


Figura 7: Representação de um espelho plano.

Fonte(http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/2016/08/cursos-do-blog-termologia-optica-e-ondas_30.html)

LEIS DA REFLEXÃO

1ª Lei: o raio incidente (R_i), a normal (N) e o raio refletido (R_r) estão contidos no mesmo plano

2ª Lei: o ângulo de incidência (i) é igual ao ângulo de reflexão(r).

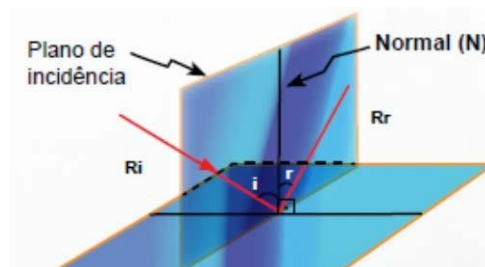


Figura 8: Elementos de um espelho plano (Fonte:http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/2016/08/cursos-do-blog-termologia-optica-e-ondas_30.html)

FORMAÇÃO DA IMAGEM

OBJETO PUNTUAL

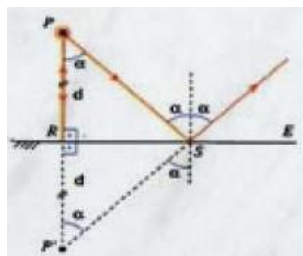


Figura 9: Imagem formada por um objeto pontual (Fonte:http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/2016/08/cursos-do-blog-termologia-optica-e-ondas_30.html)

P' é uma imagem virtual, pois é obtida pela intersecção dos prolongamentos dos raios refletidos.

CORPO EXTENSO

Podemos considerar um corpo extenso como sendo constituído por infinitos objetos pontuais.

Assim, cada ponto desse corpo extenso tem uma imagem pontual e simétrica em relação ao espelho, P' , Q' , R' , S' . . .

Pela figura, concluímos que um espelho plano conjuga uma imagem virtual, direita, de mesmo tamanho do objeto real e posicionado simetricamente ao objeto em relação ao espelho.

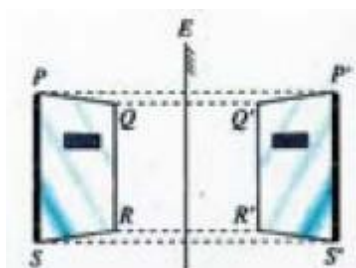


Figura 10: Imagem formada em um espelho plano (Fonte: http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/2016/08/cursos-do-blog-termologia-optica-e-ondas_30.html)

CARACTERÍSTICAS DA IMAGEM

1ª : Se chamarmos de x à distância do objeto ao espelho, a distância entre o espelho e a imagem será também x . Isto significa que o objeto e a imagem são simétricos em relação ao espelho.

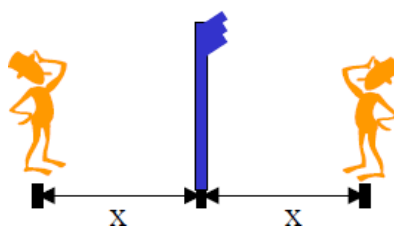


Figura 11: Simetria em relação a distância da imagem ao espelho no espelho plano (Fonte: http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/2016/08/cursos-do-blog-termologia-optica-e-ondas_30.html)

2ª : As imagens formadas num espelho plano são enantiomorfas, ou seja, existe uma inversão “direita para a esquerda”, mas não de “baixo para cima”. Assim a imagem especular da mão esquerda é a mão direita, mas a imagem dos pés não está na cabeça.

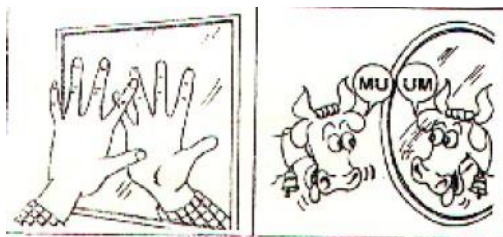


Figura 12: Enantiomorfismo (Fonte:http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/2016/08/cursos-do-blog-termologia-optica-e-ondas_30.html)

3ª: Ainda pelas figuras anteriores, percebe-se que um objeto localizado na frente do espelho (real) nos fornece uma imagem que nos dá a impressão de estar situada atrás do espelho (virtual). Logo, o objeto e a imagem são de naturezas opostas.

4ª: Finalmente, podemos notar que o objeto e a imagem possuem o mesmo tamanho, e, em caso de movimento relativo ao espelho, possuirão iguais velocidades.

AULAS 5 E 6 – QUESTIONAMENTO SOBRE ESPELHOS

Nessas aulas foram feitos questionamentos simples sobre os tipos de espelhos e suas possíveis aplicações. Para isso os alunos puderam utilizar um conjunto espelhos esféricos e planos que faziam parte de um antigo kit experimental existente na escola, também foram utilizados espelhos comprados em lojas de presentes e lojas de retrovisores.

Utilizando os espelhos, apresentados pelo seu professor, responda ao que se pede:

1. O que você acha que é um espelho?
2. Por que você acha que as pessoas usam o espelho?
3. Que tipo de espelho você conhece?
4. Você já ouviu falar nos espelhos côncavo e convexo?
5. Para você, o que acontece no espelho quando as pessoas olham para ele? Por que acontece isso?
6. O que é para você uma imagem?
7. Qual é a diferença entre um espelho e um pedaço de vidro?
8. O que acontece quando as pessoas olham para espelhos esféricos, como os espelhos côncavo e convexo?

9. Aproxime seu rosto dos espelhos e descreva as características da imagem que é formada

Em um segundo momento, apresentou-se uma aula expositiva sobre espelhos esféricos e suas principais características.

ESPELHOS ESFÉRICOS

REFLEXÃO EM ESPELHOS ESFÉRICOS

É aquele onde a superfície refletora é um pedaço de uma esfera oca (calota esférica).

Se a superfície refletora da calota esférica for a interna, temos o espelho côncavo; se a superfície refletora for a externa, então temos o espelho convexo.

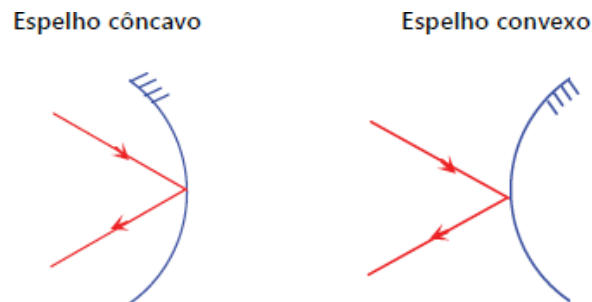


Figura 13: Representação de espelhos esféricos (Fonte:<http://alunosonline.uol.com.br/fisica/condicoes-gauss-para-espelhos-esfericos.html>)

ELEMENTOS DO ESPELHO

V - vértice
C - Centro de
Curvatura
e.p. - Eixo Principal
 α - ângulo de

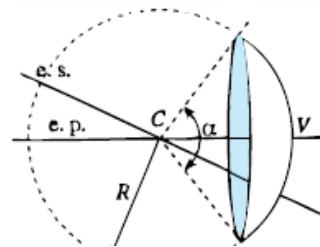


Figura 14: Elementos de um espelho esférico

(Fonte:<http://alunosonline.uol.com.br/fisica/condicoes-gauss-para-espelhos-esfericos.html>)

PROPRI

- a) Todo raio que incide paralelamente ao eixo principal, reflete-se na direção do foco principal.

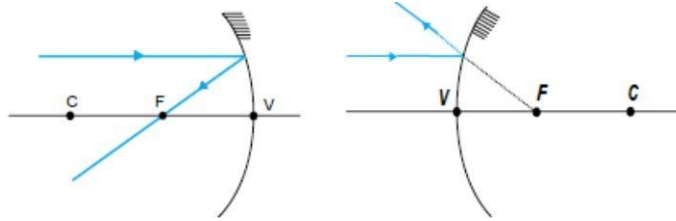


Figura 15: Raios incidindo paralelamente ao eixo principal
(Fonte: <http://alunosonline.uol.com.br/fisica/condicoes-gauss-para-espelhos-esfericos.html>)

- b) Todo raio que incide na direção do foco principal, reflete-se paralelamente ao eixo principal.

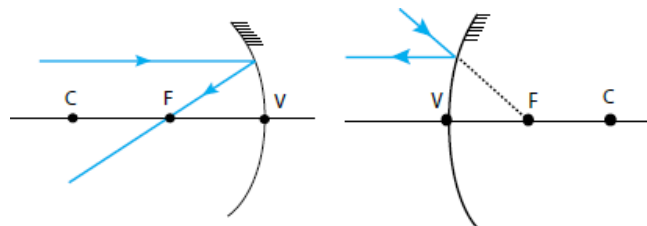


Figura 16: Raios incidindo pelo foco (Fonte: <http://alunosonline.uol.com.br/fisica/condicoes-gauss-para-espelhos-esfericos.html>)

- c) Todo raio que incide na direção do centro de curvatura, reflete sobre si mesmo.

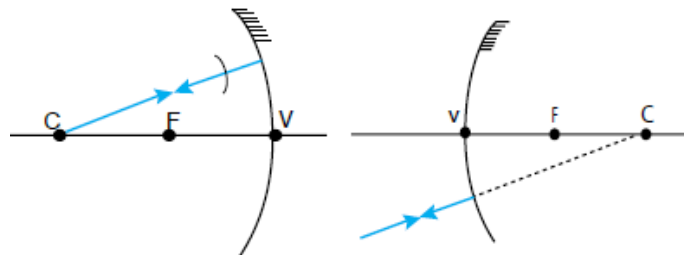


Figura 17: Raios incidindo pelo centro de curvatura (Fonte: <http://alunosonline.uol.com.br/fisica/condicoes-gauss-para-espelhos-esfericos.html>)

- d) Todo raio que incide no vértice, reflete-se simetricamente em relação ao eixo principal.

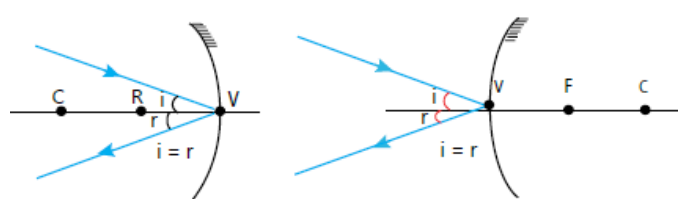


Figura 18: Raios incidindo pelo vértice. (Fonte: <http://alunosonline.uol.com.br/fisica/condicoes-gauss-para-espelhos-esfericos.html>)

CONSTRUÇÃO DAS IMAGENS

- A) **ESPELHO CONVEXO:** temos apenas um tipo de imagem para o objeto real AB.

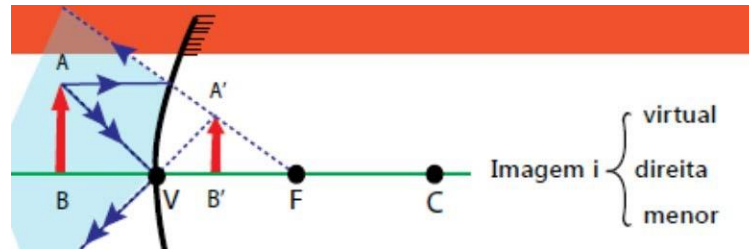


Figura 19: Imagem formada em espelho convexo. (Fonte: <http://alunosonline.uol.com.br/fisica/condicoes-gauss-para-espelhos-esfericos.html>)

B) ESPELHO CONCAVO: OBJETO ALÉM DO CENTRO

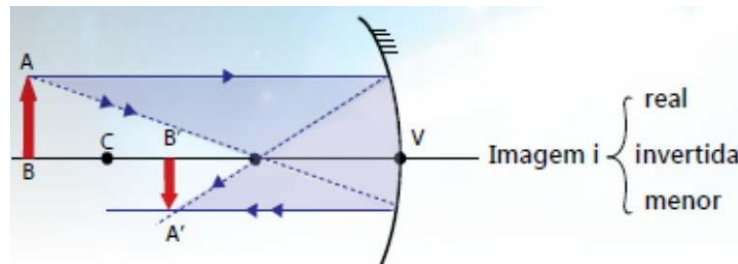


Figura 20: Imagem formada no espelho côncavo, objeto localizado depois do centro de curvatura. (Fonte: <http://alunosonline.uol.com.br/fisica/condicoes-gauss-para-espelhos-esfericos.html>)

C) ESPELHO CONCAVO: OBJETO NO CENTRO

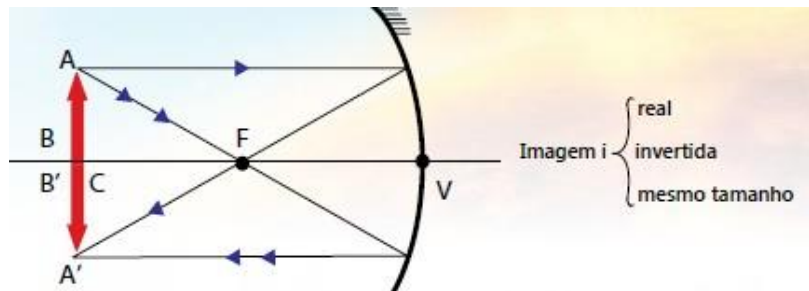


Figura 21. Imagem formada no espelho côncavo, objeto localizado no centro de curvatura. (Fonte: <http://alunosonline.uol.com.br/fisica/condicoes-gauss-para-espelhos-esfericos.html>)

D) ESPELHO CONCAVO: OBJETO ENTRE O FOCO E O CENTRO

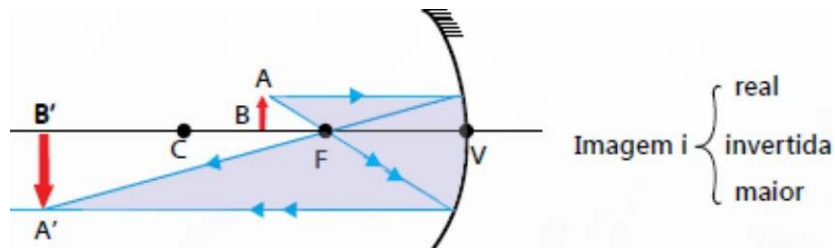


Figura 22: Imagem formada no espelho côncavo, objeto localizado entre o centro de curvatura e o foco. (Fonte: <http://alunosonline.uol.com.br/fisica/condicoes-gauss-para-espelhos-esfericos.html>)

E) ESPELHO CONCAVO: OBJETO NO FOCO

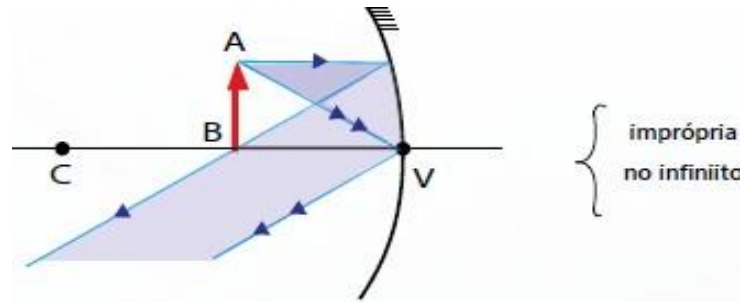


Figura 23: Imagem formada no espelho côncavo, objeto localizado no foco.
 (Fonte: <http://alunosonline.uol.com.br/fisica/condicoes-gauss-para-espelhos-esfericos.html>)

F) ESPELHO CONCAVO: OBJETO ENTRE O FOCO E O VÉRTICE

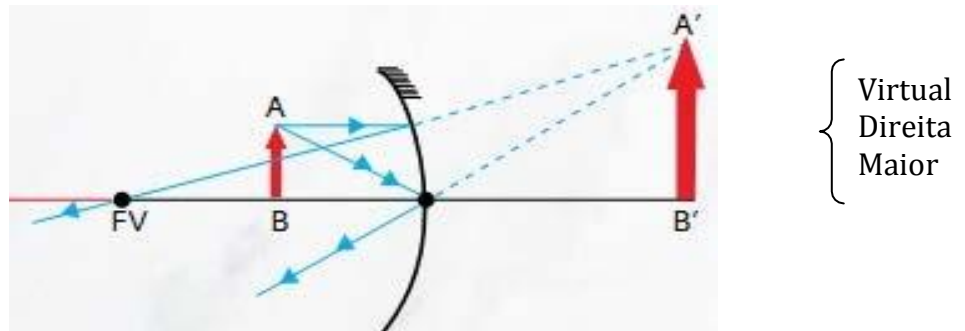


Figura 24: Imagem formada no espelho côncavo, objeto localizado entre o foco e o vértice.
 (Fonte: <http://alunosonline.uol.com.br/fisica/condicoes-gauss-para-espelhos-esfericos.html>)

DETERMINAÇÃO ANALÍTICA DA IMAGEM

Agora iremos expressar de forma matemática algumas expressões que nos permitam determinar a posição e o tamanho da imagem.

$$\boxed{\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \quad A = \frac{i}{o} = \frac{-p'}{p}}$$

PARA O REFERENCIAL DE GAUSS ADOTAMOS UMA CONVENÇÃO DE SINAIS

Tabela 2: Representação de valores para o referencial de Gauss.

