



ESTADO DE RORAIMA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA - UERR
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PROPES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS - PPGE



VALDECIR GLAUBERSON SILVA MATOS

**A ATIVIDADE DE SITUAÇÕES-PROBLEMA NA EXPERIMENTAÇÃO
EM AMBIENTES VIRTUAIS COMO FERRAMENTA DE
APRENDIZAGEM DE ÓPTICA ,FUNDAMENTADA NA TEORIA DE
FORMAÇÃO POR ETAPAS DAS AÇÕES MENTAIS E CONCEITOS
DE GALPERIN, NOS ESTUDANTES DO 2º ANO DO ENSINO MÉDIO**

Orientador: Prof.(a) DSc.Oscar Tintorer Delgado

Boa Vista – RR
2016

VALDECIR GLAUBERSON SILVA MATOS

**A ATIVIDADE DE SITUAÇÕES-PROBLEMA NA EXPERIMENTAÇÃO
EM AMBIENTES VIRTUAIS COMO FERRAMENTA DE
APRENDIZAGEM DE ÓPTICA ,FUNDAMENTADA NA TEORIA DE
FORMAÇÃO POR ETAPAS DAS AÇÕES MENTAIS E CONCEITOS
DE GALPERIN, NOS ESTUDANTES DO 2º ANO DO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Roraima, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientador(a): Prof. D.Sc. Oscar Tintorer Delgado

Copyright © 2017 by Valdecir Glauberson Silva Matos

Todos os direitos reservados. Está autorizada a reprodução total ou parcial deste trabalho, desde que seja informada a **fonte**.

Universidade Estadual de Roraima – UERR
Coordenação do Sistema de Bibliotecas
Multiteca Central
Rua Sete de Setembro, 231 Bloco – F Bairro Canarinho
CEP: 69.306-530 Boa Vista - RR
Telefone: (95) 2121.0946
E-mail: biblioteca@uerr.edu.br

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M433a MATOS, Valdecir Glauberson Silva.
A atividade de situações-problema na experimentação em ambientes virtuais como ferramenta de aprendizagem de óptica, fundamentada na teoria de formação por etapas das ações mentais e conceitos de galperin, nos estudantes do 2º ano do ensino médio. / Valdecir Glauberson Silva Matos. – Boa Vista (RR) : UERR, 2016.
125f. il. Color. 30 cm.

Qualificação apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Roraima, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências, sob a orientação do Profº. D. Sc. Oscar Tintorer Delgado.

Inclui apêndices.

1. Óptica Geométrica – Atividade de Situação Problema 2. Ambientes virtuais 3. Ações Mentais e dos Conceitos – Teoria por Etapas I. Delgado, Oscar Tintorer (orient.) II. Universidade Estadual de Roraima – UERR III. Título

UERR.Dis.Mes.Ens.Cie.2017.08 CDD – 516.712 (19. ed.)

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária
Sônia Raimunda de Freitas Gaspar – CRB-11/273 – RR

FOLHA DE APROVAÇÃO

NOME

X

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Roraima, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof.(a) Dr.(a).....
Instituição
Orientador (a)

Prof. (a) Dr.(a).....
Instituição
Membro Interno

Prof. (a) Dr.(a).....
Instituição
Membro Externo

RESUMO

O presente trabalho analisa a resolução de problema como metodologia de ensino em ambiente virtual para estudar Óptica Geométrica numa perspectiva de pesquisa qualitativa com base na teoria da formação por etapas das ações mentais e os conceitos desenvolvidos por Galperin.

Os procedimentos metodológicos se desenvolverão numa turma de 2º ano do Ensino Médio de uma escola estadual de Boa Vista onde se avaliará o desenvolvimento dos estudantes na resolução de problemas experimentais através da realização de ações necessárias como categorias e suas operações como subcategorias, assim como a apropriação dos principais conceitos e leis da Óptica Geométrica.

Os instrumentos de coleta de dados foram a observação participante, seminário e prova de lápis e papel. Os principais resultados apontaram alguns pequenos avanços na aprendizagem dos estudantes.

Palavras-Chave: Atividade de Situação Problema em Optica Geométrica, Ambientes virtuais, Teoria por Etapas das Ações Mentais e dos Conceitos

RESUMEN

El presente trabajo hace análisis de la resolución de problema como metodología de la enseñanza en ambiente virtual para el estudio de la Óptica Geométrica en una perspectiva de la pesquisa cualitativa basada en la teoría de la formación por etapas de las acciones mentales y los conceptos desarrollada por Galperin.

Los procedimientos metodológicos fueron desarrollados en la clase de 2º año de la enseñanza Media de una escuela estadual de Boa Vista donde se evaluo el desarrollo de los alumnos en la resolución de problemas experimentales por medio de la realización de acciones imprescindibles como categorías y sus operaciones como subcategorías, así como la apropiación de los principales conceptos y leyes de la Óptica Geométrica.

Los instrumentos de colecta de datos fueron la observación participante, seminário e prueba de lápiz y papel. Los principales resultados señalan algunos pequeños avances en la apredizagen de los estudiantes.

Palabras-clave: Actividad Problema Situación en la Óptica Geométrica , Ambientes Virtuales , Teoría de La Formación por Etapas de las Acciones Mentales y los Conceptos

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01 : Ações e operações	26
QUADRO 02 : Categorias da pesquisa qualitativa	62
QUADRO 03 : Dimensão das ações mentais e seus indicadores	63
QUADRO 04 : Categorias e subcategorias da ficha de observação	66
QUADRO 05 : Sequência Didática.....	69

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 - Reflexão de bola atirada em vários ângulos	35
FIGURA 02 - raio incidente, normal e raio refletido, ambos os raios com mesmo ângulo em relação a normal	35
FIGURA 03 - formação de imagens em espelhos planos	35
FIGURA 04 - analogia ao fenômeno de refração, carrinho em superfícies diferentes	36
FIGURA 05- raios que incidem paralelos convergirem para um ponto (lentes convergentes) ou divergirem afastando-se do centro (lentes divergentes)	37
FIGURA 06 - Fenômeno de reflexão	39
FIGURA 07 - raio que incide paralelo ao eixo central	40
FIGURA 08 - raio que incide sobre o centro de curvatura.....	40
FIGURA 09 - raio que incide sobre o vértice	40
FIGURA 10 - Diagrama de formação de imagem em espelho convexo	41
FIGURA 11- valores da imagem (positivos e negativos) e natureza da imagem em espelhos esféricos.....	42
FIGURA 12 - refração	43
FIGURA 13 - refração de um meio menos refrigente para um mais refrigente ...	44
FIGURA 14 - refração de um meio mais refrigente para um menos refrigente ...	45
FIGURA 15 - Esquema com eixos auxiliares para determinação de sinais em lentes.	46
FIGURA 16 - Raios particulares em lentes esféricas	46
FIGURA 17 - construções geométricas em lentes divergentes	47
FIGURA 18 - construção geométrica em lente convergente	47
FIGURA 19 - convenção de sinais em lentes esféricos	48
FIGURA 20 - a refração	51
FIGURA 21 - reflexão interna total	51
FIGURA 22 - reflexão em espelho plano.....	52
FIGURA 23 - diagrama de formação de imagem em espelho plano	53
FIGURA 24 - objeto de dimensões macroscópicas O e sua imagem virtual I em um espelho plano.....	54
FIGURA 25 - posições do objeto no eixo e suas respectivas imagens	55
FIGURA 26 - refração de acordo com os índices de refração dos meios	56

FIGURA 27 - dupla refração sofrida pelos raios de luz	58
FIGURA 28 - simulação do fenômeno de reflexão e refração	69
FIGURA 29 - Fenômeno de refração	70
FIGURA 30 - simulação do fenômeno de reflexão e refração	76
FIGURA 31 – Reflexão em espelhos.	78
FIGURA 32 – Construção de imagens nos espelhos	79
FIGURA 33 – Aplicativo Ray Optics	80
FIGURA 34 – Trabalho 1 - Reflexão	81
FIGURA 35 – Trabalho 2 – Reflexão em espelhos planos.....	82
FIGURA 36 – Trabalho 4 – Espelhos esférico.....	84
FIGURA 37 – Refração	84
FIGURA 38 – Refração (simulador 2)	87
FIGURA 39 – Trabalho 5 - Refração 1	89

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ASPOG/AVI	Atividade de Situação Problema de Óptica Geométrica em
Ambientes Virtuais	
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal
B.O.A	Base Orientadora da Ação
ASP	Atividade de Situação Problema
ADRP	Atividade Didática Resolução de Problema
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
LD's	Livros Didáticos
PCNs +	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	12
CAPÍTULO I - ATIVIDADE DE SITUAÇÃO PROBLEMA NA PERPECTIVA DA TEORIA DE FORMAÇÃO POR ETAPAS DAS AÇÕES MENTAIS E OS CONCEITOS.....	16
1.1 Teoria da Formação das Ações Mentais e os Conceitos.....	16
1.1.1 A Aprendizagem no âmbito do Contexto Sócio-Histórico.....	17
1.1.2 Teoria da Atividade.....	18
1.1.3 A organização da Atividade de Ensino na Proposta de Galperin.....	19
1.1.4 Direção do processo de assimilação.....	22
1.2 Resolução de Problema como metodologia de ensino.....	24
1.3 Atividade de situação-problema em ambientes virtuais.....	29
CAPÍTULO II - O ENSINO DA ÓPTICA GEOMÉTRICA.....	33
2.1 Óptica Geométrica no Ensino Física.....	34
2.1.1 Conceitos de Óptica Geométrica no Ensino Fundamental.....	34
2.1.2 Conceitos de Óptica Geométrica no Ensino Médio.....	38
2.1.3 Conceitos de Óptica Geométrica no Ensino Superior.....	50
CAPÍTULO III - PROCEDIMENTO METODOLÓGICO.....	59
3.1 Caracterização da pesquisa.....	60
3.2 Categorias de análises da aprendizagem.....	61
3.3 Caracterização, População e Amostra.....	63
3.4 Instrumentos de Coleta de Dados.....	64
3.4.1 Questionário.....	64
3.4.2 Observação e Diário de Campo.....	65
3.4.3 Seminários	67
3.5 Sequência Didática.....	68
CAPÍTULO IV - RESULTADO E ANÁLISE.....	71
4.1 Diagnostico.....	71
4.2 Base Orientadora da Ação - Reflexão e formação de imagens em espelhos planos e esféricos.....	75

4.3 Etapa Materializada - Reflexão e formação de imagens em espelhos planos.....	81
4.4 Formações de imagens em espelhos esféricos	83
4.5 Base Orientadora da Ação - Refração.....	84
4.6 Etapa Materializada - Refração	88
4.7 Etapa Verbal Externa - Seminário.....	91
4.8 Avaliação Final.....	94
CONSIDERAÇÕES FINAIS	96
REFERÊNCIAS	98
APÊNDICES	102

INTRODUÇÃO

As demandas do mundo moderno, já há algumas décadas, indicam a necessidade premente de democratização dos conhecimentos científicos e tecnológicos, no sentido de propiciar aos cidadãos uma melhor compreensão do mundo, para nele intervir de modo consciente e responsável e fornecer-lhes elementos para superação de contradições que depõe contra a qualidade de vida.

Essa perspectiva gera importantes implicações para o ensino de ciências, sobretudo, no que diz respeito à indispensável mediação para o desenvolvimento de entendimento, crítico e ético, necessários à análise e compreensão dos avanços e implicações dos impactos socioambientais decorrentes do desenvolvimento da ciência e da tecnologia.

Apesar disso, a forma como o ensino de ciências tem sido realizada, limita-se em sua maior parte, a um processo de memorização de vocábulos, de sistemas classificatórios e de fórmulas, de modo que os estudantes apesar de aprenderem os termos científicos, não se tornam capazes de apreender o significado de sua linguagem.

Minhas experiências acadêmicas e profissionais ocorreram quase que simultaneamente após o término dos três anos (1997-2000) de Curso Normal Médio (Magistério) começo a lecionar na Escola Estadual de Tempo Integral Severino Gonçalo Cavalcante no ano de 2001 numa espécie de reforço, no mesmo ano ingresso no ensino superior no Curso Normal Superior no recém-criado Instituto Superior de Educação onde concluo o curso no ano de 2005. Nesse intervalo de tempo trabalhando com turma de 3^a e 4^a série, em matéria acadêmica concluo duas especializações (História Regional e Mídias na Educação) e após tais especializações leciono alguns anos na disciplina de História nas séries finais do Ensino Fundamental. Em 2008 início o curso de Licenciatura em Física e passo a atuar nas séries finais do Ensino Fundamental na disciplina de Ciências concluindo no final de 2013 o curso de Física e em 2014 participo do processo seletivo do Mestrado Profissional no Ensino de Ciências a oportunidade para aperfeiçoar minha prática profissional e conhecimento acadêmico.

A experiência esperada com ingresso no Mestrado era de grande importância para melhorar a prática, pois em minhas experiências enquanto professor de ciências,

realizava algumas experimentações ou aulas de campo que num primeiro instante causavam uma grande euforia por parte dos alunos, mas por não ter uma sequência lógica a seguir ou pelo desconhecimento de uma teoria que desse subsídio a minha prática, a aula perdia o sentido. Numa oportunidade levei minhas turmas para uma aula de campo onde estudaríamos um ecossistema de uma lagoa localizada na praça atrás da escola, medimos a temperatura ambiente, a temperatura da água, coletamos amostras da água para uma análise (mesmo que simples), fotografamos os animais presentes naquele ecossistema, mas o que fazer com tudo isso? Não tinha um caminho lógico a seguir e as aulas se tornavam sem um objetivo.

O ingresso no Programa do Mestrado teria esse objetivo de direcionamento para a minha prática, mudar minhas aulas era preciso, mas como? Até então realizava tentativas que no início pareciam interessantes, mas no meio para o final, não ocasionavam um aprendizado efetivo. Para a seleção inscrevi um projeto que trabalharia a mídia voltada para o processo de ensino aprendizagem da disciplina de física com a criação de uma sala de aula virtual em uma rede social já existente, ideia que foi modificando no decorrer das disciplinas.

No mestrado, inicio o amadurecimento das ideias em disciplinas como metodologia da pesquisa, pude perceber a viabilidade ou não do objeto que propunha pesquisa, pois os dados obtidos deveriam estar fundamentados num tipo de pesquisa seja quantitativa, qualitativa ou mista e com um direcionamento claro; a disciplina de Teorias da Aprendizagem possibilitou a compreensão de que uma teoria de aprendizagem deveria fundamentar o trabalho para que se compreendesse como o processo de aprendizagem deve ocorrer mediante a adoção de determinada teoria; em experimentação os caminhos de uma experiência do início ao fim foram apresentados e que ao final temos que ter um resultado seja ele o previsto ou não e embora a experimentação de minha pesquisa fosse virtual, muito dos conceitos apreendidos na experimentação em ambiente real aplicava-se ao virtual (roteiros, planilhas de controle de variáveis, observação, discussão de resultados); em resolução de problemas no ensino de ciências conheci uma metodologia que junta a teoria adotada e associada a experimentação, possibilitariam a criação de atividades coesas em que o aprendizado pudesse ocorrer de efetivamente, pois a resolução de problema seguiria uma série de passos; Na prática de estágio, acompanhamento da prática pedagógica foi onde aconteceu o redirecionamento do objeto da pesquisa, pois agora conhecendo uma teoria a ser adotada, uma metodologia e um conteúdo em que

poderia pesquisar, no caso o conteúdo de Óptica Geométrica trabalhado no estágio e reelaborado no acompanhamento da prática pedagógica para que se aplicasse nas séries da pesquisa e com o aval de uma qualidade mínima comprovada com a aprovação do trabalho feito a partir da experiência do estágio para a participação do X ENPEC realizado no final de 2015; duas outras disciplinas me deram maior clareza de como os conteúdos de física podem ser trabalhados sem a matematização exagerada, tão comum em nossas aulas, através das disciplinas: Resolução de Problemas nas Interações da Física Clássica e Experimentação nas Leis de Conservação da Física Clássica nessa maneira de trabalhar os conteúdos de física, respostas davam lugar as dúvidas para que o conhecimento fosse construído e não aprendido através do recebimento passivo de informações.