$p' > 0$	Real	$ A > 1$	Maior
$p' < 0$	Virtual	$ A < 1$	Menor
A ou $i > 0$	Direita	Côncavo	$f > 0$
A ou $i < 0$	Invertida	Convexo	$f < 0$

AULAS 7 E 8 – UTILIZAÇÃO DA PLACA MULTISSENSORIAL

Nessas aulas foi realizada a aplicação da placa multissensorial, na qual os alunos puderam interagir com as construções de diferentes perfis de imagens formadas em espelhos esféricos.

AULAS 9 E 10 – CONFECÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS

Uma vez que uma das avaliações desse trabalho será através de mapas conceituais, apresentou-se aos alunos o que eram os mapas conceituais e maneiras de elaborar tais mapas.

Atividade de Preparação para Mapeamento Conceitual

1. Faça duas listas de palavras familiares relacionadas a objetos e eventos. Exemplos de objetos pode ser carro, cachorro, cadeira, árvore, nuvem, livro; exemplos de eventos podem ser chovendo, correndo, lavando, pensando, trovejando, festejando. Pergunte aos estudantes se eles podem explicar a diferença das duas listas. Tente auxiliá-los a reconhecer que a primeira lista é de coisas ou objetos e a segunda de acontecimentos ou eventos. Na sequência rotule as duas listas.
2. Solicite aos alunos que descrevam o que eles pensam quando ouvem as palavras da primeira lista. Auxilie-os a perceber que apesar de usarmos a mesma palavra, cada um de nós pode pensar em coisas um pouco diferentes. Essas imagens mentais que possuímos das palavras são os nossos conceitos ou concepções. Introduza a palavra conceito ou concepção.
3. Repita o mesmo procedimento para a segunda lista de palavras relacionadas a eventos.
4. Discuta então a razão pela qual muitas vezes temos problemas em entender os outros apesar de usarmos as mesmas palavras. Palavras são rótulos para conceitos, mas cada um de nós tem o nosso próprio entendimento e significado para palavras.
5. Agora liste palavras tais como onde, são, a, é, então, com. Pergunte aos alunos no que é que eles pensam quando ouvem estas palavras. Elas não são conceitos e são denominadas de ligações as quais usamos quando falamos ou escrevemos. As palavras de ligação são usadas juntamente com os conceitos para construir frases que tenham um significado.

6. Nomes próprios não são conceitos, mas nomes para pessoas, eventos, locais ou objetos específicos. Utilize alguns exemplos para auxiliar os alunos a observar a distinção entre rótulos para regularidades em eventos ou objetos e os rótulos para objetos e eventos específicos ou nomes próprios.
7. Utilizando algumas palavras conceitos e palavras de ligação, construa algumas sentenças curtas para ilustrar como nós humanos construímos significados. Exemplos podem ser: 'o cachorro está correndo', ou 'existem nuvens e trovões'.
8. Solicite aos estudantes que escrevam suas próprias sentenças identificando se os conceitos são objetos ou eventos e quais as palavras de ligação.
9. Introduza algumas palavras não muito familiares tais como medonho, conciso, canino. Essas palavras traduzem conceitos que, talvez eles já saibam, mas que tem de alguma forma um significado especial. Discuta o fato de que os significados das palavras não são fixos ou rígidos, mas que podem mudar e melhorar.
10. Escolha uma seção de um livro texto e faça cópias para os estudantes. Escolha uma passagem que tenha uma mensagem clara e definida. Solicite que leiam o texto e identifiquem os conceitos chaves. Solicite que os alunos também escolham alguns conceitos e palavras de ligação menos importante no texto.

Atividade de Mapeamento Conceitual

1. Escolha uma seção ou parágrafo de um livro texto e solicite aos alunos que selecionem os conceitos chave, ou seja, os conceitos necessários para o entendimento do significado do texto. Faça uma lista dos conceitos selecionados e discuta quais são os mais importantes e inclusivos em relação ao texto.
2. Faça uma nova lista ordenando os conceitos mais gerais, inclusivos, até os menos gerais ou mais específicos. Pode haver discordância, o que é natural, uma vez que este fato pode explicitar a existência de mais de um significado para o texto.
3. Construa então o mapa conceitual usando a lista de conceitos ordenada hierarquicamente. Discuta a escolha de boas palavras de ligação para formar as proposições mostradas nas linhas de ligação do mapa.
4. A primeira tentativa de construção de mapas conceituais pode ser pobre em simetria ou mesmo agrupar conceitos pouco relacionados. Reconstrua o mapa. Deixe claro que é necessário reconstruir o mapa pelo menos uma vez, sendo

algumas vezes necessárias mais tentativas, para se chegar a uma boa representação das ideias do texto em questão (FERRACIOLI, 2007, p.70, 71).

AULAS 13 E 14 – AVALIAÇÃO OBJETIVA

Uma vez que o trabalho desenvolveu-se durante o período letivo, fazia-se necessário que os alunos realizassem uma avaliação tradicional, para ser computada no diário de classe. Segue abaixo as questões apresentadas. Cabe ressaltar que os alunos realizaram a avaliação nos mesmos grupos que foram divididos inicialmente e poderiam utilizar os mapas conceituais confeccionados anteriormente pelo respectivo grupo.

01. Espelhos convexos são frequentemente utilizados como retrovisores em carros e motos. Quais das afirmações estão corretas?

I – A área refletida para o olho por um espelho circular convexo é maior que a refletida por um espelho plano de igual diâmetro na mesma posição.

II – A imagem é formada atrás do espelho, sendo portanto real.

III – A imagem é menor que o objeto e não é invertida.

IV – A distância entre a imagem e o espelho é ilimitado tornando-se cada vez maior, à medida que o objeto se afasta.

a) Somente I e III.

b) Somente II e IV.

c) Somente I, III e IV.

d) Somente I, II e III.

e) Somente II, III e IV.

02. Se uma pessoa observa que sua imagem num espelho é diminuída e direita, então esse espelho é:

a) Necessariamente côncavo.

b) Necessariamente convexo.

c) Necessariamente plano.

d) Plano ou convexo.

e) Plano ou côncavo.

03. Um dentista observa a imagem direita de um dente cariado em um espelho esférico côncavo. Pode-se afirmar que:

- a) A distância do dente ao espelho é menor que a distância focal do espelho.
- b) A distância do dente ao espelho é maior que a distância focal do espelho.
- c) A distância do dente ao espelho é igual à distância focal do espelho.
- d) A imagem do dente no espelho é menor que o dente.
- e) A cárie é maior que o dente.

04. Uma pessoa se encontra a 50 cm de distância de um espelho esférico côncavo de distância focal igual a 25 cm. Sua imagem será:

- a) Real, invertida e igual.
- b) Real, direita e menor.
- c) Virtual, direita e igual.
- d) Virtual, invertida e maior.
- e) Real, invertida e maior.

05. (ITA-SP) Um jovem estudante, para fazer a barba mais eficientemente, resolve comprar um espelho esférico que aumente duas vezes a imagem de seu rosto quando ele se coloca a 50 cm dele. Que tipo de espelho ele deve usar e qual o raio de curvatura?

- a) Convexo com $R = 50$ cm.
- b) Côncavo com $R = 200$ cm.
- c) Côncavo com $R = 33,3$ cm.
- d) Convexo com $R = 67$ cm.
- e) Um espelho diferente dos mencionados.

06. A 60 cm de um espelho esféricocôncavo, cuja distância focal é de 20 cm, coloca-se um objeto de 15 cm de altura, perpendicularmente ao eixo óptico do espelho. A imagem conjugada pelo espelho é:

- a) Real, invertida e tem 7,5 cm de altura.
- b) Real, direita e tem 15 cm de altura.
- c) Virtual, direita e mede 30 cm de altura.
- d) Virtual, invertida e mede 5,0 cm de altura.
- e) Real, invertida e mede 15 cm de altura.

07. Quando colocamos um pequeno objeto real entre o foco principal e o centro de curvatura de um espelho esférico côncavo de Gauss, sua respectiva imagem conjugada será:

- a) Real, invertida e maior que o objeto.
- b) Real, invertida e menor que o objeto.
- c) Real, direita e maior que o objeto.
- d) Virtual, invertida e maior que o objeto.
- e) Virtual, direita e menor que o objeto.

08. Uma flor é colocada em frente a um espelho esférico. A imagem da flor produzida por esse espelho é direita e maior que a flor. Portanto, trata-se de um espelho _____ e a flor está a uma distância do espelho _____ sua distância focal.

A alternativa que completa corretamente as lacunas é:

- a) Convexo – maior que
- b) Convexo – menor que
- c) Côncavo – igual a
- d) Côncavo – menor que
- e) Côncavo – maior que

09. Em um farol de automóvel, tem-se um refletor constituído por um espelho esférico e um filamento de pequenas dimensões que pode emitir luz. O farol funciona bem quando o espelho é:

- a) Convexo e o filamento está no ponto médio entre o foco e o centro do espelho.
- b) Convexo e o filamento no foco do espelho.
- c) Convexo e o filamento está no centro do espelho.
- d) Côncavo e o filamento está no foco do espelho.
- e) Côncavo e o filamento está no centro do espelho.

10. A respeito do uso dos espelhos esféricos, é correto dizer que:

- a) O espelho convexo é adequado para fazer a barba, pois sempre forma imagem maior e direita, independente da posição do objeto.

- b) O espelho convexo é adequado para uso como retrovisor lateral de carro, desde que sua distância focal seja maior que o comprimento do carro, pois só nessa situação a imagem formada será direita e maior.
- c) O espelho côncavo é adequado para o uso como retrovisor lateral de carro, pois sempre forma imagem direita, independentemente da posição do objeto.
- d) O espelho côncavo é adequado para se fazer a barba, desde que o rosto se posicione, de forma confortável, entre o foco e o centro de curvatura.
- e) O espelho côncavo é adequado para se fazer a barba, desde que a distância focal seja tal que o rosto possa se posicionar, de forma confortável, entre o foco e o vértice.

4 METODOLOGIA

4.1 Objetivos

4.1.1 Objetivo Geral

Produzir e verificar quais apreensões podem ser feitas através de intervenções didática utilizando objetos multissensoriais, no âmbito da Aprendizagem Significativa.

4.1.2 Objetivos Específicos

Esse trabalho tem como objetivos específicos construir um material capaz de estabelecer interface entre os fenômenos estudados e os alunos.

Analisar o processo de condução das atividades de ensino e por meio de tal análise identificar viabilidades e dificuldades inerentes ao referido processo e conseqüentemente, os principais saberes docentes que devem ser desenvolvidos junto ao professor de Física para o trabalho educacional com a utilização de uma placa multissensorial.

Introduzir a elaboração de mapas conceituais para os alunos, analisar os mesmos a fim de inferir na ocorrência de aprendizagem significativa.

Ter como produto final um material didático que seja propício para a inclusão de alunos com deficiências visuais, não só dentro do ambiente escolar, mas principalmente fora dele, servindo de ponto de discussão levando aos alunos a aprenderem a partir do ponto de vista de pessoas que possuam limitações físicas.

4.2 Contextos e descrição dos sujeitos da pesquisa

Esse trabalho foi conduzido em quatro turmas da segunda série do ensino médio do ano de 2016, as quais três pertencem ao turno matutino e uma ao período vespertino. As atividades foram realizadas durante as minhas aulas de Física na Escola Estadual Dr. Félix Miranda, localizada no bairro Parque Guarus na cidade de Campos dos Goytacazes-RJ. Essa escola possui uma localização geográfica importante para o bairro na qual está inserida, visto que a escola atende a uma média de 1020 alunos que residem no mesmo bairro ou bairros adjacentes.

A escola atende a quarenta e cinco turmas (2º ciclo do fundamental, ensino médio e educação de jovens e adultos) em seus três turnos. De ensino médio são dezoito turmas, das quais seis são de segundo ano e dessas quatro são turmas nas quais o professor/mestrando leciona (três matutino e uma vespertino).

Os alunos que cursavam a segunda série no ano de 2016, em sua maioria, também cursaram a primeira série na própria escola e foram promovidos pela aprovação, poucos eram repetentes (em torno de uns quatro alunos) e outros poucos vieram de outras escola (dois ou três alunos). Foram participantes as turmas 2001, 2002 e 2003 do turno matutino e 2005 do turno vespertino. Em cada turma, o número de estudantes variava entre 15 e 25 alunos, totalizando 72 alunos participantes do trabalho.

Todos os alunos foram avisados previamente que seria desenvolvido uma prática diferenciada com eles e que todos os processos dessa prática serviria como instrumento de avaliação deles e também para o desenvolvimento de uma dissertação de mestrado. Foi preciso abrir um espaço ao mencionar sobre o mestrado, para que fosse conversado com os alunos sobre carreiras acadêmicas e continuidade de estudo após uma graduação (*stricto sensu*, *latu sensu*, especializações, etc).

As atividades foram desenvolvidas durante um bimestre, totalizando 7 encontros com 2 tempos de 50 minutos cada.

4.3 Sobre a Proposta

A gênese dessa proposta se dá nos idos de 2011 quando, por ocasião, o professor/mestrando estava lecionando em um cursinho de pré vestibular social, aos finais de semana e pode reparar em um aluno que realizava a prova da Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas, o que lhe chamou a atenção não foi o fator isolado de existir um aluno realizando essa prova, mas sim o fato dele possuir deficiência visual. O professor/mestrando ficou encantado e estimulado com a dedicação e concentração dele ao realizar um exame que para o professor/mestrando, até o momento, seria estritamente visual. Desde esse momento o professor/mestrando procurou se informar mais sobre o ensino de ciências exatas para deficientes visuais e começou a ter a ideia de usar dos recursos utilizados para ensinar deficientes visuais, para o ensino de alunos cegos e videntes em turmas regulares, visando a inclusão escolar.

Optou-se enfocar fenômenos ópticos, visto que, em geral, lhes são atribuídos condição única e exclusivamente visual. Sem negar que determinadas propriedades ópticas são diretamente ligadas à visão, é importante ressaltar que, as mesmas, podem ser interpretadas e compreendidas por meio de percepções não visuais.

Por essência, o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) é uma proposta de formação continuada, intelectual e profissional, para professores de Física em atuação e isso demanda do mestrando o desenvolvimento de técnicas e produtos educacionais,

algo que permitiu de maneira estruturada e fundamentada, utilizar de um material instrucional para roteiro montagem de uma placa multissensorial para o ensino de espelhos esféricos e do roteiro de como essa placa foi incorporada na minha prática pedagógica. Esse roteiro de aulas, foi então elaborado como produto para a utilização em sala de aula.

4.4 O Tipo de pesquisa

Nosso trabalho caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa. Os instrumentos de coleta de dados utilizados nas análises desta pesquisa foram os questionários, respondidos pelos alunos, as observações feitas pelo professor/mestrando durante a interação dos alunos com a placa multissensorial, os mapas conceituais e uma avaliação objetiva.

No próximo tópico é feita a análise desses dados e apresentada uma síntese das aulas, onde são destacados os conteúdos trabalhados e as estratégias utilizadas, visando a promover uma aprendizagem significativa.

4.5 A Estruturação das aulas e utilização da Placa Multissensorial

Após a confecção da placa multissensorial, realizou-se a aplicação em sala de aula, utilizando os seguintes passos:

* Aulas 1 e 2 – Nesta primeira aula iniciou-se um levantamento prévio através de questionamentos e situações problemas, nas quais os alunos interagem e respondiam em grupos. Solicitou-se aos alunos que as discussões realizadas em grupo, ocorressem em voz alta, e que os grupos de aluno externassem, as descrições sobre a imagem mostrada e suas explicações sobre os fenômenos abordados em sala de aula. Foi tomado este cuidado uma vez que, a didática multissensorial consiste em fornecer, aos alunos, a possibilidade de conhecer e compreender os fenômenos por diversos sensores e no desenvolvimento dos materiais existe a preocupação de ao menos uma percepção sensorial não visual no processo de ensino – princípio fundamental da didática multissensorial (SOLER, 1999).

Após as devidas interações e discussões entre os grupos, foi solicitado que um integrante de cada grupo, escrevesse as respostas em folha separada e esta serviu como pré-teste sobre os conhecimentos prévios dos alunos. Sendo essas respostas uma maneira de elencar os subsunçores preexistentes na estrutura cognitiva dos grupos de alunos (LIMA, 2008)

* Aulas 3 e 4 – Por ser tratar de um aula expositiva, a mesma foi elaborada tendo como premissa, os temas debatidos nas aulas da semana anterior, mas sempre tentando ao máximo

que não ficasse apenas em recursos visuais, de maneira que, se existisse um aluno com deficiência visual em sala de aula, o mesmo pudesse entender e participar efetivamente da aula. Embora a aula tenha sido realizada sem ter a preocupação de ser exclusiva para deficientes visuais e sim uma aula que possibilitasse a inclusão, uma vez que o emprego do material proposto não deve ser pensado como se fosse exclusivamente para alunos portadores de necessidades. A ideia de inclusão deve adequar-se a atender a diversidade, a heterogeneidade, sem deixar de lado as características pessoais de cada aluno.(CAMARGO, 2011).

Foram discutidos os conceitos sobre a natureza dual da luz, raio luminoso, feixe luminoso, meios ópticos (transparente, translúcido e opaco), princípio da propagação retilínea dos raios luminosos, princípio da reversibilidade e princípio da independência dos raios luminosos. Na aula também foram apresentados de forma breve os fenômenos relacionados à óptica geométrica (reflexão regular, reflexão difusa, refração regular, refração difusa e absorção) e por fim realizou-se uma explicação sobre as leis da reflexão e o processo de formação e características das imagens formadas em espelhos planos. Na tentativa de fazer uso dos princípios programáticos facilitadores da aprendizagem significativa. (AUSUBEL, 2003).

* Aulas 5 e 6 - Nesta aula três pequenos espelhos planos, dois espelhos côncavos de diferentes tamanho e raios de curvatura e um espelho convexo, foram levado para sala de aula. Esses espelhos foram pegos emprestados de um antigo kit experimental que se encontrava em desuso na unidade escolar. Mas poderia ser encontrado em qualquer loja de materiais presente, ou de espelhos retrovisores. Foi solicitado aos grupos de alunos que interagissem com esses espelhos e descrevessem quais eram as características táteis de cada um deles (reto, “afundado”, salientado pra fora), quais eram as características visuais das imagens formadas nesses espelhos e se essas características permaneciam inalteradas, independente do tamanho e da distância do objeto colocado em frente aos espelhos. Finalizadas as interações e discussões entre os grupos, novamente pediu-se para que um integrante de cada grupo transcrevesse as características observadas e entregasse em folha separada ao professor. Ao final da atividade, foi apresentada uma segunda lista de exercícios para ser entregue na próxima aula, sendo que para a resolução de algumas dessas questões deveria ser conhecida as equações dos pontos conjugados, de ampliação e o processo de formação de imagens em espelhos.

O fato de terem sido colocadas questões com temas que ainda não tinham sido abordadas em sala, teve como justificativa, a possibilidade de ser uma estratégia de motivação

e inquietação para os alunos, uma vez que Moreira, 1999, diz que, para constatar a aprendizagem significativa, o aluno deve demonstrar a posse dos novos conhecimentos, com uma avaliação que apresente situações novas e não familiares, em que possa transferir seus conhecimentos.

* Aulas 7 e 8 - A aula começou com certas reclamações e questionamentos, de diversos estudantes, sobre algumas questões da lista de exercícios, passada no final da última aula e que eles não conseguiram responder. Isto teve um propósito, uma vez que, algumas das questões, exigiam uma abordagem mais analítica e quantitativa sobre o processo de formação de imagens em espelhos esféricos. Diminuída um pouco a insatisfação, depois da explicação de que a “impossibilidade” deles em resolverem tais questões, iniciou-se a explicação sobre o processo de formação analítica das imagens em espelhos esféricos utilizando a placa multissensorial, nesse momento solicitou-se que alguns alunos viessem para a frente da sala e vendasse os olhos, uma vez que, nas turmas onde ocorreu a aplicação do material, não existia nenhum discente com deficiência visual. Foram montadas diversas configurações, com o “objeto” sendo refletido em diferentes distâncias do espelho côncavo e convexo. A cada nova configuração um novo aluno, se aproximava e com os olhos vendados, interagiu com a placa, descrevendo oralmente quais eram as características das imagens formadas (maior ou menor, virtual ou real, invertida ou direita). Logo após realizou-se a explicação a equação dos pontos conjugados de Gauss e sua relação com a ampliação fornecida por espelhos esféricos. A aula teve sua finalização com os estudantes respondendo as questões que não haviam conseguido responder da segunda lista de exercícios.

* Aulas 9 e 10 - Nessas duas aulas explicou-se aos alunos, de maneira expositiva, o que são mapas conceituais e algumas formas de se construir um mapa. Os mapas conceituais foram introduzidos aos alunos de acordo com os aspectos sequenciais abordados por Ferracioli, 2007. Na exposição da aula, foram mostradas orientações e uma sequência de passo a passo para se construir um mapa conceitual. Após a introdução dos mapas conceituais, os alunos iniciaram a confecção de um mapa introdutório, a título de exercitar o uso do mapa. Os mapas elaborados nesse momento nada tinham a ver com os conceitos físicos diretamente ligados à reflexão em espelhos. O primeiro tema abordado para a confecção do mapa conceitual introdutório tinha como tema “ESCOLA. Após a confecção do primeiro mapa, foram escolhidos três mapas, nos quais o professor fez comentários e sugeriu alterações, devolveu e pediu que os grupos de alunos discutissem entre si o mapa que fizeram. Nesse momento, eles demonstraram entender melhor sobre mapas conceituais. Ao fim da aula, solicitou-se que cada grupo de alunos confeccionasse um mapa conceitual, sobre a matéria que vimos ao longo

do bimestre corrente e que o mesmo fosse entregue e explicado na aula posterior. Buscando dessa forma verificar se foi possível estabelecer uma aprendizagem significativa e se ocorreu uma evolução conceitual ao ser comparado o questionário com os mapas.

* Aulas 11 e 12 -Nesta aula realizou-se a entrega e explicação para os demais grupos, dos mapas conceituais elaborados pelos alunos, conforme acordado na última aula.

* Aulas 13 e 14 - O bimestre e o presente trabalho foram finalizados com a retomada oral dos conceitos entre os grupos de alunos e uma breve avaliação sobre o tematrabalhado ao longo do bimestre, onde cada grupo pode utilizar como fonte de consulta os mapas previamente confeccionados pelos próprios grupos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo serão apresentadas as observações realizadas mediante a prática desenvolvida no capítulo anterior.

5.1 Análise das Atividades Iniciais

As questões e discussões iniciais que os alunos responderam tiveram como objetivo elencar os conhecimentos dos alunos sobre os conceitos de óptica geométrica referente a reflexão em espelhos planos e esféricos.

Foi de importância fundamental que durante a discussão sobre a imagem trabalhada, que os alunos se expressassem em voz audível, uma vez que a proposta foi feita, tendo em vista a utilização da prática em turmas que pudessem existir alunos com deficiências visuais, estabelecendo uma prática efetivamente inclusiva.

Pode ser notado, em todas as turmas, um conhecimento básico sobre formação de imagens, todos os grupos conseguiram expressar que a formação da imagem na superfície de um lago tranquilo é similar ao processo de formação de imagem em um espelho plano, e que o mesmo se dá por reflexão, embora em nenhum grupo, os alunos soubessem explicar como funciona a reflexão.

Quando questionados sobre outras utilidades para espelho, além da reflexão e formação de imagens, os alunos, interpretaram espelho, como se fosse uma mesa de vidro, servindo para “apoiar objetos e realizar refeições”.

Esta primeira análise serviu como ponto de partida para a abordagem das aulas expositivas sobre conceitos básicos de óptica geométrica.

5.2 Análise da Aplicação da Placa Multissensorial

Esta etapa iniciou-se na semana 4, ao invés de se apresentar uma aula meramente expositiva, onde o professor representaria no quadro negro a formação de imagens nos espelhos esféricos, utilizou-se a placa multissensorial para demonstrar o processo de formação de imagens de maneira na perspectiva tátil-visual. Para isto solicitou-se que um aluno de cada grupo participasse da atividade utilizando uma venda. Assim, foram formadas diversas representações de imagens e os alunos vendados descreviam as percepções quanto a natureza, tamanho e orientação da imagem formadas. A Figura 25 (a) e (b) apresenta a interação de um grupo de alunos no painel multissensorial



Figura 25: Experiência dos alunos da 2^a série do ensino médio fazendo uso do painel multissensorial

Durante o experimento os alunos relataram que a assimilação dos conceitos envolvidos na formação de imagens nos espelhos esféricos, lhes parecia ser de mais fácil compreensão, do que aquela apresentada em uma aula expositiva tradicional. Além disso, declararam que seria viável uma aula totalmente inclusiva, visto que se houvesse um aluno portador de deficiência visual em sala, a aula seria igual para todos.

5.3 Análise dos Mapas Conceituais

A proposta de introduzir os mapas conceituais como instrumento de ensino, aprendizagem e avaliação, deve-se ao fato de que quando o professor/mestrando utilizou mapas conceituais pela primeira vez durante aulas de pós-graduação, enquanto aluno, os considerou uma forma positiva e prática, pois através deles consegue-se fazer relações entre conceitos, que favorecem a aprendizagem, e tornam mais claro o conteúdo abordado neles.

A proposta chamou a atenção dos alunos. No primeiro momento houve uma boa receptividade, porém no decorrer da atividade perceberam que construir mapas conceituais é mais trabalhoso e envolve mais tempo do que se fossem estudar para um teste. Mas mesmo assim dedicaram-se e desenvolveram com dinamismo a atividade proposta.

O primeiro mapa conceitual, feito pelos alunos das turmas envolvidas no projeto, apresentou diferentes falhas, o que demonstrou que os alunos entenderam como era um mapa conceitual, porém não tinham experiência em confeccioná-los. Apresentação desta atividade ocorreu num contexto mais informal, para que os alunos pudessem se familiarizar com esta prática. Alguns grupos desenvolveram a atividade com mais entusiasmo que outros, isto se deve ao fato, de que há alunos interessados e responsáveis quanto às atividades a serem desenvolvidas.

Já é notório que, no aprendizado de Física, os alunos estão presos às fórmulas, às leis e às equações. Desta forma, para eles torna-se difícil desvinculá-los disso e estabelecer uma conexão entre as fórmulas e conceitos envolvidos em determinada atividade. Constatou-se, através dos debates e questionários iniciais, que conhecimentos prévios e pré-disposição para aprender sobre o assunto Espelhos Esféricos eles apresentaram, até porque é de interesse de muitos, entender o que se passa no seu dia-a-dia. Um determinado assunto ligado ao cotidiano gera diversos efeitos: polêmica, discussão, trocas de ideias e informações nas aulas. Portanto, segundo Ausubel, os fatores mais importantes para que ocorra a aprendizagem significativa, são os conhecimentos prévios e a pré-disposição para o aprendizado. Assim considera-se que esta primeira etapa cumpriu seu objetivo. Como mencionado na seção de Metodologia, após esta etapa, os alunos puderam corrigir os mapas conceituais da fase inicial, para então elaborarem os mapas conceituais referentes ao tema de Espelhos Esféricos. Após uma semana foram apresentados ao todo 11 mapas, o que resulta que todos os alunos participaram desta atividade. Para cada mapa avaliou-se o número de conceitos válidos, e as proposições, ambos referentes ao tema ministrado. Definiu-se como conceitos válidos as palavras que estavam relacionadas direta ou indiretamente ao tema, conforme apresentado na seção de referencial teórico. A tabela 1 apresenta os resultados obtidos para os 11 mapas conceituais.

Tabela 2: Conceitos e proposições válidos obtidos nos mapas conceituais

Número do Mapa	Conceitos Válidos	Proposições Válidas
M1	12	12
M2	22	0
M3	17	4
M4	19	4
M5	23	7
M6	14	6
M7	22	9
M8	19	8
M9	23	6
M10	7	2
M11	30	8

Como se pode observar apenas um grupo obteve um valor baixo em comparação com os demais de conceitos válidos. Já no que se refere a proposição, apesar da inexperiência dos alunos neste tipo avaliação, os grupos apresentaram um desempenho acima esperado. Vale ressaltar que poucos grupos utilizaram a relação cruzada, o que pode representar que este elemento ainda poderia ser melhor trabalho. Outro ponto a ser melhor discutido seria a

questão do grau de hierarquia entre os conceitos, apesar de ter sido apresentada, em diversos mapas, acreditamos que seria também interessante elucidarmos mais adequadamente este tópico. A Figura 8, abaixo ilustra um mapa conceitual elaborado por um grupo.