O tema do trabalho reelaborado mediante a participação no estágio e no grupo de pesquisa (acompanhamento da prática pedagógica) passa a ser:

- *A atividade de situações problema na experimentação em ambientes virtuais como ferramenta de aprendizagem de óptica geométrica, fundamentada na teoria de Formação por Etapas das Ações Mentais e dos conceitos de Galperin, nos estudantes do 2º ano do ensino médio“,*

Tendo como problema:

- *A utilização da Atividade de Situações Problema na Experimentação em ambientes virtuais, fundamentado na teoria de Galperin, melhora a aprendizagem no conteúdo de Óptica nos alunos do 2º ano do Ensino Médio?“*

Objetivo geral:

- *“Analisar a aprendizagem da Atividade de Situações-Problema na Experimentação em ambientes virtuais, fundamentado na teoria de Galperin, no conteúdo de Óptica nos estudantes do 2º ano da Escola Estadual Tancredo Neves”*

Objetivos específicos:

- *“Diagnosticar o nível de partida da Atividade de Situações-Problema em Óptica nos estudantes;*
- *Avaliar a Base Orientadora da Ação (BOA) na Atividade de Situações-Problema em Óptica no 2º ano do Ensino Médio;*
- *Determinar em que etapa das ações mentais se encontra o aluno.*
- *Verificar a contribuição do produto proposto para o ensino de ciências*

O trabalho inicia com uma descrição da teoria e metodologia adotada descrevendo resumidamente a aprendizagem no contexto sócio-histórico, a teoria da atividade, a proposta de que para a organização do processo de aprendizagem, a direção do processo de assimilação proposta por Talízina, a resolução de problema e a experimentação em ambientes virtuais

O capítulo seguinte do trabalho destaca os conceitos a serem trabalhados no conteúdo de Óptica Geométrica e nesse sentido uma descrição dos conceitos vistos no Ensino Fundamental, Ensino Médio e Ensino Superior são estudados de maneira que alguns conceitos são aprofundados na medida em que a escolaridade dos alunos avança e outros novos são introduzidos.

A última parte do trabalho relaciona-se a caracterização do tipo de pesquisa a ser realizada, ambiente, procedimentos de pesquisa e instrumento de coleta de dados, nesse momento também é apresentada uma sequência didática nos moldes a ser realizada na pesquisa, sequência essa já testada no Ensino Superior durante a realização do estágio nessa modalidade de ensino.

CAPÍTULO I - ATIVIDADE DE SITUAÇÃO PROBLEMA NA PERSPECTIVA DA TEORIA DE FORMAÇÃO POR ETAPAS DAS AÇÕES MENTAIS E OS CONCEITOS

O presente capítulo destaca a estratégia didática de situações-problema no ensino da Física, em específico do conteúdo de Óptica Geométrica, e nesse sentido se propõe a recursos que possibilitem traçar objetivos, identificar o nível de conhecimento real do estudante, antes que se inicie o processo de assimilação do conhecimento novo. A Resolução de Problema como metodologia de ensino tem ganhado espaço no ensino de física, mas sua aplicação deve buscar ainda outros recursos fundamentadores e explicativos dos resultados de aprendizagem.

A teoria de Formação por Etapas das Ações Mentais e Conceitos trata da parte psíquica do processo de aprendizagem nas suas características e explicações associando-se a estratégia didática da Atividade de Situações Problema de Óptica Geométrica em Ambientes Virtuais (ASPOG/AVI).

Os diversos autores da teoria sócio-histórica trazem a abordagem de aprendizagem afixada aos mais diversos conceitos, tendo o desenvolvimento cognitivo, linguístico, social e cultural. A dinâmica interativa das relações envolvendo a linguagem e o relacionamento interpessoal constitui a dinâmica de tal pressuposto.

Os tópicos seguintes destacam a perspectiva do ensino como atividade humana, a organização da atividade de ensino na proposta de Galperin, o ensino problematizador, a metodologia de resolução de problemas e as Atividades de Situações-Problema de Óptica Geométrica em Ambientes Virtuais.

1.1 Teoria da formação das ações mentais e os conceitos

O estabelecimento de princípios de formação psíquica é o que caracteriza a teoria da formação por etapas das ações mentais e nesse sentido várias pesquisas foram realizadas por Galperin no campo das ações perceptivas, do pensamento, da atenção e dos hábitos motores (SANTOS 2014). Tais investigações possibilitaram o destaque das principais etapas na formação de novos processos psíquicos do ser humano, identificando também os principais tipos de organização do processo de formação e novas vias de resolução de problemas tradicionais do ensino.

1.1.1 A Aprendizagem no âmbito do Contexto Sócio-Histórico

Para o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem é necessária uma base de teoria de aprendizagem que o sustente (Mendoza e Tintorer, 2013), nesse sentido este trabalho é fundamentado na teoria de **formação por etapas das ações mentais de Galperin**. Mas para que se tenha certa clareza quanto a teoria é necessária uma abordagem histórica de alguns autores da psicologia soviética do materialismo histórico dialético como L.S. Vygotsky, A.N Leontiev , A.Luria, N. Talizina e P.Y Galperin.

Vygotsky foi um pesquisador a frente do seu tempo tendo produzido um rico material em curto espaço de tempo, preocupado em lançar várias linhas de investigação científica ao invés de aprofundar-se em uma específica. Segundo o autor, aprendizado e desenvolvimento são enraizados na cultura e ocorrem historicamente através das inter-relações entre indivíduos pelo uso de instrumentos, pela estimulação do meio e pela internalização das ações. (Vygotsky, 1988).

Alguns elementos importantes da teoria de Vygotsky são destacados nas obras **A formação social da Mente (1988) e Pensamento e linguagem (1987)** numa análise do desenvolvimento baseada na concepção materialista dialética. Para o autor os seres humanos são dotados de funções psicológicas superiores que os diferencia de outros animais e para suas verificações lançou mão do método experimental que leva em consideração o meio físico, o estímulo e o uso de signos auxiliares no processo de desenvolvimento infantil.

As experiências realizadas tinham o objetivo de analisar e entender como são desenvolvidas as estruturas de funcionamento das funções psicológicas superiores e para isso era necessária a sua relação com as funções biológicas. A história do desenvolvimento das funções psicológicas superiores seria impossível sem um estudo de sua pré-história, de suas raízes biológicas, e de seu arranjo orgânico (VYGOTSKY, 1988).

Para o autor, a aprendizagem é elemento principal no desenvolvimento das funções mentais quando se torna necessária a internalização de instrumentos e signos, ela deve está localizada no que chama de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) que é a distância entre o nível de desenvolvimento cognitivo real do indivíduo

(resolução de problemas, sozinho) e o seu nível potencial (resolução com a orientação do professor, ou crianças mais experientes).

O desenvolvimento das funções mentais superiores (linguagem, atenção, memória, percepção, emoção e pensamento), exige a internalização dos instrumentos e signos através do processo de mediação, e nesse sentido a compreensão dos mesmos é de suma importância. Os instrumentos seriam algo que pode ser utilizado para fazer algumas coisas e são orientados externamente, se dirigem para o controle e domínio da natureza. Os signos significam alguma coisa e são orientados internamente, constituindo-se um meio de atividade humana interna, dirigido para o controle do próprio indivíduo. (VYGOTSKY, 1988).

A linguagem (palavra) é o mais importante sistema de signos para o desenvolvimento cognitivo da criança, permitindo a este que se afaste cada vez mais de um contexto concreto (material). A inteligência prática se refere ao uso de instrumentos e a inteligência abstrata, a utilização de signos e sistemas de signos dos quais a linguagem é o mais importante para o desenvolvimento cognitivo.

1.1.2 Teoria da Atividade

Como dito anteriormente, Vygotsky estava preocupado em lançar várias linhas de investigação científica ao invés de aprofundar-se em uma específica e nesse sentido seu colaborador Leontiev desenvolveu os estudos relacionados à atividade, que era uma análise realizada também por Vygotsky que sugeria que a atividade socialmente significativa é o princípio explicativo da consciência, ou seja, a consciência é construída de fora para dentro por meio das relações sociais (KOZULIN, 2002), mas o conceito de atividade teve seu aprofundamento realizado por Leontiev.

Leontiev desenvolve a Teoria da Atividade, muito importante, pois o materialismo histórico dialético tinha a atividade como categoria central (MARX, 1989). Na psicologia Soviética a atividade humana é objeto principal como unidade central da vida do sujeito, é mediada pelo reflexo psíquico da realidade, é a unidade da vida que orienta o sujeito no mundo dos objetos. Sua principal característica constitutiva é o caráter objetal.

Para Leontiev (1983) as atividades humanas diferem uma das outras por diversos motivos, mas o principal dele seria quanto ao seu objeto que é na verdade o motivo real de realizá-la. O motivo é o que impulsiona a atividade, articulando a

necessidade a um objeto. Necessidade, objeto e motivo são componentes estruturais da atividade, mas há que se considerar que as atividades não existiriam também sem as ações, que são subordinadas a objetivos parciais advindos do objetivo geral, portanto, assim como a atividade relaciona-se com o motivo, as ações relacionam-se com os objetivos.

As ações apresentam aspectos interacionais e operacionais, este último é a forma como são realizadas as operações, cada ação inclui diferentes operações que dependem das condições de execução das ações. Uma atividade pode tornar-se ação quando perde seu motivo originário, ou uma ação transforma-se em atividade à medida que ganha um motivo próprio, uma ação pode tornar-se operação e vice-versa (ASBAHR, 2005).

O autor ainda traz elementos como atividades externas e internas como constituídas da mesma estrutura geral, destacando que a forma primária fundamental da atividade é a forma externa, sensório-prática, não apenas individual, mas fundamentalmente social. A transformação de atividade externa em interna ocorre por meio da internalização. Nessa passagem surge uma forma específica de reflexo psíquico- *a consciência*, que para Leontiev é conhecimento partilhado como realização social.

Esclarecidos alguns elementos da Teoria da Atividade mesmo que de maneira breve, a análise de um tipo específico de atividade, será objeto de discussão a *atividade de estudo*.

Compreendendo que a organização da atividade de ensino desenvolvida pelo professor e suas implicações para atividade de estudo do aluno, é interessante um aprofundamento nas ideias de P. Ya. Galperin, estudioso da teoria histórico-cultural, que desenvolveu seus estudos na explicação do processo de internalização por meio da Teoria de Formação das Etapas das Ações Mentais (NÚNES, 2009; TALÍZINA, 1988).

1.1.3 A organização da Atividade de Ensino na Proposta de Galperin

Para Silva (2014) Galperin, estabelece a relação entre a atividade externa e a atividade interna onde através de cinco etapas o aprendiz assimila o novo conhecimento. Para a compreensão da teoria de ações mentais, é necessário esclarecer que a assimilação de conceitos científicos tem atividades psíquicas

específicas, que envolvem os processos de imaginação, crítica e generalização de nível superior. Tais processos cognitivos envolvidos nessa dinâmica não estão prontos na criança. Para que possam ser desenvolvidos, é preciso que a atividade de ensino seja organizada em determinadas etapas, com ações de níveis diferenciados, condição necessária para transformação da estrutura da atividade psíquica, de um nível empírico ao teórico.

A formação do conceito consiste em um ato mental e segue algumas etapas no desenvolvimento dos processos psicológicos superiores, que são atenção, memória lógica, pensamento abstrato, linguagem, sentimentos, etc. Tais funções são formas psíquicas complexas, necessárias à apreensão e à representação da realidade em um nível superior. O ato mental pode ocorrer de distintas formas nos diferentes alunos, mas para a formação de um novo conceito, que pressupõe a geração de uma nova ação mental. Mas o que significa a expressão ação mental?

A expressão ação mental sugere a existência de uma correlação entre dois aspectos usualmente considerados dissociados entre si. Enquanto o termo ação relaciona-se com a dimensão prática, influenciada pelas condições materiais e objetivas (externas), o termo mental refere-se a algo que acontece na dimensão psicológica (interna), que envolve elementos de natureza abstrata e imaterial. (REZENDE, 2006, p. 1214).

Assim, cada forma concreta da ação possui distintas propriedades características que não estão dissociadas, mas são etapas de um processo único. A ação material ocorre quando a criança necessita se apoiar, realizando manipulações em objetos externos, a partir da identificação das características objetivas dos estímulos externos. A ação mental é realizada pelo aluno mentalmente, como uma operação automática, um pensamento sobre a ação como algo puramente psíquico. A criança realiza uma prática consciente aplicando as operações mentais corretas orientadas pelo conceito para solução de um problema de ensino.

Piotr Iakovlevich Galperin cria a Teoria do Desenvolvimento Psíquico, que destaca a importância do papel das ações externas no surgimento e formação das ações internas, mentais, por meio do ensino. A “teoria por etapas das ações mentais” afirma que a formação da mente deve ser: planejada e executada em uma sequência de etapas de ações mentais iniciada pela chamada Base Orientadora de Ação (B.O.A.). A formação de uma ação mental começa com ações com objetos, realizadas

com o apoio de objetos externos e sua representação material, logo passar por outras etapas até se converter em ação que se realiza no plano cognitivo. Para Galperin, a aprendizagem é uma forma essencial de desenvolvimento psíquico e o caminho lógico para analisar capacidades humanas. (GALPERIN, 1965 e 1995)

Caracterizamos a B.O.A. quanto ao seu nível de generalidade onde é classificada em concreto quando reflexa casos particulares e gerais baseados nos invariantes. Nível de plenitude da orientação onde é especificada em completa e incompleta. Modo de obtenção pelos alunos se divide em preparada, o aluno recebe todas as ações prontas e não preparada ou independente, ele deve participar na determinação das ações.

As características das ações podem ser divididas em características primárias e secundárias. As características primárias são a forma, caráter generalizado, caráter explanado e caráter assimilado. A forma determina como o sujeito se apropria da ação na transformação da atividade externa à interna e é dividida nas formas material ou materializada (como o sujeito recebe o objeto de estudo), perceptiva (ações teóricas manifestas na capacidade de escutar e ver), verbal externa (como a linguagem externa se manifesta de maneira oral e escrita) e interna (produto da evolução da atividade prática à mental); o caráter generalizado da ação é dado pela amplitude das ações a serem executadas numa determinada situação; caráter explanado é a capacidade dos alunos de detalhar as ações; caráter assimilado se determina pelo que transcorre desde a realização do sistema de ações pelo aluno com a ajuda do professor até chegar ao cumprimento das ações independentes.

As características secundárias são a solidez da ação dada pelo cumprimento eficaz das ações da etapa material até a etapa mental e grau de automatização como consequência da ação mental e generalizada; o caráter consciente da ação que é o cumprimento na forma verbal e explanação das ações; o caráter abstrato da ação é o resultado da forma mental com alto grau de generalização, utilizando a base orientadora; o caráter razoável da ação se determina pela orientação do sistema invariante de ações para a resolução de problemas matemáticos, usando a base orientadora de ação.

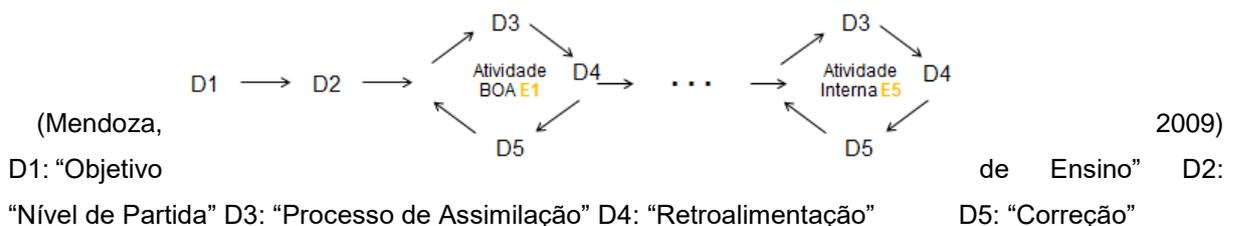
As etapas das ações mentais de Galperin são E0: Motivacional, E1: Elaboração da Base Orientadora da Ação (BOA), E2: Formação da ação em forma material ou materializada, E3: Formação da ação verbal externa, E4: Formação da ação na

linguagem externa para si (capacidade de generalizar), E5: Formação da ação na linguagem interna. (automatização).

1.1.4 Direção do processo de assimilação

Direção de um evento pode ser definida pela tentativa de compreender a comunicação e o controle de um grupo social em função do objetivo (processo), considerando o estado do objeto e as características que levam ao melhor desempenho e desenvolvimento aproximado do objeto (TALÍZINA, 1988, p.46)

O professor tem o papel de dirigir o processo de assimilação, essa direção deve ser cíclica considerando as informações sobre o processo e o retorno. Transparente, ou seja, são considerados todos os elementos na transformação até chegar ao produto final.