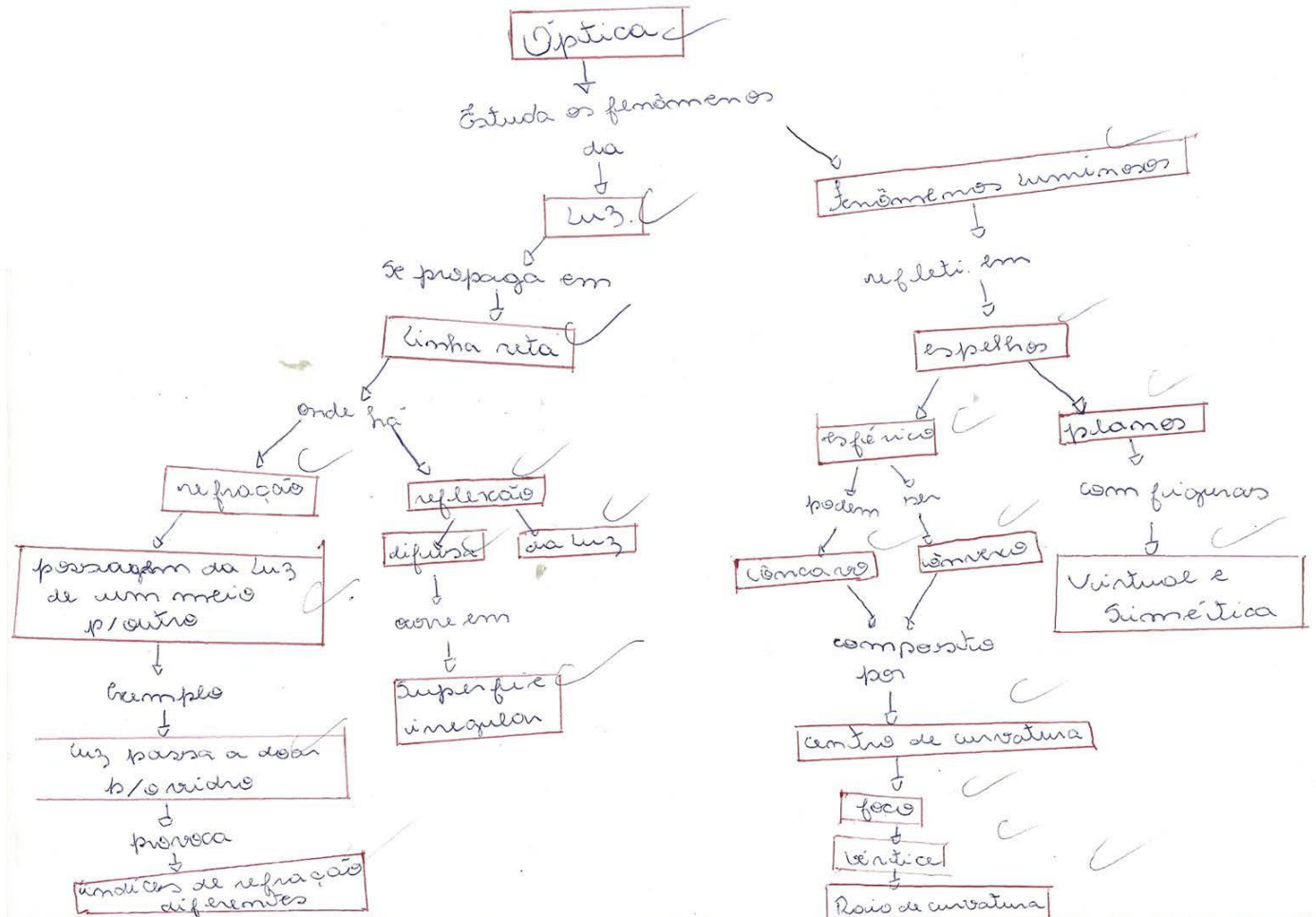


Figura 26: Mapa Conceitual elaborado pelos alunos da 2ª do ensino médio

Para melhor discussão do mapa acima citado, iremos dar destaque a alguns dos conceitos apresentados. Para melhor visualização foi realizada uma transposição fazendo uso do programa “Cmaptools” – programa de livre acesso desenvolvido exclusivamente para a construção de mapas conceituais.

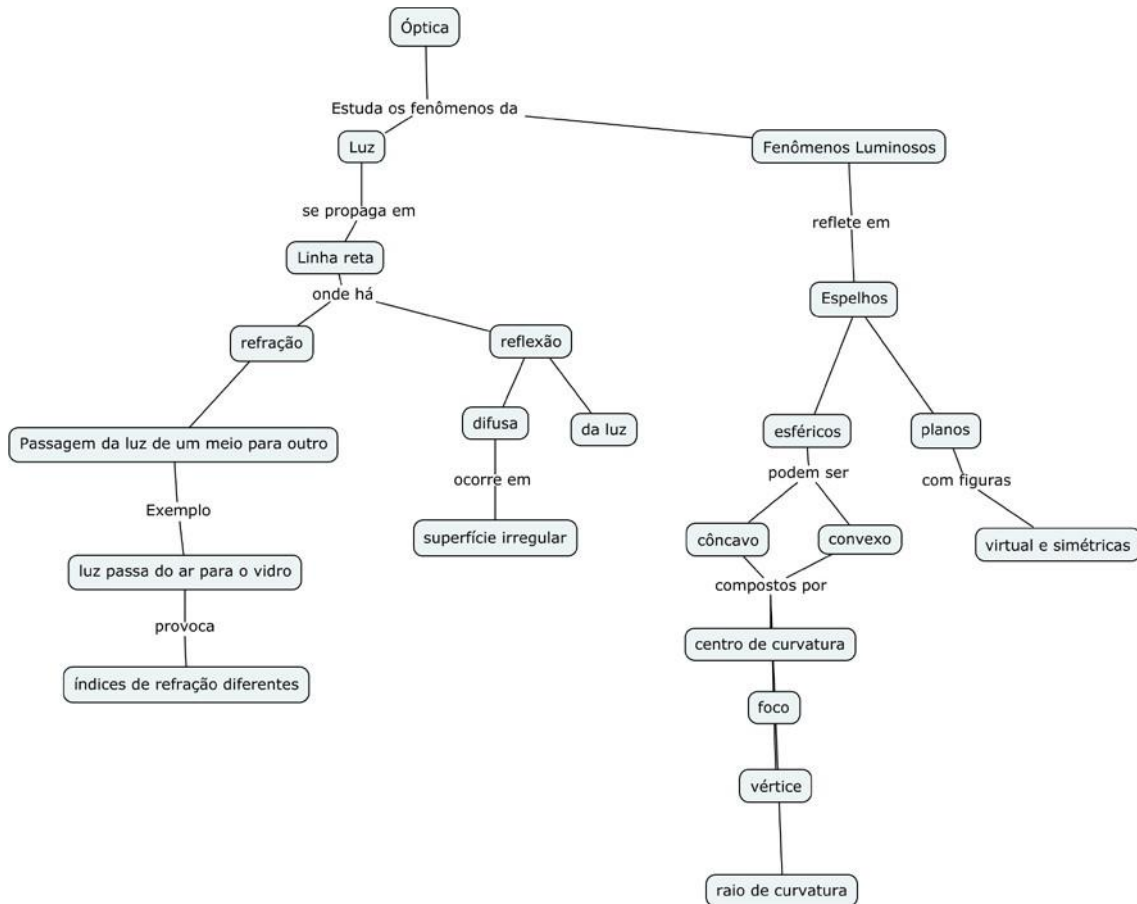


Figura 27: Transposição do mapa da figura 8 utilizando o programa Cmaptools

Como se pode observar todos os conceitos abordados pelo grupo foram trabalhados em sala de aula. Além disso, o grupo diferenciou os fenômenos da reflexão e refração, os tipos de espelhos e foram capazes de diferenciar os elementos dos espelhos esféricos. Considera-se este mapa de regular para bom.

A fim de exemplificar um mapa ruim, Figura 9, apesar de terem sido apresentados os mesmos conceitos do mapa anterior, as proposições não foram relacionadas de forma adequada aos conceitos. Pôde-se observar um reduzido interesse por parte do grupo ao confeccionar o mapa.

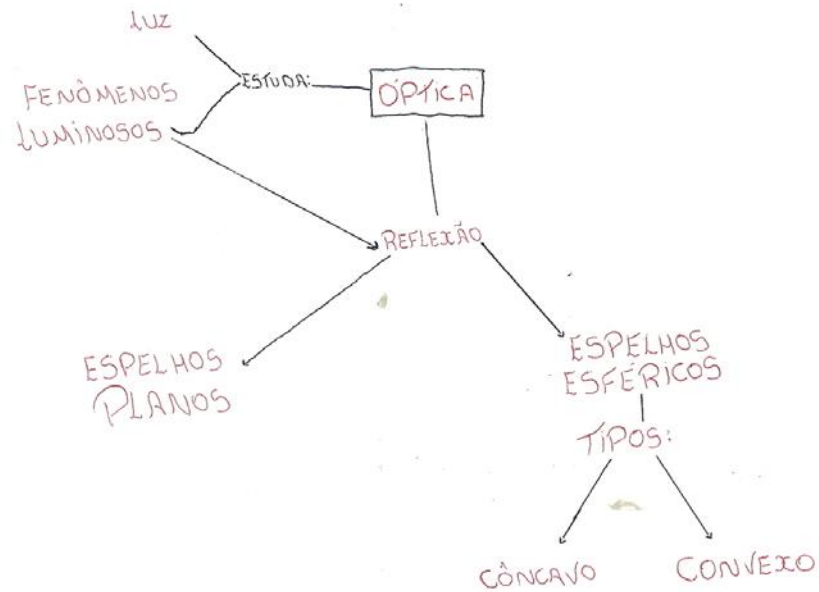


Figura 28: Mapa Conceitual elaborado pelos alunos de 2ª série do ensino médio

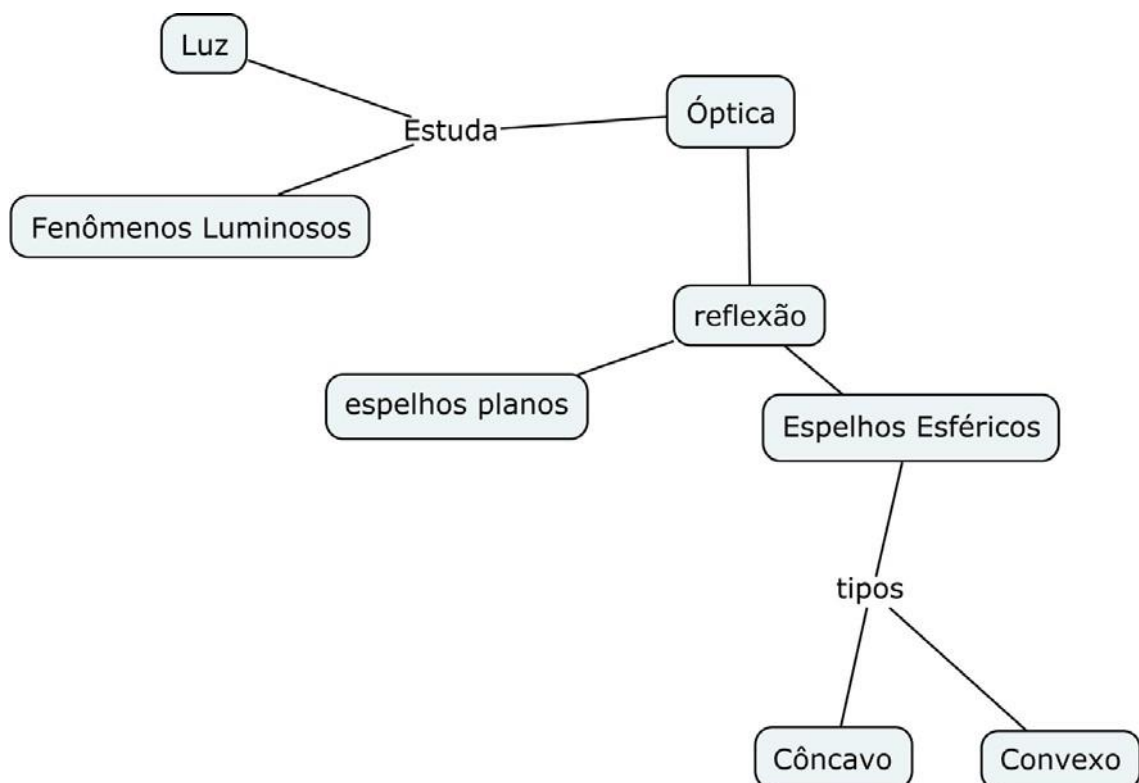


Figura 29: Transposição do mapa da figura 10 utilizando o programa Cmaptools

Portanto, conclui-se que dentre os mapas conceituais confeccionados no decorrer da aplicação do projeto, e como não é possível elencar a todos, fez-se então uma seleção de

alguns trabalhos para que se possam observar possíveis evidências de desenvolvimento cognitivo, em Óptica Geométrica, dos alunos na construção dos esquemas conceituais.

O resultado dos mapas conceituais foi dos mais variados, pois alguns foram completos, caprichados e bem elaborados, enquanto outros sugerem que alguns alunos não se interessaram em apresentar um bom trabalho, nem tão pouco um bom resultado.

Como em todas as atividades, o professor nem sempre agrada a todos os alunos; com a construção dos mapas conceituais não foi diferente. A seguir há o relato dos depoimentos dados por parte dos alunos em relação à atividade proposta. Como pode ser observado, alguns gostaram muito de realizar a atividade da construção dos esquemas conceituais, mas outros ainda preferiam o teste, pois exige menos tempo deles.

- Para fazer o mapa tivemos bastante trabalho, o que foi ruim, mas a vantagem foi que aprendemos muito com o mapa, estávamos acostumados em pensar em Física somente através de fórmula e questões para resolver (Aluno 1)
- Achei que o mais difícil foi encontrar conceitos, estava acostumado com aulas que envolviam cálculos e pouco me faziam pensar na parte teórica (Aluno 2)
- Nunca tinha construído um mapa conceitual, estava acostumado com aulas que envolviam cálculos e não me dedicava muito a pensar em teoria (Aluno 3)
- O mapa proporcionou, uma revisão do que foi visto em sala, pois consultei as anotações de aula e internet para entender melhor os conceitos. (Aluno 4)
- Não gostei de construir mapas conceituais, prefiro provas e testes, pois não estudo tanto e me poupa tempo. (Aluno 5)
- Não aprendi com mapas conceituais. Achei ruim de fazer.(Aluno 6)
- Estudei mais para construir o mapa, do que para realizar provas (Aluno 7)

Conforme os depoimentos acima, pode se observar que a utilização dos mapas conceituais no processo de ensino, aprendizagem e avaliação, mesmo que trabalhosa, surtiu bons resultados, pois os depoimentos, em sua maioria, revelam que a atividade agradou. Percebeu-se, no entanto, que no decorrer da implementação da proposta houve rejeição por parte de alguns alunos, os quais apresentavam desinteresse em aprender ou mesmo gostavam de fazer exercícios, que são rápidos e práticos, o que muitas vezes não exige a função ‘pensar’. Outros alunos relataram que o tempo dispensado aos esquemas causou prejuízo nas aulas, isto se deve ao fato de que no início eles apresentaram certa resistência e não queriam fazer, argumentando que era difícil de fazer, que precisavam fazer em aula, que era difícil se

reunir fora do horário da escola e queriam ajuda do professor/mestrando para a confecção dos mapas.

5.4 Análise da Avaliação Tradicional

Aos alunos foram também oportunizadas avaliações em que mapas confeccionados pudessem ser utilizados como material de apoio e consulta.

Neste momento foi observado que a construção dos mapas e a aplicação da placa multissensorial surtiram bons resultados. Uma vez que, os alunos foram capazes de discutir as questões, divergir em suas ideias e fazer uso dos materiais de apoio (elaborado pelos mesmos), para que assim pudessem tirar as dúvidas e chegar à resposta adequada.

Durante a atividade os alunos ficavam atentos à resolução das questões e não tiveram o interesse em buscar respostas de outros grupos. Após a realização da avaliação, os alunos relataram que acharam muito bom e válido este tipo de avaliação por meio de mapas conceituais, pois eles realmente discutiram, e juntos chegaram a uma resposta de maneira mais segura. Posteriormente, ao serem corrigidas as avaliações o professor/mestrando pôde perceber que um grupo acertou todas as questões propostas, sete grupos acertaram 80%, dois grupos obtiveram 70% de acertos e um grupo responderam corretamente a 60% das questões.

As questões que envolviam mais relações matemáticas foram aquelas que obtiveram o menor índice de acerto, enquanto que as questões cujos conceitos eram abordados mais especificamente apresentaram o maior índice de acertos.

6 – CONCLUSÃO

Explicitou-se um material e método para o ensino de Física em turmas que não existiam alunos com deficiência visual, mas que se houvessem alunos com deficiência visual, poderia e seria utilizado sem que fosse necessário criar outra abordagem e metodologia, facilitando por assim dizer uma prática pedagógica que vise à inclusão, respeitando as particularidades de cada aluno e a heterogeneidade de cada turma. Como mencionado, a metodologia, o material e os princípios para uma educação inclusiva permitem e incentivam que discentes sem deficiência visual participem e usufruam das atividades. Esses discentes desempenham papel fundamental na socialização dos fenômenos estudados. Principalmente para os fenômenos que possuam relação com a óptica, tal participação se torna imprescindível, pois os alunos sem deficiência visual descrevem oralmente tais fenômenos.

Na análise dos Mapas Conceituais, o grupo de Mapas confeccionados após a intervenção mostrou conceitos qualitativamente bons. O resultado geral da qualidade dos Mapas possibilitou evidenciar na utilização dos mapas na avaliação tradicional, elementos que podem ser evidências de que o ensino foi potencialmente significativo e, segundo Mendonça (2012), favoreceu a captação de significados.

Com o presente trabalho foi possível perceber que em uma turma que contenha um ou mais deficientes visuais e possível, a partir do fornecimento de condições ideais de acessibilidade, potencializar esses alunos para o entendimento e aprendizagem das ideias, conceitos e fenômenos físicos, bastando para isso, buscar alternativas que utilize-se de materiais simples para adequar a comunicação ao aluno com deficiência visual.

Pode-se constatar que a origem das dificuldades e viabilidades está fundamentada numa condição social e particular dos docentes, ou seja, em características pessoais que, mediante o relacionamento social, criam atitudes favoráveis e desfavoráveis para o enfrentamento de situações novas ou desafiadoras. Nesse sentido, é fundamental, o mais cedo possível, que futuros professores deparem-se com a educação inclusiva, conheçam as características do discente com deficiência, reflitam sobre as atividades de ensino que favoreçam a inclusão e abandonem crenças e pré-conceitos equivocados sobre as pessoas com deficiências. Em geral tais crenças fundamentam-se nos extremos de um senso comum que atribui ao deficiente a impossibilidade de realização de ações e “super-poderes” (ou um sexto-sentido) para realizar tarefas ou atividades.

É extremamente necessária, o planejamento e a preparação de aulas visando a inclusão, uma vez que, a maioria de nós docentes não tivemos, durante a nossa formação, uma disciplina ou conteúdo específico que nos preparasse para uma prática inclusiva de ensino.

A presença de aluno com deficiência, mesmo que temporária (como na prática exercida nesse trabalho) é imprescindível para que uma nova mentalidade social seja criada, isto é, aquela acostuada com uma vivência junto à diversidade tão presente nos seres humanos.

As viabilidades para a realização de um ensino de óptica inclusivo estão fundamentadas na compreensão das bases sensoriais fundamentadoras das ideias e fenômenos ópticos. A contribuição do objeto multissensorial é imensa, pois pode e deve ser aplicados com alunos videntes, tendo em vista que do ponto de vista cognitivo, quanto mais entradas sensoriais, além da visão, como olfato, tato, audição, etc, a integração da informações na estrutura cognitiva do aluno é facilitada, potencializando a aprendizagem de todos os discentes envolvidos.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, 2003, D. P. Ausubel. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Paralelo: Editora, 2003.

BALLESTERO, 2002, J.A. Ballestero, **Didática multissensorial na arte educação**. In: I Congresso Internacional – I Festival Internacional Arte Sem Barreiras. Anais do congresso. Belo Horizonte: MEC, 2002, livro 2, pg. 126.

BRASIL, 1996, Congresso Nacional.. **Lei nº. 9.394, de 20/12/1996**. Fixa diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 1996.

BRASIL, 1998, **Parâmetros Curriculares Nacionais: Adaptações Curriculares**, 1998. Em: <http://www.educacaoonline.pro.br/adaptacoes_curriculares.asp> (Acesso em 12/06/2015).

BRASIL, 2001, Ministério da Educação.. **Diretrizes nacionais para a educação especial na educação básica** (pp. 79). Secretaria de Educação Especial – MEC: SEESP,2001.

CAMARGO, 2011, E.P. Camargo, **Ensino de óptica para alunos cegos -Possibilidades**, Curitiba,PR, Editora CRV, 2011

CAMARGO, 2012, E.P. Camargo, **Saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de Física**, São Paulo, SP, Editora Unesp, 2012.

CICUTO E CORREIA, 2013,C. A. T. Cicuto; P. R. M. Correia. **Estruturas hierárquicas inapropriadas ou limitadas em mapas conceituais: um ponto de partida para promover a aprendizagem significativa**. Aprendizagem Significativa em Revista (Meaningful Learning Review). v. 3, n. 1, p. 1-11, 2013.

COMPIANI, 2003, M. A, Compiani. **A dinâmica discursiva nas salas de aula de ciências**. In: Encontro Internacional Linguagem, Cultura e Cognição: reflexões para o ensino, 2, Belo Horizonte, 2003, Anais, Belo Horizonte, UFMG, 2003, 12pp.

FERRACIOLI, 2007, L. Ferracioli. **Mapas conceituais como instrumento de eliciação de conhecimento**. Revista Didática Sistemica, v. 5, jan./ jun. 2007.

GERALDI, 1998, J. W. Geraldi. **Recuperando as práticas de interlocução na sala de aula (Entrevista)**. Presença Pedagógica, Belo Horizonte – MG, v.4, n.24, pp. 5-19, 1998.

LIMA 2008, G. F. C. A de Lima, **Aprendizagem Significativa de Física no Curso Técnico em Agroindústria**, Dissertação de Mestrado, CEFET-MG, Belo Horizonte, MG, p.11, 2008.

MENDONÇA, 2012, C. A. S. Mendonça. **O uso do mapa conceitual progressivo como recurso facilitador da aprendizagem significativa em Ciências Naturais e Biologia**. 2012. Tese (Doutorado) - Programa Internacional de DoctoradoEnseñanza deLas Ciências, Universidade de Burgos, Burgos, 2012.

MITTLER, 2003, P. Mittler. **Educação inclusiva: contextos sociais**. São Paulo, ARTMED, 2003.

MOREIRA, 1999, M. A. Moreira. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, 1999 M. A. Moreira, **Aprendizagem significativa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília. 1999

MOREIRA, 2001, M. A. Moreira e MASSINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa, a teoria de Ausubel**. São Paulo, Centauro, 2001.

MOREIRA, 2003, L. C. Moreira. **A universidade e o aluno com necessidades educacionais especiais: reflexões e proposições**. Em M.L.S. Ribeiro e R.C.R. Baumel (Org), Educação Especial – Do quere ao fazer (pp. 81-93). São Paulo: Avercamp, 2003

MOREIRA, 2009, M. A. Moreira. **Subsídios metodológicos para o professor pesquisador em ensino de ciências**. Porto Alegre: Instituto de Física, UFRGS, 2009. Compilação de trabalhos publicados ou apresentados em congressos sobre o tema Métodos Qualitativos e Quantitativos a fim de subsidiar teoricamente o professor investigador, em particular a área de ensino de ciências.

MOREIRA, 2011, M. A. Moreira. **Aprendizagem significativa: um conceito subjacente**. Aprendizagem Significativa em Revista (Meaningful Learning Review). v. 1, n. 3, p. 25-46, 2011.

MOREIRA, 2012, M. A. Moreira, **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**, Editora Livraria da Física, São Paulo, SP, 2012.

MORTIMER E SCOTT, 2002, E. F. Mortimer., P. H. Scott. **Atividade discursivas nas salas de aula de ciência: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino.** Investigações em Ensino de Ciências. Porto Alegre – RS, v.7, n.3, 2002.

PELIZZARI, 2002, A. Pellizari, M. L. Krieg, et al, **Teoria da Aprendizagem Significativa segundo Ausubel**, Revista Psicologia Educação e Cultura, Curitiba, v.2, n.1, p.37-42, 2002.

RODRIGUES, 2003,A. J. Rodrigues, **Contextos de aprendizagem e integração/inclusão de alunos com necessidades educativas especiais.** In: Ribeiro, M. L. S.;Baumel, R. C. R. (Org.) Educação especial: do querer ao fazer. São Paulo:Avercamp, p.13-26, 2003.

SASSAKI, 1999, R. K. Sasaki, **Inclusão: construindo uma sociedade para todos.** Rio de Janeiro: WVA editora, 1999.

SILVA, 2015,R. O. Silva. **A utilização de um material instrucional baseado na teoria da aprendizagem significativa para aprendizes-marinheiros: uma introdução ao estudo do movimento dos corpos.** 2015. 263 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Programa de Pós Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal doEspírito Santo, Centro de Ciências Exatas, Vitória, 2015.

SOLER, 1999, M.A. Soler, **Didáctica multisensorial de las ciencias: Um nuevo método para alunos cegos, deficientes visuales, y también sin problemas de visión.** Barcelona: Paidós, 1999.

UNESCO,1994, **The Salamanca statement and frameword for action on special needs education.** (Adotada pela Conferência Mundial sobre Educação para Necessidades Especiais: Acesso e Qualidade, realizada em Salamanca, Espanha, em 7-10 de junho de 1994). Genebra: UNESCO, 1994. 47p.

Apêndices

APÊNDICE A - ROTEIRO PARA A MONTAGEM DA PLACA MULTISSENSORIAL PARA O ENSINO DE ESPELHOS ESFÉRICOS

Materiais a serem utilizados

1. Uma placa de madeira MDF (1,00 × 1,00 × 0,15 m), três parafusos com borboleta (1/4 × 2) e 16 pregos (12 × 12) e barbante.
2. Serra tico-tico, furadeira, martelo e régua.

A placa de MDF foi escolhida pelo fato de ser mais fácil o trabalho com ela (cortar e/ou furar) do que com uma placa convencional. Esse material pode ser adquirido em serralherias ou lojas de som automotivo (placa utilizada para fazer o tampão do porta-malas). Os pregos e parafusos podem ser adquiridos em lojas de ferramentas, enquanto as tintas são encontradas em papelarias.

Procedimentos para a construção do material

Demarcar e cortar a placa de madeira de acordo com a Figura 3:

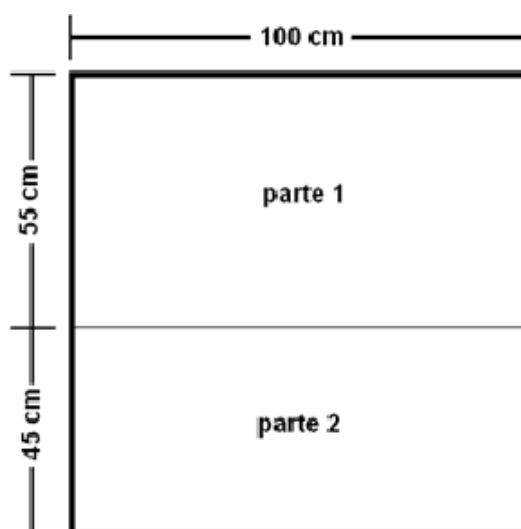


Figura 30: Placa de MDF demarcada para o primeiro corte

A placa de madeira foi cortada em duas partes, sendo uma de $1,00 \times 0,55$ m e a outra de $1,00 \times 0,45$ m. A placa menor será utilizada para a construção da representação do objeto, das imagens, do espelho e do eixo principal e a placa maior será utilizada para fixar esses elementos (suporte para a representação tátil-visual da formação de imagens em espelhos esféricos). A Figura 4 (a) e (b) apresentam o processo de construção do painel.



(a)



(b)

Figura 31: (a) Demarcação e corte na placa de MDF; (b) Realização do corte na placa de MDF

Calcular o local onde as imagens serão formadas (Equação 1) e seus respectivos tamanhos (Equação 2) para diferentes posições do objeto em relação ao eixo principal do espelho. Na equação 1 é apresentada a relação, conhecida como Função de Gauss:

$$\frac{1}{p'} + \frac{1}{p} = \frac{1}{f} \quad (1)$$

É importante considerar que, se o raio de curvatura do espelho é de 80 cm (valor adotado para essa maquete), a distância focal f corresponde à metade desse valor (40 cm). O raio de curvatura é definido como a distância entre o vértice e o centro de curvatura do espelho, a equação conhecida como: aumento linear transversal é apresentada a seguir:

$$\frac{i}{o} = -\frac{p'}{p} \quad (2)$$

Na equação 2 definimos que p significa a distância do objeto ao vértice do espelho; p' , a distância da imagem ao vértice do espelho; f , é a distância focal do espelho; i e o são definidos respectivamente como: tamanho da imagem; e o tamanho do objeto.

Marcar e cortar as peças (espelho, objeto e imagens) levando em consideração que a cada posição do objeto correspondem as seguintes posições e dimensões da imagem, como pode ser observado na Figura 5:

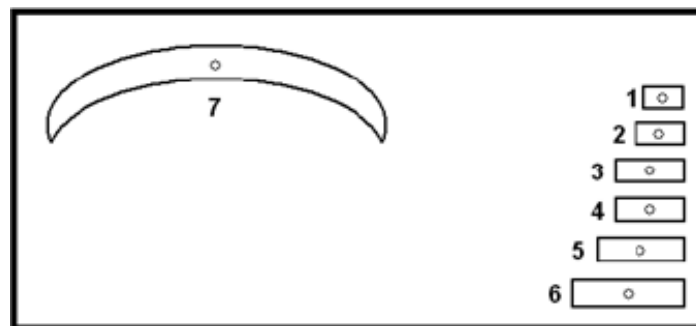


Figura 32: Placa demarcada para o corte das peças (placa de 1,00 x 0,45 m)

Devido às dimensões da placa de madeira, o tamanho bom para o objeto é de 7 cm de altura (tamanho identificado por testes durante a construção do equipamento). Sendo 1, 2, 3, 5 e 6 as imagens; 4, o objeto; e 7, o espelho esférico. É importante destacar que a distância entre as extremidades da representação do espelho é de 45 cm e que o centro da representação do espelho mede 3 cm. É igualmente importante destacar que o eixo principal pode ser construído cortando-se dois pedaços de madeira com as seguintes dimensões: 37×2 cm e 50×2 cm. Na sequência, fixe no centro da tábua maior esses dois pedaços, primeiramente o de 37×2 cm e, depois, o de 50×2 cm, deixando entre eles um espaço de 3 cm. Esse espaço serve para a colocação da representação do espelho esférico quando se deseja construir a imagem do objeto colocado entre o vértice e o foco do espelho côncavo, ou quando se pretende construir a formação de imagem no espelho convexo. Por isso, é preciso que você faça nesse espaço um orifício para prender o espelho com um parafuso. Depois, basta deslocar o espelho da posição indicada na Figura 6 para a região vazia no eixo principal.