Cada ação tem três funções: orientadora, se mostra o método, o objetivo e as peculiaridades do objeto na qual se dirige as ações; executiva, se produz a execução das ações sobre a base do método orientado e o cumprimento do objetivo dirigido na transformação do objeto em questão; e controle gera a possibilidade de obter informações sobre cumprimento do processo para introduzir as correções necessárias.

O processo descrito acima favorece a ação da experimentação e da resolução de problemas, pois as etapas descritas anteriormente são exatamente as necessárias para que estimulem a aprendizagem como, por exemplo: E0 onde é estimulada a curiosidade a motivação de ver o inesperado trazido pelo acontecimento experimental; E1, o planejamento do experimento requer que todos os detalhes do procedimento sejam bem feitos assim ocasionando maior controle no planejamento da ação; E2, a realização na forma material ou materializada os estudantes trabalham com softwares de Óptica Geométrica que fornecerão subsídios para a realização da atividade que se propõe; E3, como o experimento necessita a comunicação do ocorrido, da metodologia, da forma que ocorreu o experimento; E4, já que houve a conclusão de

forma ativa, ou seja o aluno construiu o conhecimento, o mesmo terá a capacidade de analisar o ocorrido de transferir o conhecimento para outro caso; E5, a internalização é o processo mais importante de todos, etapa a qual o aluno assimila o conhecimento e que por fim mais uma vez foi construído e não recebido apenas pelo discente.

O objetivo de ensino segundo Talízina (1988) deve ser orientado para uma mudança do estado para que se chegue a um estado pré-determinado (introdução de determinadas mudanças nas atividades cognitivas dos alunos). A análise dos objetivos de ensino deve levar em consideração características da personalidade dos alunos, quanto a seu conteúdo é necessário é resultado da análise de elementos socioculturais e de classe onde o homem está inserido.

O estado de partida segundo a autora deve ser diagnosticado em dois níveis: o primeiro deles seria o estabelecimento de uma correspondência entre o nível de desenvolvimento dos alunos e os objetivos propostos para uma determinada etapa dada do ensino e o segundo seria o estabelecimento da existência dos conhecimentos concretos e das ações cognitivas necessárias para a formação de determinado tipo de atividade.

Ao realizar tal diagnóstico pode-se identificar que os estudantes têm todos os conhecimentos e hábitos necessários ou parte dos conhecimentos e hábitos não estão formados, os estudantes não têm o conhecimento ou não têm os hábitos ou não têm ambos.

Realizado o diagnóstico é iniciado o processo de assimilação que segundo Talízina (1988) deve assegurar os passos do tipo de formação, da atividade psíquica através de etapas qualitativas do processo, onde é possível identificar os conteúdos concretos de tais etapas e suas sucessões recorrendo a regras específicas do processo dirigido, no caso específico, a teoria de estudo. As peculiaridades do processo de assimilação determinam tanto o programa fundamental de ensino, como consideravelmente o processo de regulação.

A retroalimentação aplicada ao processo de estudo pressupõe a solução de dois problemas (TALÍZINA, 1988). A determinação do conteúdo de tal retroalimentação e a frequência em que tal retroalimentação deve ocorrer. Na determinação dos conteúdos o professor deve levar em consideração os objetivos de ensino e a teoria psicológica utilizada e na frequência do controle do processo objetiva resultados mais satisfatórios na direção do processo de assimilação.

E finalmente a correção como um dos elementos dos sistemas de exigências destacados por Talízina (1988) estabelece que mediante as informações recebidas da retroalimentação seja possível introduzir as correções necessárias, tal correção podendo ser realizada mediante três situações apresentadas pelos alunos. A primeira dela seria a correção mediante a reação às mudanças previstas na situação, a segunda uma correção relacionada à reação que têm frente às mudanças já produzidas na situação e em terceiro lugar a correção frente à reação do aluno diante do erro.

A autora destaca a direção do processo de estudo que pode utilizar-se em princípio das três vias, mas esclarece que na prática a correção ocorre como via de regra na terceira via, a via de reação aos erros dos alunos.

1.2 Resolução de Problema como metodologia de ensino

Tomando como referência as características de em Ensino Problematizador destacado por Majmutov (1983) que evidencia a situações problema como sendo o momento da formulação do problema; problema docente como uma orientação do que se deve buscar; tarefa problêmica onde o desconhecido passa a ser procurado e pergunta problêmica que é a expressão da contradição entre o conhecimento e a novidade adquirida.

As discussões nesse momento serão orientadas para características da Resolução de Problema como metodologia de ensino e nesse sentido autores como Polya (Resolução de Problema), Mendoza (Atividade de Situações Problema em Matemática) e Terrazzan e Clement (Atividade Didática de Resolução de Problema) serão objeto de discussão.

Polya (1994) destaca que para resolver um problema (matemático ou não) é importante se partir de conceitos muito claros, organizados razoavelmente na mente dos alunos, um problema perfeitamente formulado deve ter todos os dados e cláusulas condicionantes levados em consideração, com indagações sobre o problema, o processo e com uma avaliação das informações disponíveis.

Polya (1994) destaca a revisão da solução do problema como um dos princípios mais importantes por proporcionar a verificação da argumentação e atividade e também fazer uma reflexão do processo de resolução procurando descobrir a essência do problema e do método utilizado.

São quatro os procedimentos destacados por Polya (1994) para a resolução de problemas:

- a) Compreender o problema;
- b) Estabelecimento de um plano (É preciso encontrar a conexão entre dados e a incógnita);
- c) Execução do Plano;
- d) Retrospecto (Examine a solução obtida).

Mendoza (2013) tomando como base os princípios de resolução de problemas matemáticos de Polya (1975) e a teoria de formação por etapas das ações mentais de Galperin cria a Atividade de Situação-Problema em Matemática, onde o professor utiliza também princípios da teoria geral da direção.

As ações e suas respectivas operações podem ser adaptadas para situações-problema de física chegando-se ao sistema seguinte:

Ações	Operações
1-Compreender o Problema	Ler o problema e extrair todos os elementos conhecidos (incluem unidades de medidas); Estudar e compreender todos os elementos desconhecidos; Determinar os dados e suas condições; Determinar os objetivos dos problemas.
2-Contruir o modelo físico	Determinar as variáveis e incógnitas; Nomear as variáveis e incógnitas com suas unidades de medida; Construir um modelo físico; partir das variáveis, incógnitas e condições; Realizar a análise de medida do modelo matemático.
3-Solucionar o Modelo Físico	Selecionar o(s) método(s) físicos(s) para solucionar o modelo físico; Selecionar o sistema de computação algébrica que contenha os recursos necessários do(s) método(s) físico (s) para solucionar o modelo matemático (quando for necessário); Solucionar o modelo físico.

4-Interpretar a Solução	<p>Interpretar a solução obtendo da solução do modelo físico; Extrair resultado significativos que tenham relação com o(s) objetivos do problema; Dar resposta ao(s) objetivos do problema; Realizar um informe baseado no(s) objetivo(s) do problema; Analisar a partir de novos dados e condições que tenham relação direta com o(s) objetivo(s) do problema(s), a possibilidade de reformular o problema, construir novamente o modelo físico, solucionar o modelo físico e interpretar a solução</p>

QUADRO 01: Ações e operações
 Fonte: Própria, adaptação de Mendoza (2009)

Santos (2014) detalha as ações das Atividades de Situações Problema de Mendoza. A primeira ação que seria compreender o problema determina que ações propostas são formadas visando assegurar que o estudante busque elementos que facilitem a compreensão do problema mediante uma leitura que permita extrair elementos conhecidos e desconhecidos.

Na segunda ação da ASP que é construir o Modelo Físico ocorre a associação dos elementos dados no problema com o objetivo de solucionar o problema, sendo importante a determinação das variáveis e incógnita, em seguida ocorre a nomeação de tais variáveis e incógnita com suas unidades de medida, atribuindo símbolos comumente utilizados x , y , z ou iniciais de símbolos sugestivos como utilizados em óptica geométrica i (*distância imagem*), o (*distância objeto*), F (*distância focal*).

Solucionar o Modelo Físico seria a terceira ação onde ocorrem operações de execução e de busca de uma solução a partir do modelo esboçado. A operação inicial

desta ação sugere selecionar o(s) método matemático(s) (físico(s)) de abordagem do problema, essa operação é ao mesmo tempo psíquica e motora.

Na ação de interpretação do problema visam observar o nível de compreensão do aluno, possibilitando através de um esboço descritivo revelar a maneira pela qual se chegou ao resultado do problema.

Uma análise qualitativa da compreensão do processo é algo possível mediante a operação de extrair resultados significativos que tenham relação com o objetivo do problema. A partir do momento que o aluno responde aos objetivos do problema, indica uma relação bem estabelecida dos dados para buscar a resposta certa.

A Atividade de Situações-Problema em Matemática, e não só em matemática, mas também em outras áreas e no caso específico do trabalho a disciplina de Física, tem como objetivo o estudo de problemas matemático e físicos (caso do trabalho) e também busca instrumentalizar os alunos com estratégias eficazes na busca de uma melhora de desempenho na resolução de problema. (MENDOZA, ORTIZ & MORENO, 2009a). A ASP será utilizada na intervenção dessa pesquisa para desenvolver as habilidades dos sujeitos de resolver problemas no conteúdo de Óptica Geométrica, passando a se chamar Atividade de Situações Problema de Óptica Geométrica- em ambientes Virtuais (ASPOG/AVI).

Dentro da área específica da Física alguns autores destacam-se por trabalhos que abordam a resolução de problema como metodologia de ensino como Silva (2014) que desenvolve um trabalho de resolução de problema em ambientes virtuais com o conteúdos de física reportando avanços na aprendizagem de seus alunos.

Também Clement e Terrazzan (2011) abordam a resolução de problema dentro de uma abordagem investigativa e a importância da temática para análise de pesquisa é justificada pelo fato de no ensino de Física, ciências ou matemática uma parte considerável do tempo ser dedicada a esse tipo de atividade.

Segundo Clement e Terrazzan (2011) mesmo sendo estabelecida uma grande carga horária para a resolução de problemas, o que mais os alunos resolvem são exercícios, e nesse sentido o autor faz uma distinção do que seriam exercícios e problemas.

De uma maneira bem genérica, os autores destacam que quando a solução não é encontrada de forma imediata ou automática e o solucionador reflete para que tome suas decisões para encontrar as soluções se está diante de um problema, mas

quando o que se observa é uma rotina de passos automatizados em que os indivíduos se deparam com situações por eles já conhecidas se está diante de um exercício.

Tal distinção entre problema e exercício é muito sutil como esclarece Peduzzi (1997). Clement e Terrazzan indicam o motivo de tal sutileza:

Para uma determinada pessoa uma situação proposta pode configurar-se em um problema, enquanto que para outra ou até para esta própria pessoa em um momento posterior, a mesma situação pode ser vista como um mero exercício. Por isso esta distinção, em última instância, dependerá de cada indivíduo (de seus conhecimentos, de sua experiência e do grupo cultural de que faz parte), da tarefa proposta e de sua atitude diante dela. (CLEMENT E TERRAZZA, 2011, p.90)

O que se estabelece por vezes nas resoluções de problemas e de que quantidade de exercícios é mais importante que a qualidade dos mesmos, limitando-se a manipulações matemáticas ou ao simples enunciado de determinadas leis físicas sem nenhuma ligação com a realidade dos alunos.

Para os autores os alunos só estarão diante de um problema quando estes forem reformulados/problematizados e forem inseridos num contexto que lhe dará sentido, lhes permitindo não apenas resolver problemas escolares, mas problemas do cotidiano.

Os conteúdos procedimentais têm grande importância nesse processo. Expressam o saber fazer que envolve uma série de decisões e realização de uma série de ações ordenadas de maneira que os alunos ao concluírem a escolarização saibam fazer uma série de atividades com os conhecimentos construídos.

Estabelecidas as distinções possíveis entre problema e exercício se retoma a discussão da resolução de problema como prática investigativa que estimula a reflexão, o debate, formulação de questionamentos, elaboração, confirmação ou refutação de hipóteses, justificação de ideias e aplicação de conhecimentos em situações novas.

As atividades didáticas com caráter investigativo podem ser as formas, ou seja, mediante uma atividade de lápis e papel - resolução de problemas (Gil Pérez e Martínez Torregrosa, 1987; Gil Pérez et al 1992); uma atividade com uso de experimento (Borges, 2002); ou ainda uma atividade com uso de texto de divulgação científica (Menegat et al, 2007).

Na Perspectiva da Atividade Didática de Resolução de Problema – ADRP o que se busca não é a criação de novos problemas e sim a reformulação dos já existentes visando oferecer aos alunos uma formulação, o mais aberto possível, da situação que se quer estudar. Nas ADRP, que os alunos devem relacionar ideias de forma significativa, aproximando-os do processo de construção de conhecimentos da própria ciência.

Os autores tomam como referência o modelo de sequência, formuladas por Gil Perez (1992) para a resolução de problemas fazendo pequenas modificações. Tal sequência é iniciada pela análise qualitativa do problema, emissão de hipótese e estimativas, elaboração de estratégias de resolução, aplicação de estratégias de resolução, análise de resultados e elaboração de síntese explicativa do processo de resolução praticado e sinalizado em novas situações-problema.

A sequência proposta por Clement e Terrazzan (2011) não será explicada em detalhes visto que esse não é o objetivo, no entanto, é necessária a colocação de que a resolução de problemas adotada no trabalho é fundamentada no ensino problematizado de Majmutov, os passos de resolução de problemas propostos por Polya (1994) e a complementação realizada por Mendoza (2013) aos passos de Polya através da atividade de situação-problema – ASP.

As contribuições de Clement e Terrazzan serão consideradas no trabalho principalmente na distinção entre exercício e problema e no entendimento de um modelo de Resolução de Problemas baseado numa perspectiva investigativa, procurando favorecer uma dinâmica de sala de aula em que aspectos da investigação científica estejam presentes.

1.3 Atividade de situação-problema em ambientes virtuais

A utilização da informática na educação tem ganhado mais papel ativo como ferramenta educacional, capaz de criar condições para que o docente possa usar essa ferramenta tecnológica no contexto cotidiano do aluno (SILVA, 2014) e nesse sentido as possibilidades são várias, indo além da simples aquisição de dados como destaca Liguori (1997) na utilização do computador como recurso didático nas modalidades de tutoriais, de exercício ou prática, demonstração, simulações e jogos, tais divisões são arbitrárias uma vez que seus limites são nítidos.

A utilização proposta estaria mais atrelada ao uso de simulações e demonstrações. As simulações permitiriam reproduzir na tela do computador o

comportamento de um dado sistema, a partir do modelo teórico que o descreve; as demonstrações permitiria ao aluno visualizar na tela do computador o que ocorre quando se alteram variáveis num determinado processo, permitindo que se possam realizar diferentes observações, em pouco tempo.

Porém é preciso considerar que simulações computacionais não podem e nem devem substituir atividades experimentais concretas, a modelagem computacional possui o papel importante de sanar parte da deficiência que os alunos possuem em Física, melhorando na construção do processo de ensino e aprendizagem, pode-se verificar essa afirmação em (VEIT; ARAUJO, 2005, p. 5).

A modelagem computacional aplicada a problemas de Física transfere para os computadores a tarefa de realizar os cálculos – numéricos e/ou algébricos – deixando o físico ou o estudante de Física com maior tempo para pensar nas hipóteses assumidas, na interpretação das soluções, no contexto de validade dos modelos e nas possíveis generalizações/expansões do modelo que possam ser realizadas.

As simulações computacionais são úteis diante da falta de recursos de experiência original sendo impossível de ser reproduzida pelos discentes, experimentos perigosos ou com arranjos experimentais dispendiosos muito caros, assim como outros fenômenos muito lentos ou extremamente rápidos podem ser incluídos, dentro da classe de eventos a serem utilizados nas simulações computacionais no ensino da Física (SNIR *et al*, 1988, *apud* MEDEIROS; MEDEIROS, 2002).

Através da simulação o aprendiz tem a oportunidade de criar hipóteses, aplicá-las, analisá-las e por fim interpretar resultados obtidos a fim de desenvolver maior participação em sua aprendizagem dos conteúdos. Valente, afirma que:

Esta modalidade de uso do computador na educação é muito útil para trabalho em grupo, principalmente os programas que envolvem decisões. Os diferentes grupos podem testar diferentes hipóteses, e assim, ter um contato mais "real" com os conceitos envolvidos no problema em estudo. Portanto, os potenciais educacionais desta modalidade de uso do computador são muito mais ambiciosos do que os dos programas tutoriais. Nos casos onde o programa permite um maior grau de intervenção do aluno no processo sendo simulado (por exemplo, definindo as leis de movimento dos objetos da

simulação) o computador passa a ser usado mais como ferramenta do que como máquina de ensinar (VALENTE, 1995, p. 11).

A função do professor é empregar a simulação como complemento de suas aulas, planejando a atividade antecipadamente desta forma, criar oportunidades de aprendizagem, antes ou após a realização de sua metodologia educacional, já que segundo Valente:

Se estas complementações não forem realizadas não existe garantia de que o aprendizado ocorra e de que o conhecimento possa ser aplicado à vida real. Além disto, pode levar o aprendiz a formar uma visão distorcida a respeito do mundo; por exemplo, ser levado a pensar que o mundo real pode ser simplificado e controlado da mesma maneira que nos programas de simulação. Portanto, é necessário criar condições para o aprendiz fazer a transição entre a simulação e o fenômeno no mundo real. Esta transição não ocorre automaticamente e, portanto, deve ser trabalhada (VALENTE, 1995, p.12).

Com o processo de aprendizagem mais efetivo com o auxílio das animações, o docente poderá elaborar atividades de forma que, para responder os questionamentos, situações-problema, os alunos tenham que interagir com as simulações computacionais, aproveitando as principais vantagens de sua utilização, como a animação e a interação.

Para Xavier e Montse (2003) a animação permite simular um fenômeno físico, facilitando a mentalização do fenômeno e juntamente com a interação o estudante pode controlar um sistema físico ao seu gosto, seja lá qual for o referencial.

Um outro aspecto importante no uso dessas simulações é o fato do aluno poder atuar de forma independente na busca do entendimento da situação mostrada, fazendo ele mesmo perguntas e procurando as respostas sobre uma dada situação Física, num processo de autorreflexão, diferentemente de uma atividade automática ou meramente reprodutiva de situação semelhante já vista, como são muitas das atividades usualmente propostas aos estudantes (MIRANDA; BECHARA, 2004, p. 2).

Desta forma, como cita Miranda e Bechara (2004), pode-se fazer uso de simulações não somente para resolver problemas, mas também como atividade de

iniciação científica. Assim o professor pode sugerir atividades onde alunos identificam o problema, as variáveis e elaboram hipóteses para a solução do problema, tendo ainda a possibilidade de ter várias maneiras a solucionar o problema. Em seguida a coleta dos dados, é confrontada com as hipóteses iniciais, para comprovar sua veracidade. No caso das hipóteses não serem comprovadas, é necessário redefinir a solução do problema. Como citado por Gil, citado por Xavier, Xavier e Montse (2003), o discente toma a postura de pesquisador, agente em seu aprendizado.

Quanto à escolha do conteúdo a ser ministrado por meio de simulações computacionais passa pela assimilação de pontos específicos que apresentam alto nível de dificuldade e inquietação por parte do aluno e que são de difícil explicação por meio das ferramentas tradicionais de ensino, tais como o quadro negro, lápis e papel.

Este processo de identificação dos conceitos a serem abordados é de extrema importância, possibilitando que sejam construídos aplicativos visualmente atrativos, como citado anteriormente.

É indispensável destacar qual o diferencial que o uso de recursos de aplicativos interativos pode trazer ao conceito. A meta é tirar maior proveito possível do potencial do hardware utilizado na elaboração do aplicativo. A interface do aplicativo introduz dúvidas, questionamento, no aprendizado e, portanto, é justificada quando seu uso traz maior acesso ao estudo em questão ou o uso de novas estratégias (Bodemer, 2004).

Definidas algumas características da utilização do computador como ferramenta de demonstração e /ou simulação, a proposta de trabalho preconiza o destacado por Miranda e Bechara (2004) na resolução de problema, as atividades situações-problema em ambientes virtuais não serão realizadas após sequências de aulas para que se feche o conteúdo estudado, mas os conceitos serão construídos mediante o manuseio do software de simulação.

CAPÍTULO II - O ENSINO DA ÓPTICA GEOMÉTRICA

Dentro da perspectiva da formação de conceitos e procedimentos, as contribuições de Talízina trazem elementos fundamentais para a discussão destacando-se as propriedades essenciais do conceito; as definições provisórias (se o conceito é complexo) e formais; e etapas de assimilação.

A formação de conceito destacada por Talízina é uma continuação das contribuições definidos por Vygotsky com alguma divergência. A autora destaca o autor na formação de conceitos iniciada com a conscientização das características essenciais do conceito num caminho “de cima para baixo” em que as definições encaminhavam ao objeto real, ou seja, das generalizações para situações específicas, possibilitando a operação posterior com o conceito de maneira voluntária e consciente.

A divergência era que enquanto para Vygotsky o conhecimento das características essenciais asseguraria a utilização consciente na orientação da realidade correspondente, garantindo assim um caminho de assimilação de conceitos científicos novos, para Talízina não basta a consideração das propriedades essenciais para que o conceito seja formado, mas também a atividade do sujeito com o mundo dos objetos é um elemento decisivo.

As ações bases na formação do conceito segundo Talízina (1985) são a ação de inclusão, dedução e eleição. A ação de inclusão se subdivide em lógica geral que é a estrutura geral de reconhecimento, determinadas pelas características do conceito e lógica específica que estabelecem nos objetos as características necessárias ou suficientes para que se inclua ou não o objeto em dado conceito. Na dedução já se sabe que o objeto pertence ao conceito dado o que se espera é o estabelecimento das propriedades que o objeto deve ter para que se diga as que são consequência do pertencimento a determinada classe. E finalmente a eleição que consiste em reconhecer o objeto como objeto da classe apoiando-se em vários conjuntos de propriedades.

Para que o conceito novo seja assimilado, algumas condições devem ser asseguradas como uma ação adequada ao objetivo planejado, o conhecimento da composição estrutural e funcional da ação destacada, representação de todos os elementos da ação na sua forma material (materializada), formação por etapas das

ações destacadas e controle por operações das assimilações de novas formas de ações.

As definições de um dado conceito podem ser caracterizadas como provisórias e formais. E as etapas da assimilação de conceito seriam onde tais definições provisórias se transformariam em definições formais. As etapas da assimilação são iniciadas com o Objetivo de Ensino, nível de partida, processo de assimilação, retroalimentação e correção.

2.1 Óptica Geométrica no Ensino Física

Nesta seção serão destacados os conteúdos de Óptica Geométrica em etapas como ensino fundamental, ensino médio e na educação superior. Para a discussão dos conceitos de Óptica Geométrica da Educação Básica a Educação Superior é referenciada nos PCNs do Ensino Fundamental e Médio, bem como a bibliografia referente a abordagem do conceito de Óptica em cada uma das etapas.

2.1.1 Conceitos de Óptica Geométrica no Ensino Fundamental

No Ensino Fundamental, os PCNs de Ciências do terceiro e quarto ciclo, especificamente o quarto ciclo (8º e 9º ano) trazem algumas discussões sobre Óptica Geométrica, atreladas ao Eixo Temático “Terra e Universo” referindo ao fenômeno de eclipse, ao aprofundamento da ideia de luz, projeção de sombras, intensidade luminosa, visão, absorção e reflexão da luz.

Na maioria da bibliografia de 9º ano, os conceitos Óptica Geométrica estão associados a Óptica Ondulatória. Como exemplo tem-se o livro Ciências – Matéria e energia, 2012, do autor Gewandsznajder que traz uma discussão de conceitos como ondas eletromagnéticas, propriedades da luz e decomposição da luz branca. No conteúdo de óptica geométrica destacam-se o estudo de espelhos e lentes e para isso o conceito de reflexão e refração são destacados conforme abaixo.

Gewandsznajder (2012) introduz o conceito de reflexão fazendo alusão a uma bola de borracha sendo lançada contra o chão no plano horizontalmente, ela volta na mesma direção, quando lançado obliquamente ela será refletida aproximadamente com o mesmo ângulo como se observa na figura 01.

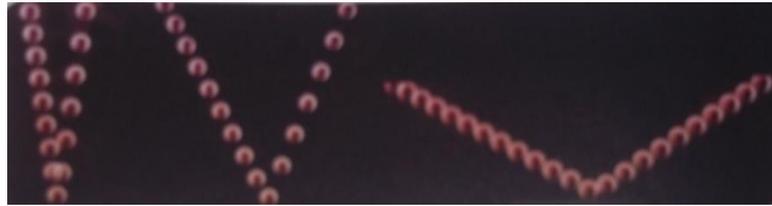


FIGURA 01 - Reflexão de bola atirada em vários ângulos.

Fonte Gewandsznajder, 2012

Segundo o autor algo semelhante ocorre quando um raio de luz incide sobre uma superfície plana como um espelho, ele é refletido com o mesmo ângulo que incidiu, essa é a lei da reflexão, em que o ângulo de raio incidente com a reta normal e o ângulo do raio refletido com essa mesma reta são iguais, e os raios refletidos e a reta normal estão situados no mesmo plano, figura 02.

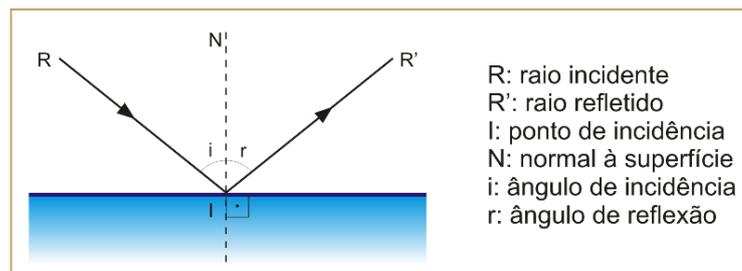


FIGURA 02 - raio incidente, normal e raio refletido, ambos os raios com mesmo ângulo em relação a normal Fonte: Fundamentos da Física

Após destacar o fenômeno de reflexão, a formação de imagem em espelhos planos e esféricos, é objeto de discussão. A formação de imagem em espelhos planos é vista no ponto de prolongamento dos raios refletidos, a imagem virtual, figura 03.

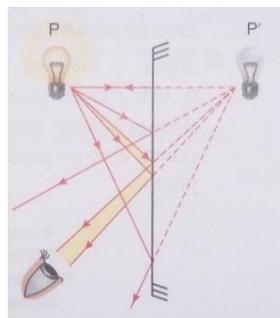


FIGURA 03 - formação de imagens em espelhos planos

Fonte: Bonjorno, 2013

A formação da imagem em espelhos esféricos (côncavos e convexos) é discutida na sequência em se relacionando ao cotidiano. Os espelhos côncavos

destacam-se por sua capacidade de ampliação de objetos próximos e são usados por dentistas e espelhos de maquiagem, por exemplo. Os espelhos convexos fornecem um campo visual maior que os espelhos planos e são utilizados em retrovisores externo de veículos, estacionamentos, lojas e locais que necessitem de um ângulo de visão maior. O diagrama de formação da imagem em espelhos esféricos é discutido em uma seção chamada “*para saber mais*” onde são evidenciados os raios especiais.

Quanto à formação das imagens em lentes, Gewandsznajder (2012) introduz primeiramente o conceito de refração e para isso faz alusão a uma das rodas de um carrinho que ao atingir uma superfície como a de um tapete diminui sua velocidade antes que a outra, tendo como resultado a mudança de direção do carrinho, figura 04. Com a luz ocorre algo semelhante, quando o raio de luz passa do ar para a água ou do ar para um vidro ou outro meio transparente, por exemplo, ele diminui de velocidade. Se a luz incidir perpendicularmente sobre a superfície de separação dos meios, há apenas mudança de velocidade, mas caso incida obliquamente, também muda de direção, como mostra a figura 04. A mudança de velocidade quando a luz passa de um meio para outro é chamada de refração.

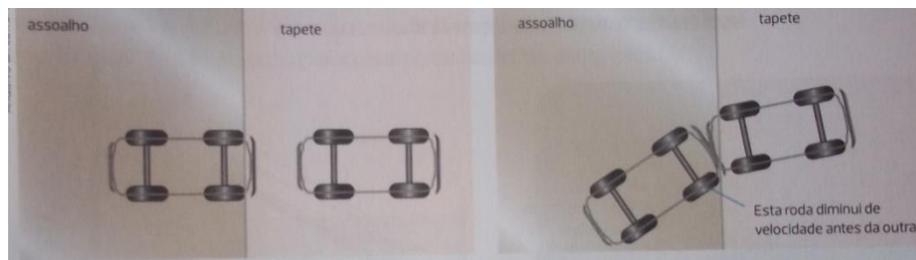


FIGURA 04 - analogia ao fenômeno de refração, carrinho em superfícies diferentes

Fonte: Gewandsznajder, 2012

Após a descrição do conceito de refração a discussão dos conceitos de lentes convergentes e divergentes é iniciada. As lentes convergentes são descritas como sendo aquelas em que os raios convergem para um ponto depois de a atravessarem, nas chamadas lentes divergentes os raios que incidem paralelos se afastam, os dois fenômenos são observados nas figuras 05. Nesse conceito também são definidas na seção “*para saber mais*” o conceito de formação de imagem em lente (diagrama) através de raios particulares.

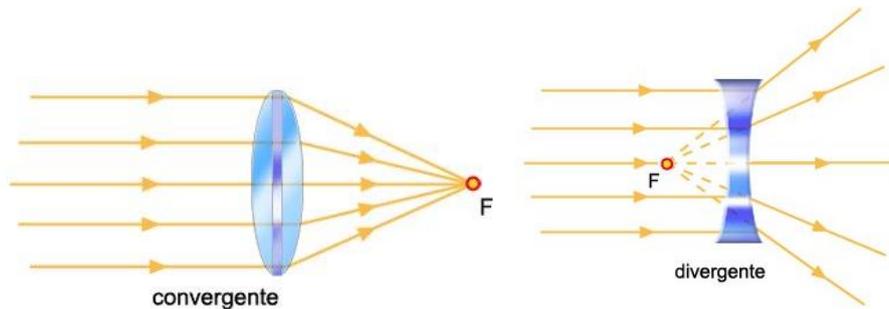


FIGURA 05- raios que incidem paralelos convergirem para um ponto (lentes convergentes) ou divergirem afastando-se do centro (lentes divergentes)

Fonte: Infoescola

A bibliografia do 9º ano encerra o assunto de Óptica Geométrica trazendo a discussão de alguns conceitos referentes a instrumentos ópticos como máquina fotográfica, microscópio, lunetas e telescópios.

Nessa etapa da escolarização os conceitos ópticos são discutidos em sua estreita ligação com o cotidiano e nesse sentido alguns conceitos empíricos obtidos nas vivências dos estudantes podem ser confrontados com o conhecimento científico referente, isso dependendo de como tais conceitos são formados. Tal característica das bibliografias dessa etapa pode ser destacada em Nunes (2006, p.93) “Em relação aos textos didáticos de apoio para o professor, no Ensino Fundamental, alguns autores de LD’s, desse nível, buscam dar ao conteúdo de óptica, um aspecto mais familiar, significativo e contextualizado”.

Aqui foram elencados os principais conceitos de Óptica na obra de Ciências – matéria e energia de Gewandsznajder, 9º ano, mas as obras de ciência da série que abordam a temática são muitas trazendo os pontos já abordados, elementos novos ou nível de aprofundamento maior dos conceitos. Nesse sentido a obra Física e Química - Ciências de Barros e Paulino, bibliografia bastante adotada nas escolas que em 2013 lançou sua 5ª edição abordando dentre outras temáticas os conceitos de Óptica.

O livro de Física e Química de Barros e Paulino, elenca os conteúdos de Óptica em dois capítulos (as ondas de luz e instrumentos ópticos), enquanto a obra Ciências-matéria e energia de Gewandsznajder traga dois capítulos também (a natureza da luz e espelhos e lentes) diferenciando-se no aprofundamento da segunda. Ambas discutem o fenômeno a partir da concepção da luz como fenômeno ondulatório de uma maneira bem superficial, também discutem fenômenos de refração e reflexão,

formação de imagem em espelhos e lentes, enquanto em química e física os fenômenos de reflexão, refração e absorção são trazidos associados ao comportamento da luz como onda, com uma retomada de reflexão feita antes do estudo de espelhos, na obra de Gewandsznajder tais fenômenos são abordados antes de espelho o caso do fenômeno de reflexão e refração antes do estudo de lentes.

Quanto a espelhos e lentes, a obra de Barros e Paulino faz um apanhado geral destacando-os como instrumentos ópticos trazendo também o estudo do olho humano, binóculo, óculos dentre outros e já em Ciências-matéria e energia os conceitos de lentes, espelhos e instrumentos ópticos têm um tópico específico cada, com maior detalhamento de cada fenômeno, muitas imagens e discussões.