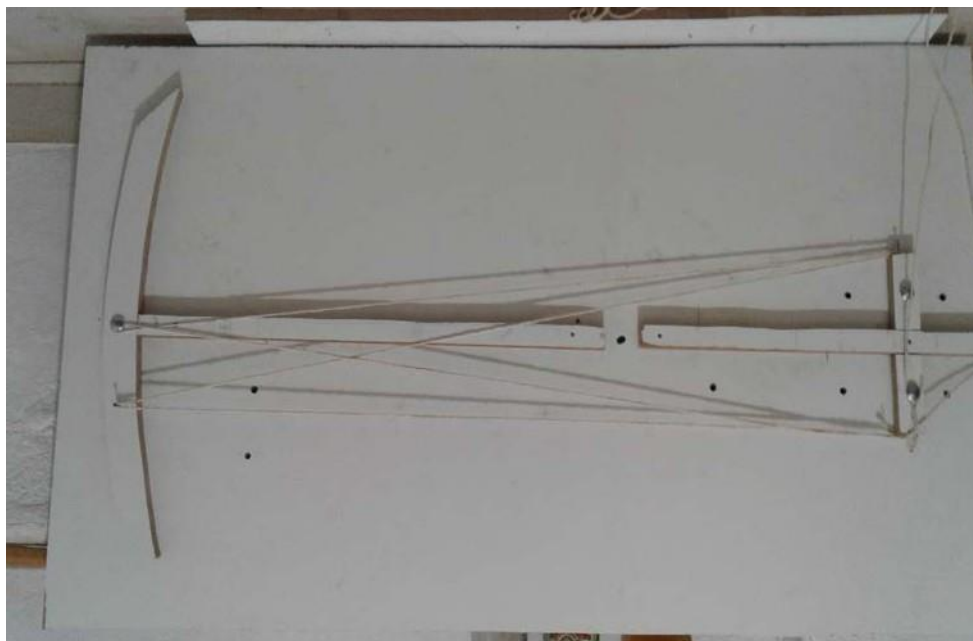


Figura 33: Placa já construída com formação de uma imagem no espelho côncavo (objeto localizado no centro do espelho)

a) objeto posicionado entre o vértice V e o foco F (20 cm do espelho): imagem virtual, maior e direita, de 14 cm de altura, posicionada a 40 cm atrás do espelho (posicionada à direita). Nesse caso, o espelho deverá ser fixado, com a concavidade virada para direita (conforme a Figura 6), no espaço localizado no eixo principal. Esclarecemos que o vértice do espelho corresponde ao ponto onde o eixo principal encontra a calota esférica;

b) objeto posicionado entre o foco F e o centro de curvatura C (70 cm do espelho) (Figura 6): imagem real, maior e invertida, de 9,30 cm de altura, localizada a uma distância de 93,30 cm à direita do espelho. Esclarecemos que o foco do espelho corresponde ao ponto onde raios de luz paralelos ao eixo principal se cruzam. Na Figura 6, esse ponto encontra-se próximo ao espaço localizado no eixo principal;

c) objeto sobre o centro de curvatura C (80 cm do espelho): imagem real e invertida, de 7 cm de altura, posicionada a 80 cm do espelho (posição à direita do espelho);

d) objeto posicionado depois do centro de curvatura C (85 cm do espelho): imagem real, menor e invertida, de 6,22 cm de altura, a 75,50 cm do espelho (à direita).

As relações entre objeto e imagem apresentadas anteriormente são válidas para o espelho côncavo. Para o espelho convexo, temos:

e) objeto localizado a 20 cm do espelho, imagem virtual, menor e direita, de 4,65 cm de altura, localizada a 13,30 cm do espelho. Nesse caso, o espelho deve ser fixado de forma contrária à do espelho côncavo (ver a Figura 6 de ponta-cabeça), no espaço localizado no eixo principal (concavidade do espelho voltada para a esquerda). (Figura 5).

4. Marcar as posições na placa de madeira, furá-la para a fixação dos elementos cortados anteriormente e a colocação do eixo principal. Existe a possibilidade de tinta para pintar de diferentes cores as representações do objeto, das imagens, do eixo principal e do espelho. É importante destacar que a posição das peças pode ser modificada de acordo com o tipo do espelho e da localização do objeto e de sua imagem.

5. Determinar o caminho dos raios de luz (barbante) e fixar os pregos nas extremidades da placa com o intuito de prender o barbante para melhor manuseio do material. Para tanto, siga a regra da reflexão regular da luz nos espelhos esféricos:

a) o raio incidente paralelo ao eixo principal é refletido passando pelo foco do espelho;

b) o raio que incide no espelho passando pelo foco é refletido paralelamente ao eixo principal (Figura 6).

Lembrando, a imagem se forma quando ocorre a interseção dos raios de luz (imagem real) ou do prolongamento de raios de luz (imagem virtual).

Durante a explicação, é possível de conduzir as mãos do discente com e sem deficiência visual pela maquete, tornando os elementos acessíveis aos discentes com deficiência visual e proporcionando condições de observações visuais e táteis aos discentes videntes.

APÊNDICE B - ROTEIRO PARA AS ABORDAGENSEM SALA DE AULA COM A UTILIZAÇÃO DA PLACA MULTISSENSORIAL

AULAS 1 E 2 – DEBATE INICIAL

Nestas aulas foi feito um levantamento prévio com os alunos através de um debate inicial. A apresentação da foto abaixo propiciou o início do debate. Em seguida foram apresentadas as questões referentes ao tema.



Figura 1: Congresso Nacional, em Brasília/DF

(Fonte: <http://anprotec.org.br/site/2013/02/projeto-concede-isencao-fiscal-a-startups/congresso-nacional-brasilia/>)

- 1- Em sua opinião, como se forma a imagem na superfície da água? O processo de formação dessa imagem é semelhante ao que ocorre nos espelhos?
- 2- Na fotografia acima percebem-se algumas distorções na imagem refletida na água. Em uma situação ideal, que variáveis devem ser desconsideradas para que a imagem na superfície da água se forme sem nenhuma distorção?

3- Nessa fotografia, a altura real do prédio e o tamanho da imagem do prédio na água são iguais? Será que você pode afirmar que os objetos vistos na imagem têm o mesmo tamanho dos objetos reais?

4- Você conhece outros usos para um espelho, além de refletir os objetos à sua frente?

PRIMEIRAS ANOTAÇÕES

Considere as respostas obtidas no debate e os espelhos que vocês possuem em mãos e responda.

1) Identifique:

- a) o fenômeno da luz responsável pela formação de imagens na superfície da água;
- b) as condições necessárias para que se formem imagens em uma superfície.

2) A superfície da água pode funcionar aproximadamente como um espelho. Cite algumas características das imagens formadas nos espelhos.

AULA 3 E 4 – FUNDAMENTOS DA ÓPTICA GEOMÉTRICA

Nestas aulas foram apresentados aos alunos os conceitos fundamentais da Óptica Geométrica, juntamente com os principais fenômenos relacionados com o tema.

ÓPTICA GEOMÉTRICA

NATUREZA DA LUZ

Em 1675 Isaac Newton, num de seus artigos, considerou a luz constituída por um conjunto de corpúsculos materiais em movimento, cujas trajetórias seriam retas.

Huygens sugeriu que os fenômenos de propagação da luz seriam mais bem explicados se a luz fosse considerada uma onda.

No início do século XIX a teoria de Newton foi definitivamente abandonada, passando-se a considerar a luz como uma propagação ondulatória, graças ao trabalho do inglês Thomas Young. No entanto evidências mais recentes mostram que ao lado das ondas a luz transporta também corpúsculos de energia, chamados fótons, apresentando uma natureza dual (partícula-onda), segundo teoria do francês **Louis De Broglie**.

O transporte de energia radiante da luz é realizada através de ondas chamadas eletromagnéticas, tais ondas, além de não necessitarem de um meio material para se propagar – podendo, portanto, propagar-se no vácuo – possuem uma enorme velocidade.

No vácuo, a velocidade de propagação da luz (c) vale, aproximadamente:

$$c \approx 300\,000 \text{ km/s} \rightarrow 3 \times 10^5 \text{ km/s} \rightarrow 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

Em geral, somente uma parcela de energiaradiante propicia a sensação de visão, ao atingir o olho. Essa parcela é denominada luz e possui frequência entre 4×10^{14} Hz e 8×10^{14} Hz.

As frequências dentro da faixa do visível do espectro eletromagnético correspondem às diferentes cores, com que observamos a luz. A luz de cor violeta corresponde à maior frequência (maior comprimento), e a luz de cor vermelha corresponde à menor frequência(maior comprimento).

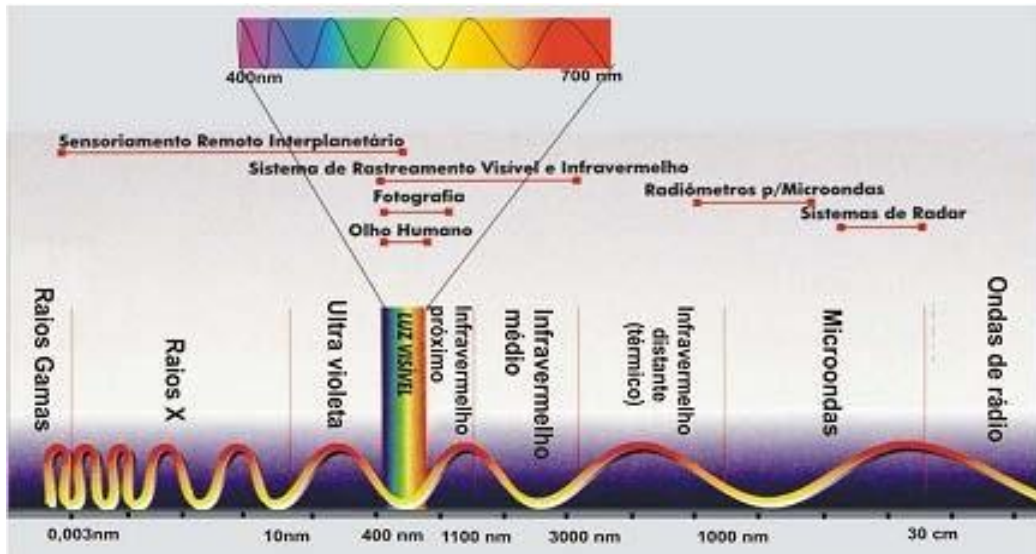


Figura 2: Espectro Eletromagnético e destaque para a luz visível
(Fonte:<http://freegprsnetwork.blogspot.com.br/2013/03/o-espectro-eletromagnetico-na-natureza.html>)

CONCEITOS PRELIMINARES

RAIOS E FEIXES

a) Raio de luz: é a representação geométrica da trajetória da luz, indicando a direção e o sentido de sua propagação.

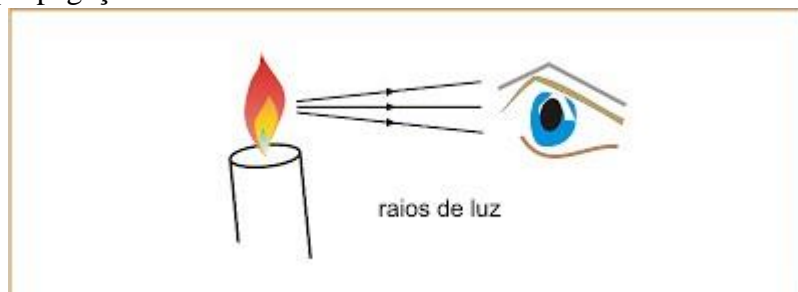


Figura 3: Representação de raios de luz (Fonte:http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/2013/08/cursos-do-blog-termologia-optica-e-ondas_6.html)

b) Feixe de luz: é um conjunto de raios de luz. Um feixe luminoso pode ser:

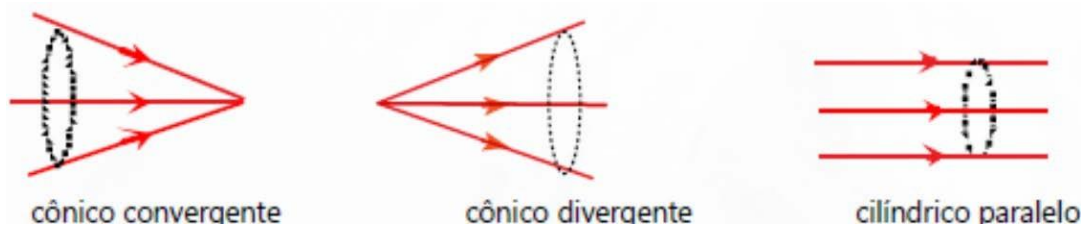


Figura 4: Tipos de feixes luminosos. (Fonte:http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/2013/08/cursos-do-blog-termologia-optica-e-ondas_6.html)

FONTES DE LUZ

QUANTO À EMISSÃO DE LUZ:

a) Fonte primária ou corpo luminoso: emite luz própria.

Ex: o Sol, as estrelas, uma lâmpada ligada, uma vela acesa, um vaga-lume, um interruptor, metal aquecido ao rubro etc.

b) Fonte secundária ou corpo iluminado: não emite luz própria, reflete luz de uma fonte primária.

Ex: a Lua, os planetas, um caderno, uma caneta, uma cadeira, uma pessoa, um quadro etc.

QUANTO À DIMENSÃO:

a) Fonte pontual ou puntiforme: suas dimensões são desprezíveis em relação ao ambiente considerado.

Ex: uma pequena lâmpada num salão.

b) Fonte extensa: suas dimensões não são desprezíveis em relação ao ambiente considerado.

Ex: uma lâmpada fluorescente num quarto.

MEIOS ÓPTICOS

a) Meio transparente: é aquele que permite a propagação regular da luz.

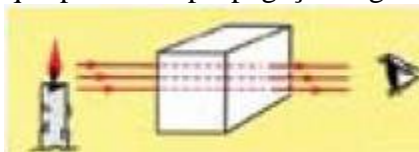


Figura 6 : Meio transparente (Fonte:<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/meios-propagacao-luz.htm>)

O observador vê o objeto com nitidez através do meio. Ex: aquário, ar, vidro comum, papel celofane etc.

b) Meio Translúcido: é aquele que permite a propagação irregular da luz

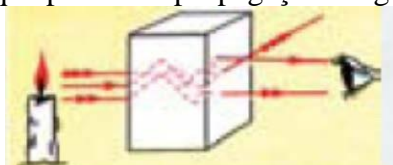


Figura 7: Meio translúcido (Fonte:<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/meios-propagacao-luz.htm>)

O observador não vê o objeto com nitidez através do meio. Ex: vidro fosco, papel vegetal, tecido fino, ar com neblina etc.

c) Meio opaco: é aquele que não permite a propagação da luz.

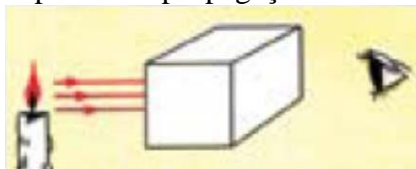


Figura 8: Meio opaco (Fonte: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/meios-propagacao-luz.htm>)

O observador não vê o objeto através do meio. Ex: parede de tijolos, portão de madeira, placa metálica etc.

FENÔMENOS ÓPTICOS

Quando a luz incide sobre uma superfície S , que separa um par de meios, pode sofrer os seguintes fenômenos:

a) Reflexão regular: o feixe de raios paralelos que se propaga no meio 1 incide sobre a superfície S e retorna ao meio 1, mantendo o paralelismo.