E interessante que as duas obras estão corretas no que se propõem, mas cabe ao professor a escolha de qual atende os objetivos propostos em sala de aula, e que embora a escola adote determinada bibliografia, o planejamento deve possibilitar tal abertura de maneira que a obra seja um meio de alcance da aprendizagem e não um fim em si mesma.

2.1.2 Conceitos de Óptica Geométrica no Ensino Médio

No Ensino Médio os PCNs + são um dos documentos oficiais que dão norte a matriz curricular de física e assim como nos PCNs do Ensino Fundamental, onde os conteúdos são divididos em Temas Estruturadores, o conteúdo de Óptica geométrica está associado ao tema “ Som, imagem e informação”. No tema são destacados conceitos como formação e detecção de imagens destacando dentre outros objetivos a identificação de objetos, sistemas e fenômenos que produzem imagens para reconhecer o papel da luz e as características dos fenômenos físicos envolvidos, associação das características de obtenção de imagens a propriedades físicas da luz, para explicar, reproduzir, variar ou controlar a qualidade das imagens produzidas, conhecer os diferentes instrumentos ou sistemas que servem para ver, melhorar e ampliar a visão: olhos, óculos, telescópios, microscópios etc., visando utilizá-los adequadamente.

A bibliografia da série destaca os conteúdos abordados no ensino fundamental na mesma sequência, mas agora o nível de aprofundamento dos conceitos é maior. A obra analisada é o livro *Física: terminologia, óptica e ondulatória*, de Bonjorno et al, editora FTD, publicação de 2013.

Os conceitos de Óptica na obra vão da noção do que é luz, raio de luz, meios de propagação, independência dos raios de luz, reversibilidade dos raios de luz, eclipse do sol e da lua e alguns fenômenos de óptica geométrica.

O conceito de reflexão é destacado agora em forma das duas leis:

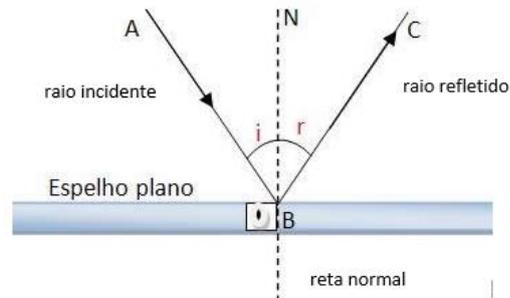


FIGURA 06– Fenômeno de reflexão
FONTE: Só Física

1º lei: o raio incidente (AB), a normal (N) e o raio refletido (BC) estão situados no mesmo plano (AB, N e BC são coplanares)

2º lei: o ângulo de reflexão r é igual ao ângulo de incidência i .

$$i = r$$

A formação de imagem em espelhos planos é acrescido do conceito de que a imagem é formada pela interseção dos prolongamentos dos raios refletidos determinando P' (imagem), que é simétrica a P (objeto), figura 03 demonstrada anteriormente em que é possível determinar a localização da imagem pela interseção dos prolongamentos dos raios refletidos, onde a imagem é simétrica ao objeto.

A discussão dos conceitos de formação de imagem em espelhos esféricos côncavos e convexos nessa etapa acrescentam os elementos geométricos dos espelhos esféricos, a construção geométrica das imagens e o estudo analítico da formação das imagens.

Os principais elementos geométricos dos espelhos esféricos como, C (centro de curvatura que é o centro de curvatura que deu origem a calota), R (raio de curvatura é o raio da esfera), Eixo principal (reta que passa por C e por V) e α ângulo de abertura do espelho.

Dentre outros princípios, as condições de Gauss para que se tenha nitidez na formação das imagens em espelhos esféricos, o foco principal em um espelho esférico e raios luminosos particulares, serão destacados resumidamente a seguir.

Para que se tenha nitidez na formação de imagem em espelhos esféricos, o ângulo de abertura deve ser menor ou igual a 10° e os raios de luz incidentes devem ser próximos e poucos inclinados em relação ao eixo principal.

O foco principal pode ser classificado em real e virtual. Foco real nos espelhos côncavos onde todos os raios convergem no ponto F situado no eixo principal, situado na frente do espelho e virtual nos espelhos convexos onde os prolongamentos dos raios refletidos coincidem num ponto F situado no eixo principal, situado atrás do espelho.

Os raios luminosos refletidos são vários, mas para efeito de estudo são destacados três particulares. A figura 07 demonstra o raio que incide paralelamente ao eixo principal e é refletido passando pelo foco (F), e o inverso ocorre; raio que incide sobre o centro de curvatura (C) reflete-se sobre si mesmo (Figura 08); e finalmente a figura 09 com raio que incide sobre o vértice (V) é refletido simetricamente em relação ao eixo principal. O ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão.

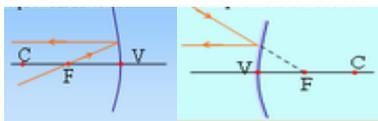


FIGURA 07 - raio que incide paralelo ao eixo central

Fonte: Portal do Professor

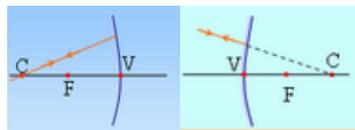


FIGURA 08 - raio que incide sobre o centro de curvatura

Fonte: Portal do Professor

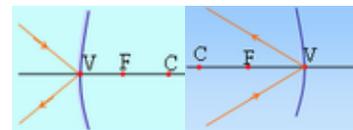


FIGURA 09- raio que incide sobre o vértice

Fonte: Portal do Professor

A construção das imagens em espelhos esféricos pode ser determinada por dois dos raios particulares apresentados, de maneira que quando o objeto e a imagem estão no mesmo semiplano (acima ou abaixo) do eixo principal diz-se que é invertida em relação ao objeto, o contrário, diz-se que é invertida em relação ao objeto (imagem produzida na frente do espelho pela intersecção dos raios refletidos), formando a chamada imagem real.

Quanto ao tamanho de um objeto o e de sua respectiva imagem i é medido perpendicularmente ao eixo principal do espelho e a imagem formada pode ser maior, menor ou igual ao tamanho do objeto.

Nos espelhos côncavos a formação das imagens ocorre em cinco casos diferentes:

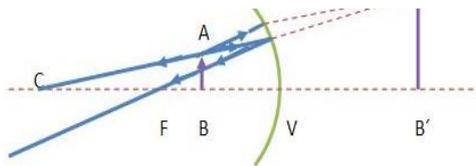
Objeto antes do centro óptico-imagem real, invertida e menor que o objeto

Objeto no centro óptico-imagem real, invertida e de mesmo tamanho

Objeto C e F – imagem real, invertida maior

Objeto no foco - imagem imprópria

Objeto entre F e V - imagem virtual, direita maior



Já no espelho convexo a imagem sempre será virtual, direita, menor que o objeto e localizada entre o **V** e **F**, figura 10.

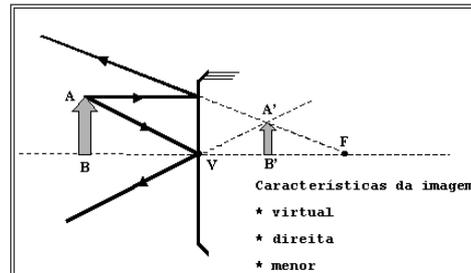


FIGURA 10 - Diagrama de formação de imagem em espelho convexo

Fonte: site algo sobre

Na investigação da formação das imagens nos espelhos esféricos é utilizado o referencial de Gauss:

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

Indicando por p e p', respectivamente, as abscissas do objeto e da imagem, conclui-se que seus valores são positivos quando a natureza é real, e negativo quando a natureza é virtual, conforme o esquema abaixo:

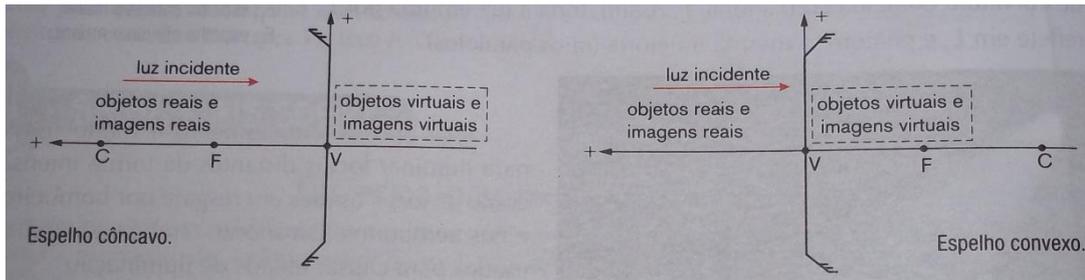


FIGURA 11 - valores da imagem (positivos e negativos) e natureza da imagem em espelhos esféricos

Fonte: Bonjorno, 2013

Indicando-se por o e i , respectivamente, as ordenadas do objeto e da imagem, percebe-se que seus valores são positivos quando estão acima do eixo principal e negativos quando estão abaixo do eixo principal.

<ul style="list-style-type: none"> Objeto $p > 0 \Rightarrow \text{real}$ $p < 0 \Rightarrow \text{virtual}$		<ul style="list-style-type: none"> imagem $p' > 0 \Rightarrow \text{real}$ $p' < 0 \Rightarrow \text{virtual}$	
maior $\Rightarrow i > o $	menor $\Rightarrow i < o $	igual $\Rightarrow i = o $	
<ul style="list-style-type: none"> espelho $\text{côncavo} \Rightarrow f > 0$ $\text{convexo} \Rightarrow f < 0$			

Outra definição no estudo analítico da formação de imagem em espelhos esférico é o **aumento linear transversal** A que é a razão entre a ordenada da imagem (i) e do objeto (o).

$$A = \frac{i}{o} = -\frac{p}{p'}$$

O estudo da refração é o próximo conceito da sequência didática adotada pela bibliografia analisada e nesse sentido o fenômeno é entendido como mudanças de velocidade da luz ao passar de um meio para outro (água-ar, ar-água, vidro-ar, ar-vidro).

Na figura (12) o esquema representa uma situação possível na refração da luz ao passar do meio A para o meio B através da superfície S. A menos que o raio incidente seja perpendicular à superfície S, a luz muda a direção de sua propagação,

desvio esse ocasionado pela mudança de velocidade da luz em cada um dos meios. A variação de velocidade em função dos meios é o índice de refração (n).

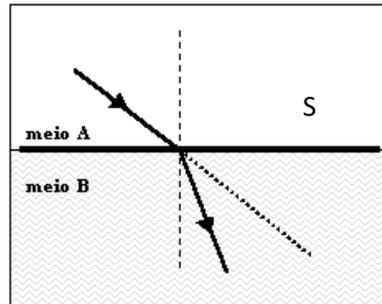


FIGURA 12 - refração

Fonte: Algo sobre

O índice de refração absoluto é onde se podem estabelecer índices de refração para os mais diferentes materiais por meio da comparação da luz no vácuo com a velocidade da luz no meio considerado, ou seja, o índice de refração indica quantas vezes a velocidade da luz no vácuo é maior que a velocidade da luz no meio considerado. O índice de refração é dado por:

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

Onde:

n é o índice de refração absoluto

c velocidade de propagação da luz

v velocidade da luz no meio considerado

O fenômeno de refração é regido por duas leis:

1ª Lei: o raio incidente, o raio refratado e a reta normal são coplanares (estão no mesmo plano)

2ª Lei: lei de Snell-Descartes: para cada luz monocromática e para cada par de meios existe uma razão constante entre o seno do ângulo de incidência e o seno do ângulo de refração: o seno do ângulo de incidência está para o índice de refração do meio no qual ocorre a refração assim como o seno do ângulo de refração está para o índice de refração do meio no qual ocorre a incidência da luz, ou seja:

$$\frac{\text{sen } i}{\text{sen } r} = n_{B,A} = \frac{n_B}{n_A} \text{ ou } n_A \cdot \text{sen } i = n_B \cdot \text{sen } r$$

Com base na lei de Snell-Descartes, temos algumas conclusões importantes. Considere que a luz se propaga do meio A para o meio B, sendo:

$$n_A < n_B : n_A \cdot \text{sen } i = n_B \cdot \text{sen } r \Rightarrow \text{sen } i > \text{sen } r \Rightarrow i > r$$

1ª conclusão: ao passar de um meio menos refrigente para outro mais refrigente, o raio de luz se aproxima da normal.

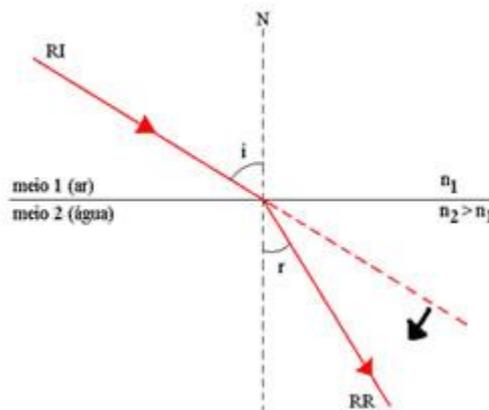


FIGURA 13 - refração de um meio menos refrigente para um mais refrigente

Fonte: Algo sobre

Agora considerando que a luz se propague de outro meio A para outro meio B, sendo

$$n_A > n_B : n_A \cdot \text{sen } i = n_B \cdot \text{sen } r \Rightarrow \text{sen } i < \text{sen } r \Rightarrow i < r$$

Portanto, o ângulo de incidência é menor que o ângulo de refração.

2ª conclusão: ao passar de um meio mais refrigente para outro menos refrigente, o raio de luz se afasta da normal.

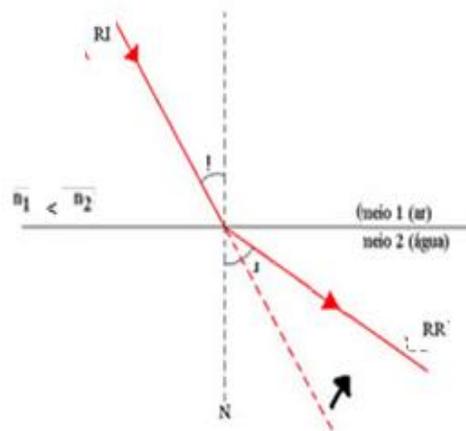


FIGURA 14 - refração de um meio mais refringente para um menos refringente

Fonte: Algo sobre

Definidos os conceitos de refração, alguns fenômenos como dióptro plano, estudo dos prismas e dispersão da luz são apresentados. O próximo conteúdo do 2º ano do Ensino Médio em Óptica geométrica é o estudo das lentes esféricas e a bibliografia destaca os principais elementos geométricos que a constituem.

- C_1 e C_2 são os centros de curvatura das faces.
- R_1 e R_2 são os raios de curvatura das faces das lentes.
- A reta que une C_1 a C_2 é o eixo principal.
- V_1 e V_2 são os vértices das faces.
- e é a espessura da lente (distância entre V_1 e V_2).
- O é o centro óptico das lentes.

As lentes podem ser classificadas de acordo com a espessura que podem ser delgadas (finas) ou espessas, e as faces podem ser côncavas, convexas ou planas, tal classificação não será tão importante quanto ao comportamento óptico das lentes classificadas em **convergentes** e **divergentes**.

Quando a lente faz convergir num ponto o feixe de luz paralelo incidente, ela é denominada **lente convergente** e quando o feixe de luz ao emergir da lente, ela é denominada **lente divergente** conforme a figura XX.

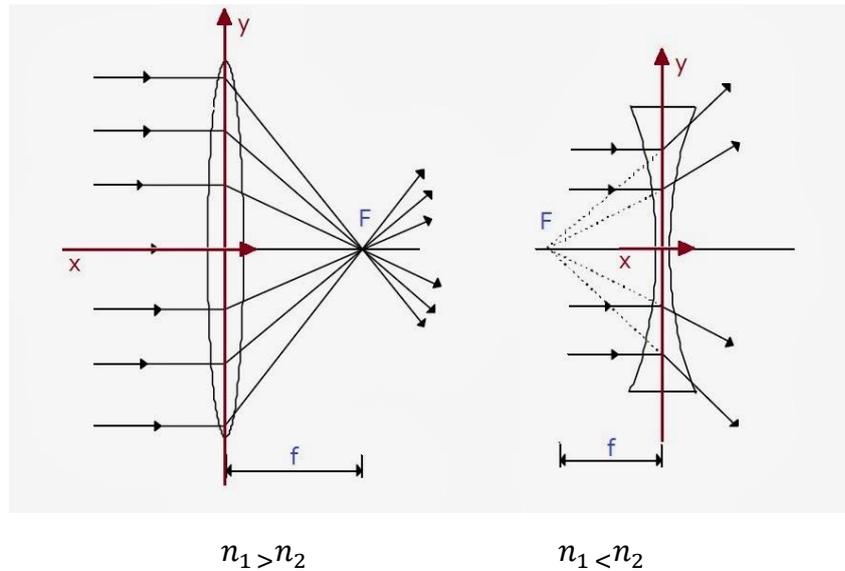


FIGURA 15 - Esquema com eixos auxiliares para determinação de sinais em lentes.

Fonte: blog do mestre

Semelhantemente ao que ocorre no estudo de espelhos esféricos, as lentes esféricas apresentam comportamento dos raios particulares que atravessa uma lente esférica delgada, a figura 16 demonstra.

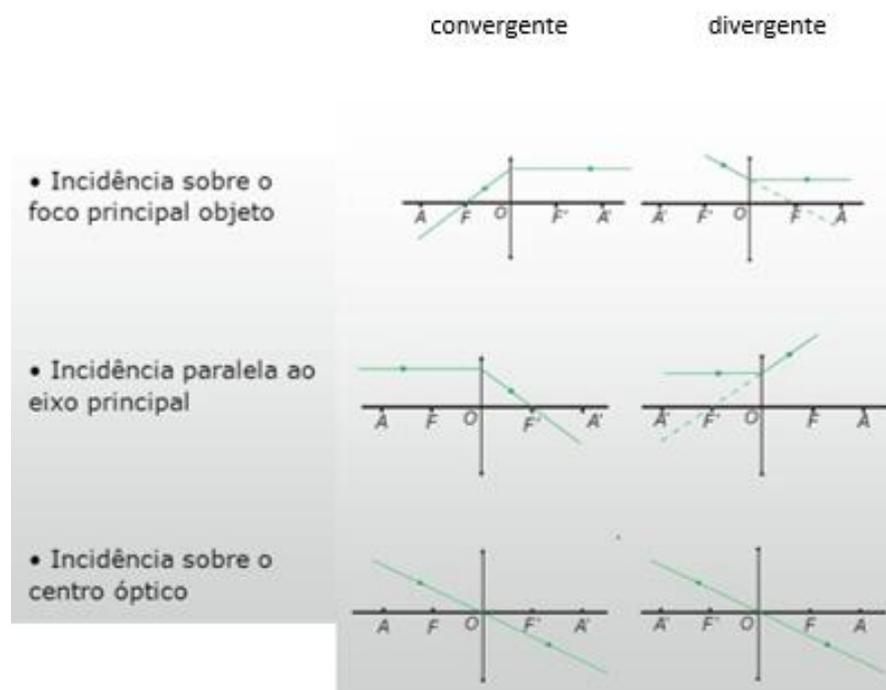


FIGURA 16 - raios particulares em lentes esféricas

Fonte: slideplayer.com.br/slide/364670/

A construção geométrica da imagem em lentes é baseada na utilização de dois raios particulares destacados anteriormente.

❖ Lentes convergentes

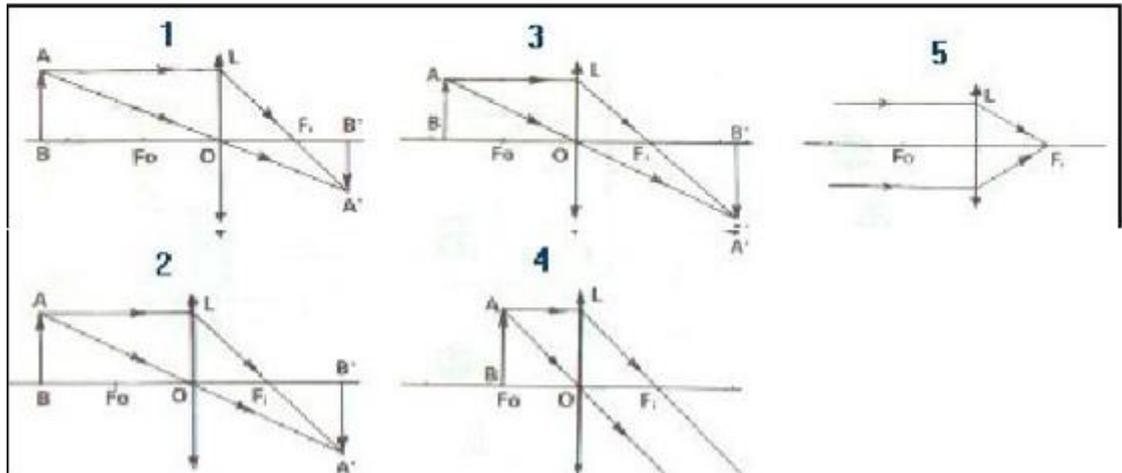


FIGURA 17– construções geométricas em lentes divergentes

Fonte: Cersá'r Home Page

- 1) Objeto além do ponto antiprincipal objeto.
- 2) Objeto entre o ponto antiprincipal do objeto.
- 3) Objeto entre o ponto antiprincipal objeto e o foco principal do objeto.
- 4) Objeto sobre o foco principal objeto.
- 5) Objeto entre o foco principal objeto e o centro óptico

As características da imagem conjugadas por uma lente convergente, depende da posição do objeto em relação à lente.

❖ Lentes divergentes

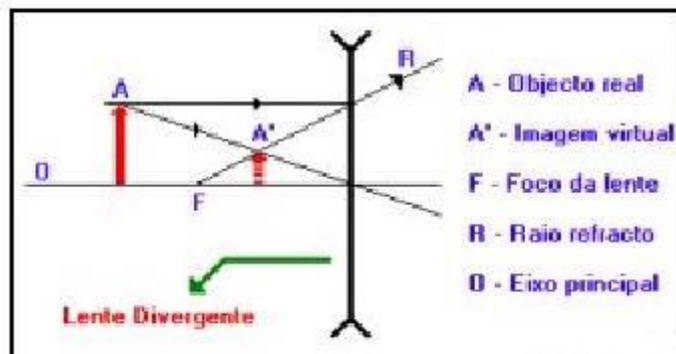


FIGURA 18 - construção geométrica em lente convergente

Fonte: Cersá'r Home Page

A imagem de um objeto real, fornecida numa lente divergente, independe da posição do objeto. Ela é sempre virtual, direita, menor que o objeto e situada entre F_i e O .

O estudo analítico das lentes esféricas estabelece equações que relacionam a posição, o tamanho e a natureza da imagem em relação ao objeto.

Convenção de sinais

O referencial de Gauss é constituído por um par de eixos perpendiculares entre si com origem no centro óptico da lente.

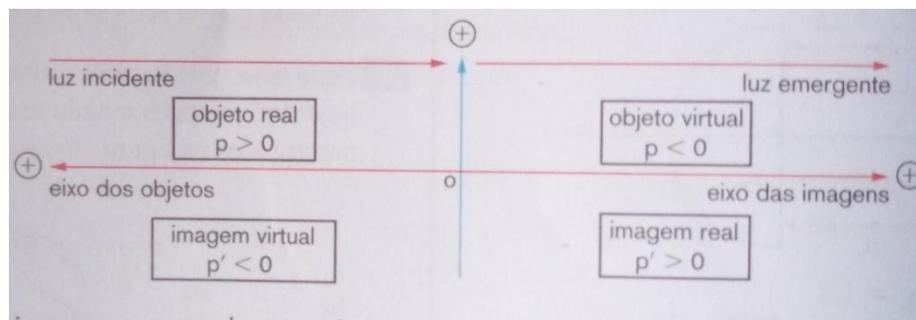


FIGURA 19 - convenção de sinais em lentes esféricas

Fonte: Bonjorno, 2013

O eixo das abscissas corresponde ao próprio eixo principal, e sua orientação é:

- O eixo dos objetos: contrário ao da luz incidente;
- O eixo das imagens: o mesmo que a luz emergente
- O eixo das ordenadas tem origem no centro óptico da lente, é perpendicular ao eixo principal e tem sentido de baixo para cima.

De acordo com essa convenção:

- lente convergente: $f > 0$;
- lente divergente: $f < 0$;
- i e o têm sinais contrários \Rightarrow imagem direita em relação ao objeto;
- objeto real : $p > 0$;
- imagem real: $p' > 0$;

- imagem virtual: $p' < 0$;

As imagens virtuais produzidas nas lentes pelas lentes ficam do mesmo lado que o objeto, e as imagens reais ficam do lado oposto.

Equações

As equações usadas para o estudo analítico das lentes são as mesmas utilizadas espelhos esféricos.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \quad (\text{equação de Gauss})$$

$$A = \frac{i}{o} = -\frac{p'}{p} \quad (\text{aumento linear transversal})$$

Observe que:

- $A > 0$: o e i têm mesmo sinal \Rightarrow imagem direita;
- $A < 0$: o e i têm sinais \Rightarrow imagem invertida.

De maneira semelhante ao realizado na abordagem das bibliografias que abordam o conteúdo de óptica no ensino fundamental aqui é realizada uma comparação na abordagem dada por outra bibliografia do Ensino Médio e nesse sentido a obra da Secretaria de Educação do Estado do Paraná na obra Livro de Física de vários autores, na sua edição 2, ano de 2009 traz uma abordagem diferente que aproxima-se do preconizado pelos PCNs + de Física através da divisão da disciplina em conteúdos estruturantes (movimentos, termodinâmica e eletromagnetismo) e associado ao conteúdo estruturante Eletromagnetismo - os conceitos de óptica destacam-se “a natureza da luz” e a “a dualidade onda e partícula”.

Sendo uma obra de vários autores a discussão da natureza da Luz e suas propriedades é realizada por Silva (2009) que traz um problema para em seguida ir trazendo os conceitos mediante o questionamento e as discussões. Uma contextualização histórica é realizada trazendo as primeiras percepções da luz feitas pelo homem para gradativamente ir aos cientistas que desenvolveram uma teoria consistente (Newton, Huygens, Young, Einstein) que explicasse os principais fenômenos Ópticos.

No decorrer da discussão e com o leitor munido de muitos conceitos a situação problema inicial é retomada e após a retomada alguns conceitos como reflexão,

refração, interferência, difração e outros são discutidos, isso depois de ampla contextualização dos conceitos.

2.1.3 Conceitos de Óptica Geométrica no Ensino Superior

Após análise dos conteúdos de Óptica Geométrica no ensino fundamental e médio destaca-se a abordagem dada ao conteúdo de Óptica Geométrica na Educação Superior que é destacada aqui é de um livro que é bibliografia em muitos cursos de graduação de Física a obra **Fundamentos da Física** de Halliday e Resnick, volume 4.

A discussão dos conteúdos de Óptica Geométrica na educação superior já foi quase que em sua totalidade discutida ao destacar o assunto na 2 série do Ensino Médio e nesse sentido serão trazidos alguns conceitos novos referentes a temática. No fenômeno de refração o autor traz uma discussão referente aos ângulos e sua relação com o tipo de comportamento óptico que a lente pode apresentar. A lei da refração onde o raio refratado está no plano de incidência e tem um ângulo de refração θ_2 que está relacionado ao ângulo de incidência θ_1 através da equação $\text{sen}\theta_2 n_2 = \text{sen}\theta_1 n_1$ (refração), onde n_1 e n_2 são constantes adimensionais denominadas índices de refração, que dependem do meio onde a luz está se propagando. A equação acima é conhecida como lei de Snell e demonstra que um índice de refração de um meio é igual a c/v e reescrevendo a equação da refração na forma.

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

para comparar o ângulo de refração θ_2 com ângulo de incidência θ_1 . De acordo com a equação anterior, o valor relativo de θ_2 depende de valores relativos de n_1 e n_2 . Onde se tem três resultados básicos, de maneira que os dois casos com $n_2 > n_1, \theta_2 < \theta_1$ e $n_2 < n_1, \theta_2 > \theta_1$ já foram destacados e aqui nesta parte algo novo é a situação, $n_2 = n_1, \theta_2 = \theta_1$.

Nesse caso a refração não desvia o raio luminoso, que continua a trajetória retilínea, como na figura 20.

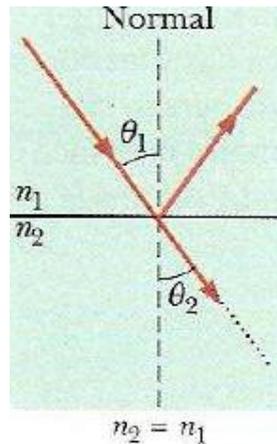


FIGURA 20 - a refração com $n_2=n_1, \theta_2=\theta_1$

Fonte: Halliday, 2009

O ângulo de refração *jamaiz* é suficiente grande para que o raio refratado se propague no mesmo meio que o raio incidente. Na abordagem do conteúdo dada do ensino médio traz as situações 2 e 3, a novidade aqui é a situação em que os meios são iguais.

Outro destaque referente à reflexão é a **reflexão interna total** que de acordo com a figura 21 em que vários raios de luz monocromática sendo emitidos por uma fonte pontual *S*, os ângulos de incidência maiores que θ_c como os dos raios *f* e *g*, não existe raio refratado e toda a luz é refletida.

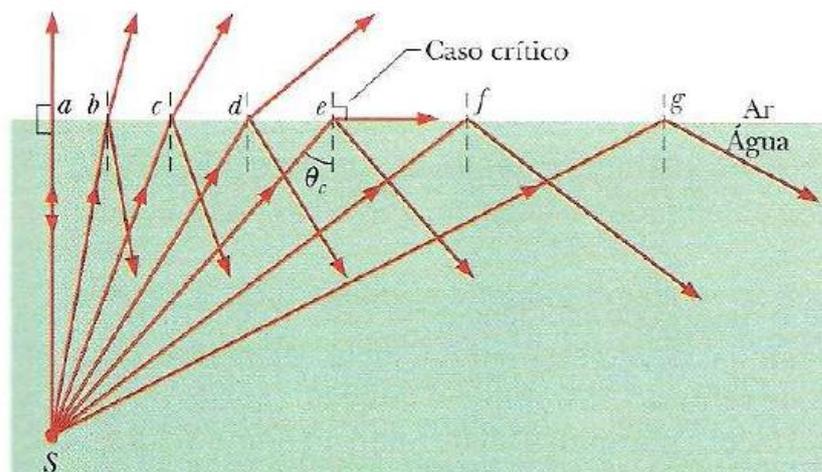


FIGURA 21 - reflexão interna total

Fonte: Halliday, 2009

Para determinar o valor de θ_c é utilizada a equação $n_1 \text{sen}\theta_c = n_2 \text{sen}90^\circ$ atribuindo arbitrariamente o índice 1 para o vidro e o índice 2 para o ar, reescrevendo a equação se tem a determinação do ângulo crítico com a equação $\theta_c = \text{sen}^{-1} n_1/n_2$

como o seno de um ângulo não pode ser maior que a unidade, n_2 não pode ser maior que n_1 nesta equação, significando que a reflexão interna total não pode ocorrer de um meio com um índice de refração maior que o meio onde se encontra inicialmente.

O estudo de espelhos (planos e esféricos) e lentes (convergentes e divergentes) para o ensino superior assim como no estudo de reflexão e refração apresenta muitos elementos comuns com a abordagem de nível médio.

A discussão referente à formação de imagem em espelhos e lentes no ensino superior feita pelo Halliday inicia-se com a discussão do conceito de imagem real e virtual que embora simples, é algo que não é tão comum nas séries anteriores. A imagem é entendida como a reprodução obtida a partir de raios luminosos podendo ser uma imagem virtual de raios luminosos refletidos pelo objeto, parece estar atrás dos espelhos, já que os raios chegam dessa direção, é claro, não existem objetos atrás dos espelhos, mas existido apenas no cérebro. A imagem real é aquela produzida em uma superfície, como um monitor ou em uma tela de cinema, e pode-se ver a imagem real, mas sua existência independe da existência de espectador.

A obra também destaca espelhos (planos e esféricos) e lentes (convergentes e divergentes). Os espelhos planos são descritos como uma superfície refletora de raios luminosos em direção definida em vez de absorvê-los e espalhá-los. A figura 22 mostra uma fonte luminosa pontual O (objeto), a uma distância P de um espelho plano.

A luz que incide no espelho está representada por alguns raios que partem de O . A reflexão dessa luz está representada por raios que partem do espelho. Quando prolongamos os raios refletidos no sentido inverso (para trás do espelho) constatamos que as extensões dos raios se interceptam em um ponto que está a uma distância I atrás do espelho.