Ex: A reflexão regular é responsável pela formação de imagens sobre a superfície tranqüila de um lago.

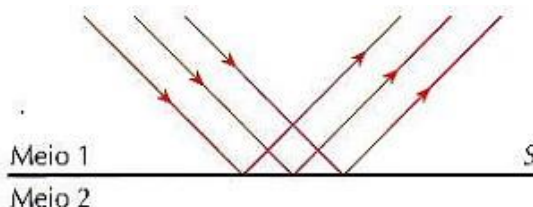


Figura 9: Reflexão regular (especular) (Fonte: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/meios-propagacao-luz.htm>)

b) Reflexão difusa ou difusão: o feixe de raios paralelos que se propaga no meio 1 incide sobre a superfície S e retorna ao meio 1, perdendo o paralelismo e espalhando-se em todas as direções. A difusão é devido às irregularidades da superfície. A reflexão difusa é responsável pela visão dos objetos que nos cercam.

Ex: Vemos uma pessoa porque ela reflete difusamente para nossa vista a luz que recebe.

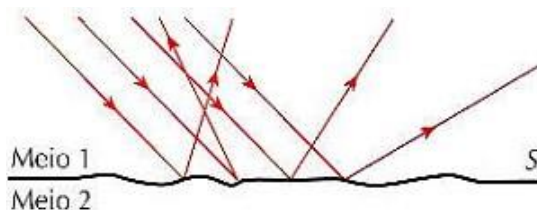


Figura 10: Reflexão difusa (Fonte: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/meios-propagacao-luz.htm>)

c) Refração regular: o feixe de raios paralelos que se propaga no meio 1 incide sobre a superfície S e passa a se propagar no meio 2, mantendo o paralelismo. A refração regular ocorre em meios transparentes.

Ex: A refração regular é responsável pela visão nítida de objetos através do vidro comum.

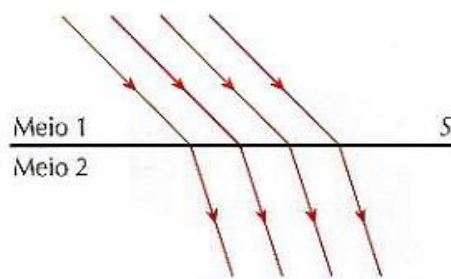


Figura 11: Refração regular (Fonte: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/meios-propagacao-luz.htm>)

d) Refração difusa: o feixe de raios paralelos que se propaga no meio 1 incide sobre a superfície S e passa a se propagar no meio 2, perdendo o paralelismo. A refração difusa ocorre em meios translúcidos.

Ex: A refração difusa é responsável pela visualização sem nitidez de objetos através do vidro fosco.

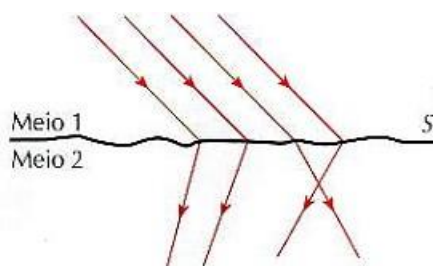


Figura 12: Refração difusa (Fonte: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/meios-propagacao-luz.htm>)

e) Absorção: o feixe de raios paralelos que se propaga no meio 1 incide sobre a superfície S e não retorna ao meio 1 nem se propaga no meio 2, ocorrendo a absorção. Como a luz é uma forma de energia, sua absorção ocasiona um aquecimento.

Ex: A absorção é responsável pelo aquecimento de uma camisa negra quando exposta à luz.

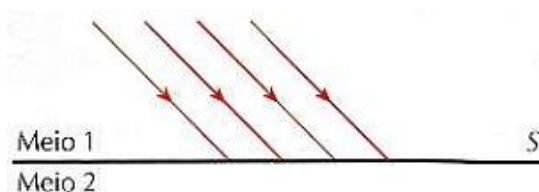


Figura13: Absorção luminosa (Fonte: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/meios-propagacao-luz.htm>)

REFLEXÃO EM ESPELHOS PLANOS

INTRODUÇÃO

Quando a luz incide na superfície bem polida de um corpo opaco, observamos que o fenômeno predominante é a reflexão regular. Esse tipo de superfície é chamado de espelho.

O espelho plano é uma placa de vidro onde é depositada uma camada bem fina de prata (ou alumínio) numa das faces. Símbolo:

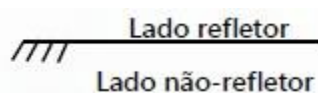


Figura 34: Representação de um espelho plano.

Fonte(http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/2016/08/cursos-do-blog-termologia-optica-e-ondas_30.html)

LEIS DA REFLEXÃO

1ª Lei: o raio incidente (R_i), a normal (N) e o raio refletido (R_r) estão contidos no mesmo plano

2ª Lei: o ângulo de incidência (i) é igual ao ângulo de reflexão(r).

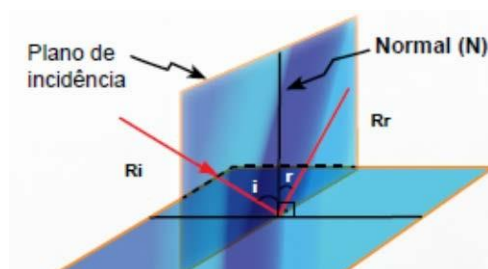


Figura 35: Elementos de um espelho plano (Fonte:http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/2016/08/cursos-do-blog-termologia-optica-e-ondas_30.html)

FORMAÇÃO DA IMAGEM OBJETO PUNTUAL

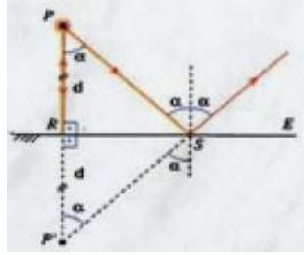


Figura 36: Imagem formada por um objeto pontual
(Fonte: http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/2016/08/cursos-do-blog-termologia-optica-e-ondas_30.html)

P' é uma imagem virtual, pois é obtida pela intersecção dos prolongamentos dos raios refletidos.

CORPO EXTENSO

Podemos considerar um corpo extenso como sendo constituído por infinitos objetos pontuais.

Assim, cada ponto desse corpo extenso tem uma imagem pontual e simétrica em relação ao espelho, P' , Q' , R' , S' ...

Pela figura, concluímos que um espelho plano conjuga uma imagem virtual, direita, de mesmo tamanho do objeto real e posicionada simetricamente ao objeto em relação ao espelho.

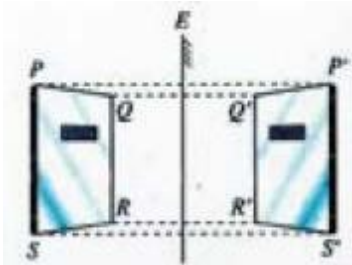


Figura 37: Imagem formada em um espelho plano (Fonte: http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/2016/08/cursos-do-blog-termologia-optica-e-ondas_30.html)

CARACTERÍSTICAS DA IMAGEM

1ª : Se chamarmos de x à distância do objeto ao espelho, a distância entre o espelho e a imagem será também x . Isto significa que o objeto e a imagem são simétricos em relação ao espelho.

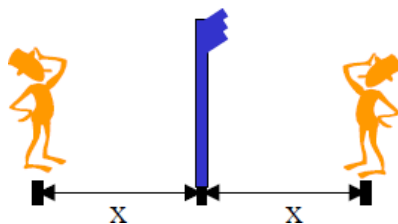


Figura 38: Simetria em relação a distância da imagem ao espelho no espelho plano
(Fonte: http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/2016/08/cursos-do-blog-termologia-optica-e-ondas_30.html)

2^a : As imagens formadas num espelho plano são enantiomorfas, ou seja, existe uma inversão “direita para a esquerda”, mas não de “baixo para cima”. Assim a imagem especular da mão esquerda é a mão direita, mas a imagem dos pés não está na cabeça.

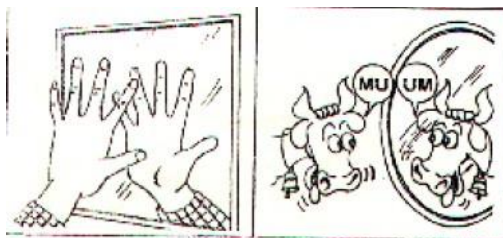


Figura 39: Enantiomorfismo (Fonte: http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/2016/08/cursos-do-blog-termologia-optica-e-ondas_30.html)

3^a: Ainda pelas figuras anteriores, percebe-se que um objeto localizado na frente do espelho (real) nos fornece uma imagem que nos dá a impressão de estar situada atrás do espelho (virtual). Logo, o objeto e a imagem são de naturezas opostas.

4^a: Finalmente, podemos notar que o objeto e a imagem possuem o mesmo tamanho, e, em caso de movimento relativo ao espelho, possuirão iguais velocidades.

AULAS 5 E 6 – QUESTIONAMENTO SOBRE ESPELHOS

Nessas aulas foram feitos questionamentos simples sobre os tipos de espelhos e suas possíveis aplicações. Para isso os alunos puderam utilizar um conjunto espelhos esféricos e planos que faziam parte de um antigo kit experimental existente na escola, também foram utilizados espelhos comprados em lojas de presentes e lojas de retrovisores.

Utilizando os espelhos, apresentados pelo seu professor, responda ao que se pede:

5. O que você acha que é um espelho?

6. Por que você acha que as pessoas usam o espelho?
7. Que tipo de espelho você conhece?
8. Você já ouviu falar nos espelhos côncavo e convexo?
9. Para você, o que acontece no espelho quando as pessoas olham para ele? Por que acontece isso?
10. O que é para você uma imagem?
11. Qual é a diferença entre um espelho e um pedaço de vidro?
12. O que acontece quando as pessoas olham para espelhos esféricos, como os espelhos côncavo e convexo?
13. Aproxime seu rosto dos espelhos e descreva as características da imagem que é formada

Em um segundo momento, apresentou-se uma aula expositiva sobre espelhos esféricos e suas principais características.

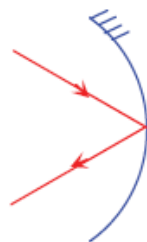
ESPELHOS ESFÉRICOS

REFLEXÃO EM ESPELHOS ESFÉRICOS

É aquele onde a superfície refletora é um pedaço de uma esfera oca (calota esférica).

Se a superfície refletora da calota esférica for a interna, temos o espelho côncavo; se a superfície refletora for a externa, então temos o espelho convexo.

Espelho côncavo



Espelho convexo

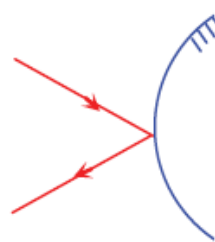
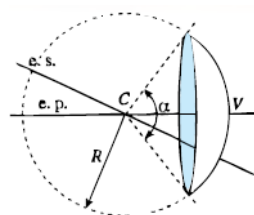


Figura 40: Representação de espelhos esféricos (Fonte:<http://alunosonline.uol.com.br/fisica/condicoes-gauss-para-espelhos-esfericos.html>)

ELEMENTOS DO ESPELHO



V - vértice
C - Centro de
Curvatura
e.p. - Eixo
Principal

Figura 41: Elementos de um espelho esférico (Fonte:<http://alunosonline.uol.com.br/fisica/condicoes-gauss-para-espelhos-esfericos.html>)

PROPRIEDADES DOS RAIOS

- a) Todo raio que incide paralelamente ao eixo principal, reflete-se na direção do foco principal.

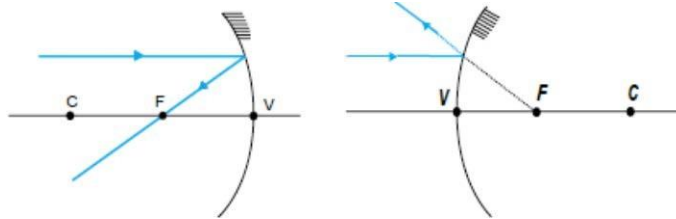


Figura 42: Raios incidido paralelamente ao eixo principal
(Fonte:<http://alunosonline.uol.com.br/fisica/condicoes-gauss-para-espelhos-esfericos.html>)

- b) Todo raio que incide na direção do foco principal, reflete--se paralelamente ao eixo principal.

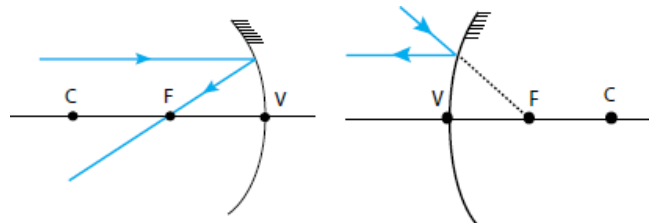


Figura 43: Raios incidindo pelo foco (Fonte:<http://alunosonline.uol.com.br/fisica/condicoes-gauss-para-espelhos-esfericos.html>)

- c) Todo raio que incide na direção do centro de curvatura, reflete sobre si mesmo.

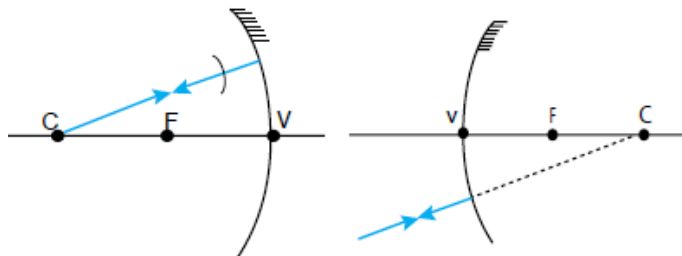


Figura 44: Raios incidindo pelo centro de curvatura (Fonte:<http://alunosonline.uol.com.br/fisica/condicoes-gauss-para-espelhos-esfericos.html>)

- d) Todo raio que incide no vértice, reflete-se simetricamente em relação ao eixo principal.

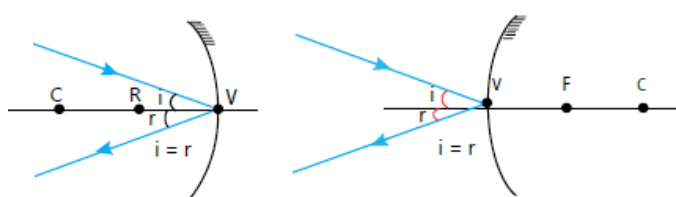


Figura 45: Raios incidindo pelo vértice. (Fonte:<http://alunosonline.uol.com.br/fisica/condicoes-gauss-para-espelhos-esfericos.html>)

CONSTRUÇÃO DAS IMAGENS

A) **ESPELHO CONVEXO:** temos apenas um tipo de imagem para o objeto real AB.

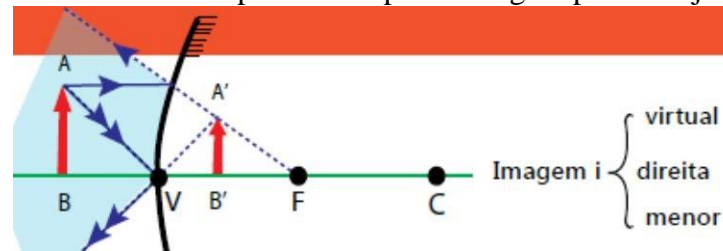


Figura 46: Imagem formada em espelho convexo. (Fonte: <http://alunosonline.uol.com.br/fisica/condicoes-gauss-para-espelhos-esfericos.html>)

B) **ESPELHO CONCAVO: OBJETO ALÉM DO CENTRO**

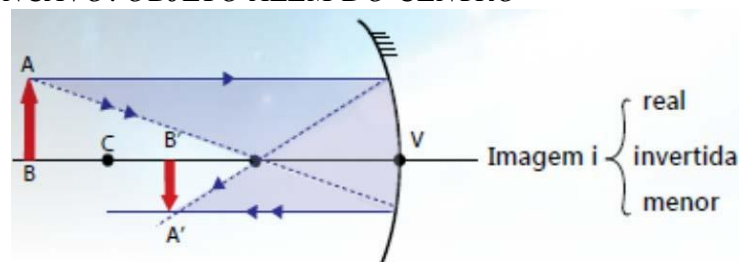


Figura 47: Imagem formada no espelho côncavo, objeto localizado depois do centro de curvatura. (Fonte: <http://alunosonline.uol.com.br/fisica/condicoes-gauss-para-espelhos-esfericos.html>)

C) **ESPELHO CONCAVO: OBJETO NO CENTRO**

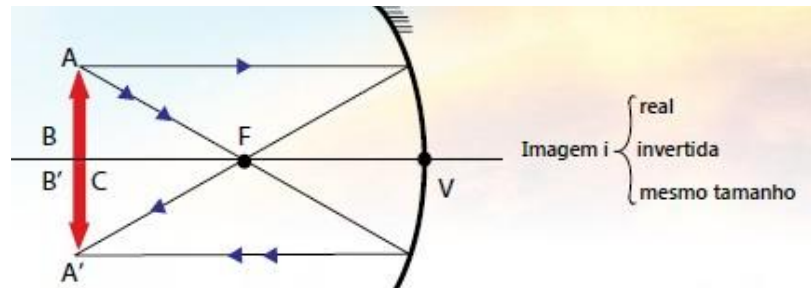


Figura 48: Imagem formada no espelho côncavo, objeto localizado no centro de curvatura. (Fonte: <http://alunosonline.uol.com.br/fisica/condicoes-gauss-para-espelhos-esfericos.html>)

D) **ESPELHO CONCAVO: OBJETO ENTRE O FOCO E O CENTRO**

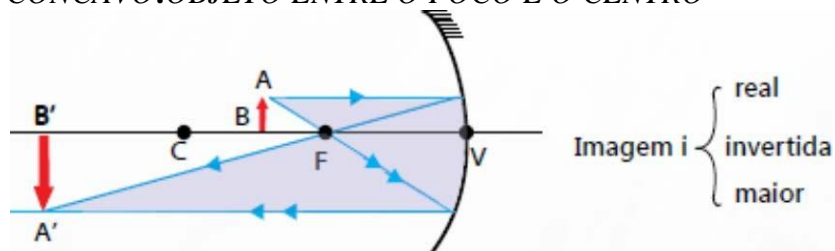


Figura 49: Imagem formada no espelho côncavo, objeto localizado entre o centro de curvatura e o foco. (Fonte: <http://alunosonline.uol.com.br/fisica/condicoes-gauss-para-espelhos-esfericos.html>)

E) **ESPELHO CONCAVO: OBJETO NO FOCO**

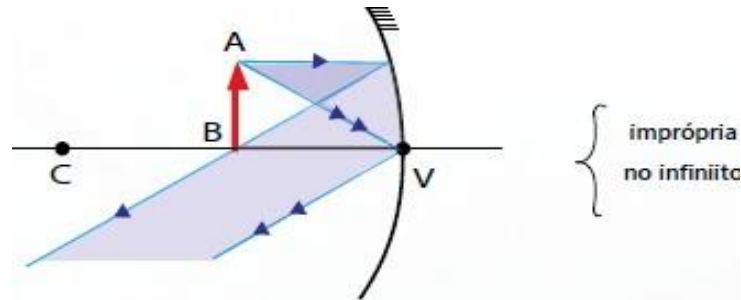


Figura 50: Imagem formada no espelho côncavo, objeto localizado no foco.
(Fonte: <http://alunosonline.uol.com.br/fisica/condicoes-gauss-para-espelhos-esfericos.html>)

F)ESPELHO CONCAVO:OBJETO ENTRE O FOCO E O VÉRTICE

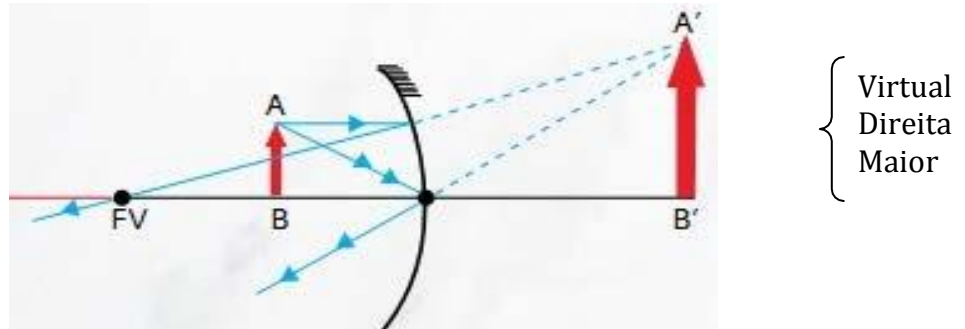


Figura 51: Imagem formada no espelho côncavo, objeto localizado entre o foco e o vértice.
(Fonte: <http://alunosonline.uol.com.br/fisica/condicoes-gauss-para-espelhos-esfericos.html>)

DETERMINAÇÃO ANALÍTICA DA IMAGEM

Agora iremos expressar de forma matemática algumas expressões que nos permitam determinar a posição e o tamanho da imagem.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \quad \left| \quad A = \frac{i}{o} = \frac{-p'}{p} \right.$$

PARA O REFERENCIAL DE GAUSS ADOTAMOS UMA CONVENÇÃO DE SINAIS

Tabela 2: Representação de valores para o referencial de Gauss.

$p' > 0$	Real	$ A > 1$	Maior
$p' < 0$	Virtual	$ A < 1$	Menor
A ou $i > 0$	Direita	Côncavo	$f > 0$
A ou $i < 0$	Invertida	Convexo	$f < 0$

AULAS 7 E 8 – UTILIZAÇÃO DA PLACA MULTISSENSORIAL

Nessas aulas foi realizada a aplicação da placa multissensorial, na qual os alunos puderam interagir com as construções de diferentes perfis de imagens formadas em espelhos esféricos.

AULAS 9 E 10 – CONFECÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS

Uma vez que uma das avaliações desse trabalho será através de mapas conceituais, apresentou-se aos alunos o que eram os mapas conceituais e maneiras de elaborar tais mapas.

Atividade de Preparação para Mapeamento Conceitual

1. Faça duas listas de palavras familiares relacionadas a objetos e eventos. Exemplos de objetos pode ser carro, cachorro, cadeira, árvore, nuvem, livro; exemplos de eventos podem ser chovendo, correndo, lavando, pensando, trovejando, festejando. Pergunte aos estudantes se eles podem explicar a diferença das duas listas. Tente auxiliá-los a reconhecer que a primeira lista é de coisas ou objetos e a segunda de acontecimentos ou eventos. Na sequência rotule as duas listas.
2. Solicite aos alunos que descrevam o que eles pensam quando ouvem as palavras da primeira lista. Auxilie-os a perceber que apesar de usarmos a mesma palavra, cada um de nós pode pensar em coisas um pouco diferentes. Essas imagens mentais que possuímos das palavras são os nossos conceitos ou concepções. Introduza a palavra conceito ou concepção.
3. Repita o mesmo procedimento para a segunda lista de palavras relacionadas a eventos.
4. Discuta então a razão pela qual muitas vezes temos problemas em entender os outros apesar de usarmos as mesmas palavras. Palavras são rótulos para conceitos, mas cada um de nós tem o nosso próprio entendimento e significado para palavras.
5. Agora liste palavras tais como onde, são, a, é, então, com. Pergunte aos alunos no que é que eles pensam quando ouvem estas palavras. Elas não são conceitos e são denominadas de ligações as quais usamos quando falamos ou escrevemos. As palavras de ligação são usadas juntamente com os conceitos para construir frases que tenham um significado.
6. Nomes próprios não são conceitos, mas nomes para pessoas, eventos, locais ou objetos específicos. Utilize alguns exemplos para auxiliar os alunos a observar a distinção entre rótulos para regularidades em eventos ou objetos e os rótulos para objetos e eventos específicos ou nomes próprios.

7. Utilizando algumas palavras conceitos e palavras de ligação, construa algumas sentenças curtas para ilustrar como nós humanos construímos significados. Exemplos podem ser: 'o cachorro está correndo', ou 'existem nuvens e trovões'.
8. Solicite aos estudantes que escrevam suas próprias sentenças identificando se os conceitos são objetos ou eventos e quais as palavras de ligação.
9. Introduza algumas palavras não muito familiares tais como medonho, conciso, canino. Essas palavras traduzem conceitos que, talvez eles já saibam, mas que tem de alguma forma um significado especial. Discuta o fato de que os significados das palavras não são fixos ou rígidos, mas que podem mudar e melhorar.
10. Escolha uma seção de um livro texto e faça cópias para os estudantes. Escolha uma passagem que tenha uma mensagem clara e definida. Solicite que leiam o texto e identifiquem os conceitos chaves. Solicite que os alunos também escolham alguns conceitos e palavras de ligação menos importante no texto.

Atividade de Mapeamento Conceitual

11. Escolha uma seção ou parágrafo de um livro texto e solicite aos alunos que selecionem os conceitos chave, ou seja, os conceitos necessários para o entendimento do significado do texto. Faça uma lista dos conceitos selecionados e discuta quais são os mais importantes e inclusivos em relação ao texto.
12. Faça uma nova lista ordenando os conceitos mais gerais, inclusivos, até os menos gerais ou mais específicos. Pode haver discordância, o que é natural, uma vez que este fato pode explicitar a existência de mais de um significado para o texto.
13. Construa então o mapa conceitual usando a lista de conceitos ordenada hierarquicamente. Discuta a escolha de boas palavras de ligação para formar as proposições mostradas nas linhas de ligação do mapa.
14. A primeira tentativa de construção de mapas conceituais pode ser pobre em simetria ou mesmo agrupar conceitos pouco relacionados. Reconstrua o mapa. Deixe claro que é necessário reconstruir o mapa pelo menos uma vez, sendo algumas vezes necessárias mais tentativas, para se chegar a uma boa representação das ideias do texto em questão (FERRACIOLI, 2007, p.70, 71).

Uma vez que o trabalho desenvolveu-se durante o período letivo, fazia-se necessário que os alunos realizassem uma avaliação tradicional, para ser computada no diário de classe. Segue abaixo as questões apresentadas. Cabe ressaltar que os alunos realizaram a avaliação nos mesmos grupos que foram divididos inicialmente e poderiam utilizar os mapas conceituais confeccionados anteriormente pelo respectivo grupo.

01. Espelhos convexos são frequentemente utilizados como retrovisores em carros e motos. Quais das afirmações estão corretas?

I – A área refletida para o olho por um espelho circular convexo é maior que a refletida por um espelho plano de igual diâmetro na mesma posição.

II – A imagem é formada atrás do espelho, sendo portanto real.

III – A imagem é menor que o objeto e não é invertida.

IV – A distância entre a imagem e o espelho é ilimitado tornando-se cada vez maior, à medida que o objeto se afasta.

a) Somente I e III.

b) Somente II e IV.

c) Somente I, III e IV.

d) Somente I, II e III.

e) Somente II, III e IV.

02. Se uma pessoa observa que sua imagem num espelho é diminuída e direita, então esse espelho é:

a) Necessariamente côncavo.

b) Necessariamente convexo.

c) Necessariamente plano.

d) Plano ou convexo.

e) Plano ou côncavo.

03. Um dentista observa a imagem direita de um dente cariado em um espelho esférico côncavo. Pode-se afirmar que:

a) A distância do dente ao espelho é menor que a distância focal do espelho.

b) A distância do dente ao espelho é maior que a distância focal do espelho.

c) A distância do dente ao espelho é igual à distância focal do espelho.

d) A imagem do dente no espelho é menor que o dente.

e) A cárie é maior que o dente.

04. Uma pessoa se encontra a 50 cm de distância de um espelho esférico côncavo de distância focal igual a 25 cm. Sua imagem será:

- a) Real, invertida e igual.
- b) Real, direita e menor.
- c) Virtual, direita e igual.
- d) Virtual, invertida e maior.
- e) Real, invertida e maior.

05. (ITA-SP) Um jovem estudante, para fazer a barba mais eficientemente, resolve comprar um espelho esférico que aumente duas vezes a imagem de seu rosto quando ele se coloca a 50 cm dele. Que tipo de espelho ele deve usar e qual o raio de curvatura?

- a) Convexo com $R = 50$ cm.
- b) Côncavo com $R = 200$ cm.
- c) Côncavo com $R = 33,3$ cm.
- d) Convexo com $R = 67$ cm.
- e) Um espelho diferente dos mencionados.

06. A 60 cm de um espelho esféricocôncavo, cuja distância focal é de 20 cm, coloca-se um objeto de 15 cm de altura, perpendicularmente ao eixo óptico do espelho. A imagem conjugada pelo espelho é:

- a) Real, invertida e tem 7,5 cm de altura.
- b) Real, direita e tem 15 cm de altura.
- c) Virtual, direita e mede 30 cm de altura.
- d) Virtual, invertida e mede 5,0 cm de altura.
- e) Real, invertida e mede 15 cm de altura.

07. Quando colocamos um pequeno objeto real entre o foco principal e o centro de curvatura de um espelho esférico côncavo de Gauss, sua respectiva imagem conjugada será:

- a) Real, invertida e maior que o objeto.
- b) Real, invertida e menor que o objeto.
- c) Real, direita e maior que o objeto.
- d) Virtual, invertida e maior que o objeto.

e) Virtual, direita e menor que o objeto.

08. Uma flor é colocada em frente a um espelho esférico. A imagem da flor produzida por esse espelho é direita e maior que a flor. Portanto, trata-se de um espelho _____ e a flor está a uma distância do espelho _____ sua distância focal.

A alternativa que completa corretamente as lacunas é:

- a) Convexo – maior que
- b) Convexo – menor que
- c) Côncavo – igual a
- d) Côncavo – menor que
- e) Côncavo – maior que

09. Em um farol de automóvel, tem-se um refletor constituído por um espelho esférico e um filamento de pequenas dimensões que pode emitir luz. O farol funciona bem quando o espelho é:

- a) Convexo e o filamento está no ponto médio entre o foco e o centro do espelho.
- b) Convexo e o filamento no foco do espelho.
- c) Convexo e o filamento está no centro do espelho.
- d) Côncavo e o filamento está no foco do espelho.
- e) Côncavo e o filamento está no centro do espelho.

10. A respeito do uso dos espelhos esféricos, é correto dizer que:

- a) O espelho convexo é adequado para fazer a barba, pois sempre forma imagem maior e direita, independente da posição do objeto.
- b) O espelho convexo é adequado para uso como retrovisor lateral de carro, desde que sua distância focal seja maior que o comprimento do carro, pois só nessa situação a imagem formada será direita e maior.
- c) O espelho côncavo é adequado para o uso como retrovisor lateral de carro, pois sempre forma imagem direita, independentemente da posição do objeto.
- d) O espelho côncavo é adequado para se fazer a barba, desde que o rosto se posicione, de forma confortável, entre o foco e o centro de curvatura.

e) O espelho côncavo é adequado para se fazer a barba, desde que a distância focal seja tal que o rosto possa se posicionar, de forma confortável, entre o foco e o vértice.