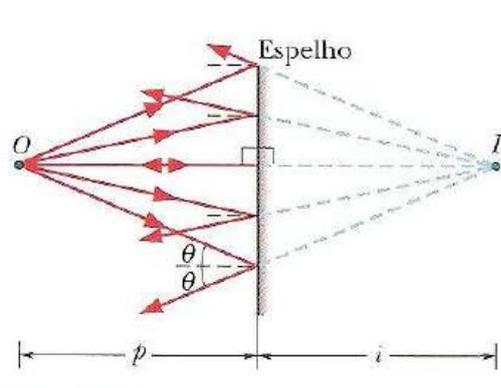


FIGURA 22 - reflexão em espelho plano

Fonte: Halliday, 2009

Ao olharmos para um espelho como o da figura acima nossos olhos recebem uma parte da luz refletida e têm-se a impressão de que se está olhando para um ponto luminoso - pontos de intersecção das extensões dos raios luminosos. Esse ponto é a imagem I do objeto O. Ele é chamado de imagem virtual por que nenhum raio passa realmente pelo local onde a imagem se encontra.

Na figura 23 mostra dois raios escolhidos entre muitos. Um é perpendicular ao espelho e é refletido no ponto b; outro chega com ângulo de incidência θ e é refletido no ponto a.

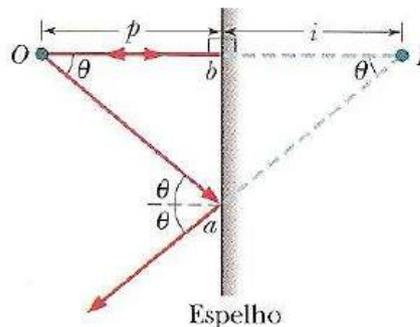


FIGURA 23- diagrama de formação de imagem em espelho plano

Fonte: Halliday, 2009

A figura mostra também os prolongamentos dos dois raios os triângulos aOba e Iba têm um lado comum e três ângulos iguais e são, portanto, congruentes (têm mesma forma e tamanho), de modo que lados horizontais têm o mesmo comprimento. Assim,

$$Ib = Ob$$

Onde Ib e Ob são as distâncias entre o espelho e a imagem e entre o espelho e o objeto respectivamente. Convencionou-se que as distâncias dos objetos (p) são sempre consideradas distâncias positivas e as distâncias das imagens são sempre consideradas positivas para imagem reais e negativas para imagens virtuais (como nesse caso) e assim a equação $Ib = Ob$ pode ser reescrita,

$$i = -p \text{ (espelhos planos)}$$

No caso de objetos maiores, cada parte do objeto comporta-se como uma fonte pontual O. Pode-se determinar a posição da imagem de um objeto maior traçando alguns dos raios que chegam à extremidade superior do objeto desenhando os raios refletidos correspondentes e prolongando-se esses raios refletidos para trás do espelho, até que se interceptem para formar a imagem na extremidade superior do objeto. Faz-se o mesmo com os raios que partem da extremidade inferior do objeto.

Como mostra a figura 24, observa-se que a imagem virtual I tem a mesma orientação e altura que o objeto O .

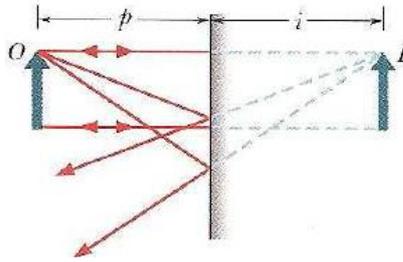


FIGURA 24 - objeto de dimensões macroscópicas O e sua imagem virtual I em um espelho plano

Fonte: Halliday, 2009

Discutidos alguns aspectos dos espelhos planos, os principais conceitos de destaque nos espelhos esféricos serão objeto de discussão. Um conceito novo referente a espelhos esféricos, um espelho plano pode ser considerado um espelho esférico com raio de curvatura infinito.

Começa-se a discussão referente a espelhos esféricos com o exemplo de um espelho plano, figura 24, voltado para a esquerda em direção de um objeto O e um observador que não aparece na figura.

Para que se tenha um espelho esférico do tipo côncavo encurvou-se para dentro a superfície do espelho, como na figura 25, modificando várias características do espelho e da imagem produzida de um objeto.

1. O centro de curvatura C (o centro da esfera a que pertence o espelho) estava a uma distância infinita no caso do espelho plano; agora está mais próxima, a frente do espelho.
2. O campo de visão (a extensão da cena vista pelo observador) diminui em relação ao espelho plano.
3. A distância da imagem aumenta em relação ao espelho plano.
4. O tamanho da imagem aumenta em relação ao espelho plano. É por isso que muitos espelhos de maquiagem são côncavos.

Para que se tenha um espelho esférico do tipo convexo encurvou-se para fora a superfície do espelho, como na figura 25, modificando várias características do espelho e da imagem produzida de um objeto.

1. O centro de curvatura s agora está atrás do espelho.
2. O campo de visão aumenta em relação ao espelho plano. Usada em lojas para observar o movimento dos fregueses.

3. A distância da imagem diminui em relação ao espelho plano.
4. O tamanho da imagem diminui em relação ao espelho plano.

Dois pontos focais são destacados: foco real para os espelhos côncavo e foco virtual para espelhos convexo, e a distância focal é dada pela equação $f = \frac{1}{2}r$ em que f o foco e r é o raio. Para manter a coerência com os sinais da distância focal o é considerado positivo no caso do espelho côncavo e negativo no caso de espelhos convexos.

A imagem produzida em espelhos esféricos é dada mediante o conhecimento do ponto focal é possível determinar a relação entre a distância da imagem i e a distância do objeto p para espelhos côncavos e convexos e tal formação de imagem foi objeto de discussão na página 47 do trabalho e as informações da obra analisada não trazem novos conceitos nessa parte.

Quando o objeto se encontra mais longe do espelho côncavo, as possibilidades de formação de imagens são possíveis e a figura 25, traz uma ilustração, nesse sentido com objeto entre o ponto focal e a superfície espelho, o objeto exatamente no ponto focal e o objeto mais longe do espelho côncavo que o ponto focal.

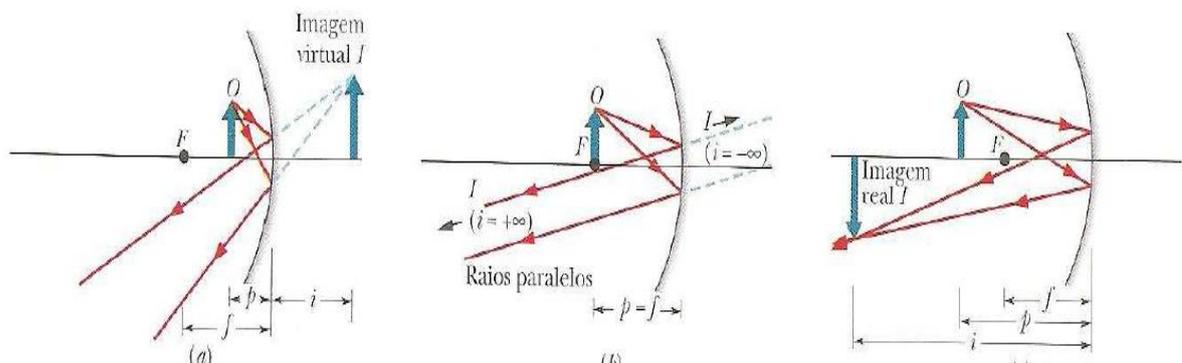


FIGURA 25 - posições do objeto no eixo e suas respectivas imagens

Fonte: Halliday, 2009

A equação de Gauss $1/p + 1/i = 1/f$ também é apresentada na determinação da distância focal f , distância imagem i e distância objeto p . Assim como nos espelhos planos as imagem produzidas por espelhos convexos são apenas virtuais.

A equação de ampliação lateral (o tamanho do objeto e da imagem é medido perpendicularmente ao eixo central) $m = -i/p$ elucidada como sendo a razão entre a altura da imagem h' e a altura do objeto h representada pela letra m .

$$m = \frac{h'}{h}$$

Os espelhos planos têm $i = -p$, temos que $m = +1$ que a imagem e o objeto são de mesmo tamanho, e o sinal positivo indicado à mesma orientação. Na determinação dos raios particulares destacam-se o já discutido nas páginas 38, 41 e 48 do trabalho e nesse sentido a discussão desses conceitos foi realizada.

Antes de descrever o comportamento das lentes delgadas um parêntese para a refração em interfaces esféricas de duas substâncias transparentes como ar e vidro com raio de curvatura r e centro de curvatura C com luz emitida por um objeto pontual O em um meio de índice de refração n_1 incidindo em uma interface com índice de refração n_2 .

O objeto de tal apontamento é a análise de comportamento do raio depois de refratados se forma imagem virtual e real e tal característica de divergir ou convergir depende dos valores relativos dos índices de refração n_1 e n_2 .

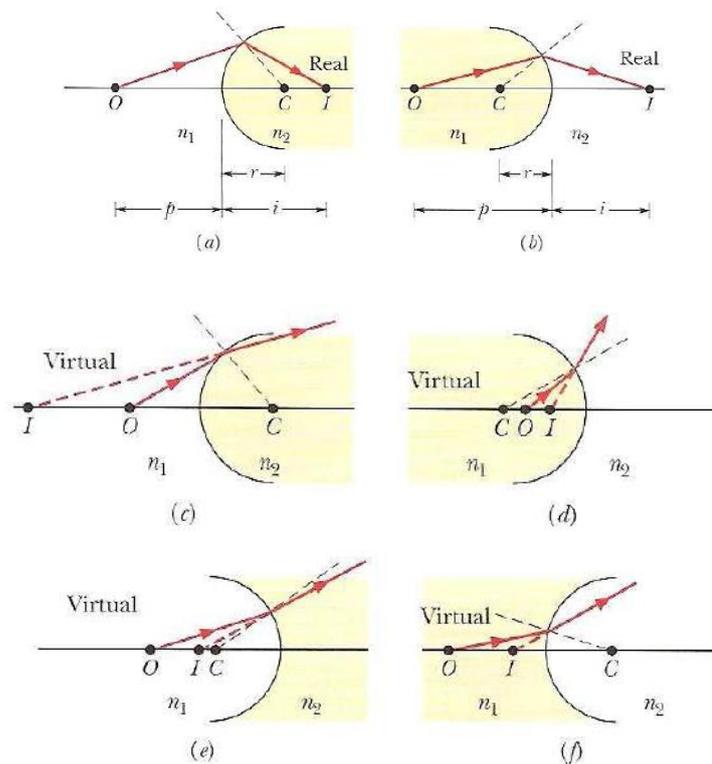


FIGURA 26 - refração de acordo com os índices de refração dos meios

Fonte: Halliday, 2009

As figuras mostradas anteriormente apresentam seis resultados possíveis. No ponto de refração de cada raio a normal a interface mostrada como uma linha tracejada, passando pelo centro de curvatura **C**.

Por conta da refração o raio se aproxima da normal quando penetra em um meio de maior índice de refração e distancia-se da normal ao passar para um meio com menor índice de refração. Se o raio intercepta o eixo central tem-se uma imagem real (**a** e **b**), não interceptando a imagem é virtual (**c** e **d**). Nas quatro figuras quando o objeto se encontra relativamente longe, a imagem é real e quando relativamente perto a imagem é virtual. Em **e** e **f** a imagem sempre será virtual independente da distância do objeto.

A obra discutida faz um destaque para uma diferença importante em relação à imagem formada por reflexão em espelhos esféricos. As imagens em espelhos esféricos são reais formando-se do mesmo lado em que se encontra o objeto e virtuais, quando formadas do lado oposto. Nas interfaces esféricas as imagens são virtuais quando formadas do mesmo lado do objeto e reais, quando formadas do lado oposto.

O estudo de lentes delgadas tem início com a definição como sendo corpos transparentes limitados por duas superfícies refratoras com um eixo comum. Quando a lente está imersa no ar, a luz é refratada ao penetrar na lente, atravessando-a e sendo refratada uma segunda vez e volta a propagar-se no ar. As duas refrações podem mudar a direção dos raios luminosos.

A princípio, os raios incidem paralelamente ao eixo central aproximando-se do eixo é chamada de **lente convergente**, já quando os raios que incidem paralelamente afastam-se do eixo central trata-se de uma **lente divergente**.

A equação $1/f = 1/p + 1/i$ para lentes delgadas que demonstram que para esses raios a relação entre a distâncias **i** da imagem e a distância **p** do objeto determinada pela equação de Gauss para espelhos esféricos.

Para uma lente delgada de índice de refração **n** imersa no ar, a distância focal **f** é dada por $1/f = (n - 1)(1/r_1 + 1/r_2)$ conhecida como equação do fabricante de lentes onde r_1 é a superfície da lente mais próxima do objeto e r_2 é o raio de curvatura da outra superfície. Os sinais podem ser determinados usando a equação $m = -i/p$ para os raios das superfícies refratoras esféricas. Se a lente está imersa em outro meio que não o ar (óleo, por exemplo) de índice de refração n_{meio} o parâmetro **n** da equação $1/f = (n - 1)(1/r_1 + 1/r_2)$ substituído por n/n_{meio} .

Outro destaque é que uma lente seja ela côncava ou convexa, o raio que incide paralelo ao eixo central é refratado duas vezes dependendo dos índices de refração dos meios considerados. A figura 27 caracteriza uma lente convexa e côncava, a lente

convexa que ao sofrer dupla refração faz com que os raios converjam para o ponto focal F_2 a uma distância F formando uma imagem virtual a lente côncava com raios incidindo paralelamente ao eixo central ao atravessar a lente sofrem dupla refração, fazendo com que os raios diverjam do eixo central ao serem refratados e o prolongamento dos raios converge para um ponto comum em F_2 , situados a uma distância f do centro da lente obtendo-se uma imagem real.

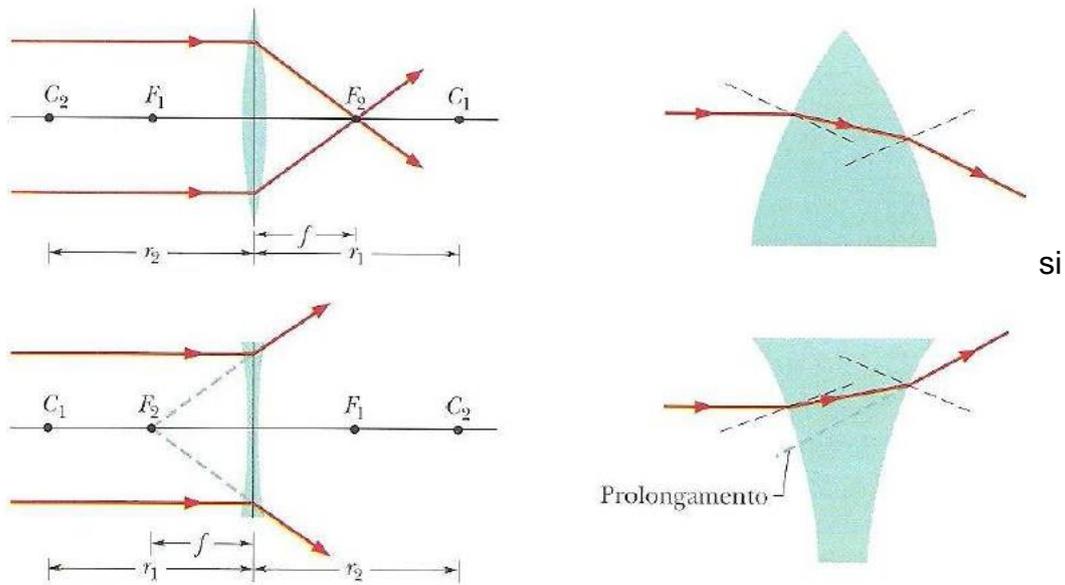


FIGURA 27- dupla refração sofrida pelos raios de luz

Fonte: Halliday, 2009

Na análise das imagens formadas têm-se as definições dos raios especiais, conceitos já mencionados quando na análise dos conteúdos do ensino médio.

No ensino Superior assim como no Ensino Fundamental e Médio outras bibliografias trazem uma abordagem diferenciada para os conceitos de Óptica e nesse sentido destaca-se aqui a obra *Física Conceitual* de Paul G Hewitt, 9ª edição com publicação 2008, aborda os conceitos de uma maneira similar ao livro de Física adotado pela Secretaria de Educação do Estado do Paraná. A obra dividida em 8 partes contempla na parte 6 os conceitos relacionados a luz, trazendo quase em sua totalidade todos os conceitos relacionados a teoria ondulatória e física da luz divergindo no que se refere a como tais conceitos são discutidos, relacionando sempre que possível a aspectos cotidianos, trazendo uma situação em que se possa testar o que foi destacado e acima de tudo a ausência quase total do emprego da matematização tão comum nas bibliografias, como próprio nome da obra Física

conceitual e é claro na ausência de fórmulas matemáticas a explicação dos conceitos é mais detalhada.

CAPÍTULO III - PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O capítulo de abordagem dos aspectos metodológicos da pesquisa, contextos e suas características serão objetos de discussão para a compreensão dos eventos, que por sua vez estão fundamentados em bases teóricas que sustentam os procedimentos da prática metodológica e das análises de dados.

O primeiro tópico refere-se ao contexto da realização da pesquisa, escolhido por conta da 2ª série do ensino médio, ser uma etapa em que os alunos estão até certo ponto amadurecidos para um trabalho nesse sentido, diferentemente da 1ª série que ainda se encontram em processo de adaptação ao Ensino Médio e ainda não têm uma preocupação tão grande com o vestibular como os alunos da 3ª série. A caracterização da Escola Estadual Presidente Tancredo Neves. O segundo tópico aborda os sujeitos da pesquisa.

A caracterização geral da pesquisa no âmbito da Atividade de Situações-Problema de Óptica Geométrica em Ambientes Virtuais (ASPOG-AVI), por meio de um sistema de ações criado para aplicar o conteúdo de Óptica Geométrica na 2ª série do Ensino Médio, e como base fundamentadora a Teoria de Formação por etapas das ações mentais e conceitos, aplicados em uma sala de aula para alunos da 2ª série do Ensino Médio na disciplina de Física, no conteúdo de Óptica Geométrica.

A elaboração terá como foco a realização da prática pedagógica pelo pesquisador que assumirá os trabalhos da turma, para explicar as implicações dos Sistemas de Ações da ASPOG-AVI sobre a aprendizagem dos alunos. Iniciando com a identificação do nível de partida atual de conhecimento dos alunos na resolução de problemas, e posteriormente estruturando a metodologia através de um sistema de quatro ações, com o objetivo de alcançar um nível superior de aprendizagem, a partir da fundamentação da teoria de Galperin.

Os demais tópicos são os procedimentos de análise do objeto a coleta de dados, finaliza com um breve comentário da validade da pesquisa.

3.1 Caracterização da pesquisa

A pesquisa é qualitativa na abordagem do problema, quanto aos objetivos de pesquisa explicativa e no que se refere aos procedimentos é uma pesquisa – ação.

Na investigação com enfoque qualitativo, de modo geral serão conceituados os termos teóricos como resultados assimilação dos conceitos de Óptica Geométrica, que auxiliariam a entender, contextos e eventos da pesquisa fundamentados nas etapas das ações mentais.

As características do Sistema de Ações por meio da ASPOG utilizada para resolver problemas são subsídios para a análise do desempenho da aprendizagem de Óptica Geométrica na dimensão das ações mentais, buscando a construção de um conjunto de conceitos, definições e proposições inter-relacionadas, que apresentam uma visão sistemática da direção de ensino, especificando a relação entre categorias, com o objetivo de explicar e questionar os fenômenos (SAMPIERE, 2006).

A teoria da aprendizagem é importante para a realização da pesquisa, mas às vezes tem servido apenas para a demarcação da área de problema de estudo (SAMPIERE, 2006). Mesmo com tal possibilidade, a pesquisa fundamenta-se na teoria de formação por etapas das ações mentais, para que se analise como ocorre a aprendizagem no estudo de Óptica Geométrica, mediante um sistema de ações, conduzidos por uma base orientadora da ação sistematizada na teoria.

Quanto aos procedimentos, se trata de uma pesquisa ação, pois busca uma melhoria da prática em vez da produção de conhecimentos. A produção de conhecimento se subordina a este objetivo e estão condicionados a ele (ELLIOT, 1993).

E nesse sentido, o trabalho com a resolução de problemas em ambientes virtuais, fundamentado na teoria das ações mentais e procedimentos, é uma forma de ação coletiva, autorreflexiva, empreendida pelos participantes da situação da sala de aula buscando a melhoria a aprendizagem (MOREIRA apud KEMMIS).

A pesquisa é explicativa quanto aos objetivos e de acordo com Gil (2008) e têm como preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos, aprofunda o conhecimento da realidade, porque explica a razão, o porquê das coisas.

3.2 Categorias de análises da aprendizagem

O nível de partida da pesquisa, é um diagnóstico, composto por 11 questões que abordam aspectos relacionados à resolução de problema como metodologia de ensino, conhecimentos de conceitos de Óptica Geométrica e a utilização do computador como ferramenta educativa.

A escolha da turma para a participação do grupo de pesquisa em questão foi viabilizada pela presença do laboratório de informática em pleno funcionamento na escola, incluindo o acesso à internet e a abertura que o professor responsável pela turma deu para que as aulas pudessem ser direcionadas pelo pesquisador.

É na disciplina de Física, onde é trabalhado o conteúdo de Óptica que é visto no ensino médio, a primeira vez como um conteúdo separado em bloco específico como já discutido no capítulo 2 do trabalho e nesse sentido, o aprofundamento é realizado nessa etapa da escolaridade, mas o que se percebe é que tal aprofundamento tem se limitado a leituras e mais leituras para que se assimile os conceitos, e a proposta apresenta a construção dos conceitos via resolução de problemas experimentais em ambientes virtuais.

Todas as informações obtidas mediante o diagnóstico servirão de alicerce para o planejamento da Base Orientadora da Ação (BOA), que ao final deste capítulo será dado um exemplo de uma possível sequência didática, testada na prática de estágio do mestrado profissional realizado pelo pesquisador. Todo o processo de ensino e aprendizagem será mediado pelo professor através da teoria geral de direção, que deixa claro todo processo de assimilação, composta pelo: objetivo de ensino, o estado de partida da atividade psíquica dos estudantes, o processo de assimilação, a retroalimentação e a correção. Esse processo será cíclico, transparente, onde a meta principal é transformar a atividade externa em atividade interna, segundo Talízina.

Os passos a serem dados na busca pela assimilação adequada do conhecimento são: a avaliação diagnóstica elaborando um plano de resolução de problemas (BOA) mediante resultados da avaliação diagnóstica, execução do plano de resolução de problema em execução com os seus devidos ajustes e por último a retroalimentação da resolução de problemas. Onde ocorrerão novos ajustes, tomadas decisões e redefinições de alguns conceitos ainda "mal interpretados".

Na construção do plano de aula, se atenderá obrigatoriamente aos objetivos propostos na pesquisa, que é: Será construído a partir daí um sistema de ações para

as ASPOG, onde deve passar por cinco etapas qualitativas que são: E⁰, Motivação; E¹, Formação da base orientadora da ação (BOA); E², formação da ação na forma material ou materializada; E³, formação da ação em verbal externa; E⁴, formação da ação em linguagem externa para si e E⁵, formação da ação em linguagem interna.

Em cada questão problema, proposta aos alunos, utilizar-se-á das seguintes ações: compreender, construir um modelo físico, solucionar e em seguida interpretar. No quadro 02 é apresentado um tema central e suas respectivas categorias, podendo é claro ocorrer novas categorias mediante a coleta de dados.

Tema	Categorias da ASPOG-AVI
Desempenho na resolução de problemas experimentais de Óptica Geométrica em ambientes virtuais	<ul style="list-style-type: none"> • compreender o problema; • construir o modelo físico (Óptica Geométrica) no ambiente virtual; • solucionar o modelo físico através da experimentação • interpretar a solução

QUADRO 02 : Categorias da pesquisa qualitativa
Fonte: Santos, (2014), adaptação

Por tratar-se de uma pesquisa-ação, a produção de conhecimento se subordina a este objetivo e estão condicionados a ele (ELLIOT, 1993), não sendo o objetivo principal a construção da teoria, isso poderá ocorrer no trabalho da Teoria Fundamentada (CASSIANI, 1996) serão utilizadas as ferramentas de capitação que estão divididas em três níveis de categorias: Codificação Aberta; Codificação Axial e Categorias Centrai, onde cada nível possui critérios particulares de operações e ações convertidas em categorias de análises.

As subdivisões descritoras das categorias (SANTOS, 2014):

- Nível I: operações adaptadas a partir do método da ASP, elaboradas por Mendonza (2009);
- Nível II: as operações essenciais

De acordo com os desempenhos qualitativos das características das ações, foram observados nos aspectos das subcategorias das ações (operações), e definidos os termos e conceitos aplicados no desempenho qualitativo, dispostos na dimensão com base nas etapas das ações mentais.

Tema	Dimensão das Ações Mentais	Indicadores
Desempenho na resolução de problema de Óptica Geométrica em Ambientes Virtuais	Se todas as ações estiverem corretas	O
	Se a ação essencial está correta, ou pelo menos, parcialmente correta, com pelo menos uma	B
	Se as ações estiverem incorretas, mas pelo menos uma parcialmente correta.	R
	Se todas as ações estiverem incorretas	I

QUADRO 03 Dimensão das ações mentais e seus indicadores

Fonte: Souza, (2014) -

Utilizaremos como critério de avaliação qualitativa (COSTA, 2015), os indicadores de conceitos. Chamaremos de “categoria essencial”, a condição mínima de conhecimentos que o aluno deve possuir que está classificado, em: insuficiente (I), razoável (R), bom (B) e ótimo (O). Esses indicadores devem ser aplicados nas avaliações, em que medirão as habilidades do aluno nas resoluções de problemas em Óptica Geométrica, logo:

- Se todos os indicadores estão incorretos obterá a qualificação I;
- Se todos os indicadores estão corretos obterá a qualificação O.
- Se o indicador essencial está incorreto ou parcialmente incorreto e/ou existe pelo menos outro indicador parcialmente correto obterá a qualificação R;
- Se o indicador essencial está correto, mas existe pelo menos outro indicador parcialmente correto obterá a qualificação B.

3.3 Caracterização do Ambiente da Pesquisa

A Escola Estadual Presidente Tancredo Neves atualmente apresenta uma estrutura física composta de 16 salas de aula, uma biblioteca, uma sala de vídeo, um laboratório de ciências, um laboratório de informática, uma sala de professores, uma sala de direção, uma sala de coordenação pedagógica, uma sala de secretaria, um refeitório, um pátio interno, uma copa/cozinha, uma quadra coberta destinada à prática de esportes diversos e uma área interna de lazer.

Conserva algumas plantas que ajudam na climatização do espaço. O prédio é murado, havendo também muros internos que dividem o primeiro pavilhão das salas

de aula e outro que divide as salas de aula da quadra esportiva; isso facilita o controle dos estudantes em seus horários de aulas, de atividades esportivas e intervalo.

Atualmente, a sala de vídeo, nos turnos matutino e vespertino está ocupada por turmas, pois desde o ano de 2008, a escola enfrenta uma infestação muito forte por pombos o que levou a atual administração a tomar a referida medida, uma vez que as últimas salas de aula estão totalmente impossibilitadas de receber alunos e atividades pedagógicas.

3.4 Caracterização , População e Amostra

Faz parte da população desta pesquisa, alunos do 2º ano matutino do Ensino Médio, disciplina de Física no conteúdo de Óptica Geométrica. A turma toda será pesquisa num total de 21 alunos. Não é intenção da pesquisa a generalização de conclusões, considerando-se uma turma o suficiente para a conscientização e mobilização da população em torno de sua proposta de ação, permitindo ainda uma análise mais específica do material coletado.

3.4 Instrumentos de Coleta de Dados

Serão objetos de discussão nesta parte do trabalho os instrumentos utilizados e as técnicas selecionadas no conjunto de ações desenvolvidas na realização da pesquisa. A avaliação e classificação dos níveis de aprendizagem serão feitas através da análise das tarefas executadas, exigindo-se que caminho por processo implícito, pois os modelos internalizados na mente dos alunos, no qual pode traduzir o desenvolvimento das funções psíquicas não podem ser explorados diretamente (HALLOUN, 1996 apud FERNANDES, 2011), de maneira que para ter acesso a tais informações é preciso lançar mão de declarações verbais, escritas, expressões ou outras formas de representação, utilizando-se de procedimentos de coleta de dados como diário de bordo, observação, questionários e seminários.

3.4.1 Questionário

Foi aplicado um pré-teste em forma de questionário que de acordo com Richardson (1999) podem descrever características e medir determinadas variáveis

de um grupo social, bem como variáveis individuais (SOUZA, 2014), entre as desvantagens a impossibilidade de ter certeza de que a informação dada é real ou corresponde à ação e a não interpretação das ações corretas.

O questionário aplicado no pré-teste conterà questões mistas, que conforme Lakatos (2009) com as questões abertas se tem a possibilidade de uma investigação mais profunda e precisa facilitando a análise interpretativa das respostas e as questões fechadas por sua vez facilitarão a padronização e uniformização dos dados coletados sobre o conhecimento específico do conteúdo abordado.

O questionário do pré-teste (APÊNDICE) constitui-se de 11 questões. Em seis delas com a padronização de respostas com múltipla escolha, onde será avaliado o nível de conhecimento dos estudantes a respeito de conceitos de Óptica Geométrica como: reflexão, refração e formação de imagens em espelhos e lentes. Em outras cinco questões o objetivo será conhecer as impressões dos estudantes sobre a resolução de problema e a utilização da informática no processo educacional.

As sete questões fechadas são adaptadas de pesquisas que discutem as concepções alternativas dos alunos referentes aos conceitos de Óptica Geométrica (HARRES, 1993) levando em consideração somente os conhecimentos empíricos trazidos pelos estudantes ao longo de sua vida.

Um segundo questionário com características similar ao primeiro, denominado pós-teste será realizado ao final do processo da pesquisa com objetivo de identificar, se as ações práticas de resolução de problema e os conceitos trabalhados por meio da orientação da BOA no contexto Resolução de Problemas através da Experimentação em Ambientes Virtuais, favorecerá a evolução individual e coletiva da ASPOG-AVI.

3.4.2 Observação e Diário de Campo

Para Souza (2014) o planejamento das ações da pesquisa exige um acompanhamento das atividades desenvolvidas com os sujeitos, por isso, se torna e de detalhes e condutas e ações praticadas e em se tratando de trabalho em que o pesquisador saiba do contato direto com os sujeitos da pesquisa, se justifica a escolha dos instrumentos de observação e diário de campo.

Se utilizará a técnica da observação participante (GIL, 2008), na qual será elaborada uma ficha de observação com os critérios pré-estabelecidos (quadro, 04),

para um melhor acompanhamento e avaliação do trabalho. Como este é um instrumento de caráter essencialmente qualitativo se fará presente em todo o trabalho.

Categorias	Subcategorias
Motivação/interesse	Ações como esforço, empenho, dedicação nas atividades, concentração e atenção para o entendimento das situações problemas propostas, pré-disposição e interesse para o novo conhecimento.
Verbalização	Ações atitudinais de expressão, verbalização, elaboração de hipóteses, comunicação de ideias e argumentos; levanta questionamentos; Participa das discussões.
Independência	Realiza tarefas de forma independente; Constrói técnica de resolução de problema; Domina técnicas de resolução de problema

QUADRO 04 : Categorias e subcategorias da ficha de observação

Fonte: SOUZA (2014)

As transcrições das notas de diário serão feitas após as aulas, procurando fazer o registro de forma descritiva e reflexiva, pontos de vista do observador, ideias e preocupações, pois no estudo há a intencionalidade da ação educativa buscando o máximo do desenvolvimento das habilidades e capacidades dos estudantes e nesse sentido os detalhes das ações foram registrados, para que caso necessário sejam feitos os devidos reajustes ou mudanças na organização e direção da atividade.

3.4.3 Seminário

O seminário como um instrumento de coleta de dados se justifica por ser o momento em que os estudantes irão apresentar suas conclusões e conceitos construídos mediante o processo de Resolução de Problemas Experimentais em Ambiente Virtuais e nesse sentido a turma receberão listas de problemas após as experimentações, com os temas reflexão, refração, formação de imagem em espelho e formação de imagem em lentes.

A metodologia utilizada no seminário será similar à utilizada no estágio do mestrado onde o professor titular da turma distribuía as listas e após uma sequência de aulas o professor realizava o seminário, onde era sorteada uma questão e um aluno para responder no quadro, realizando dois momentos: a resolução da questão em si e explicar verbalmente com chegou a tal resultado.

Durante a realização do seminário se contemplará a 3º Etapa (Ação Verbal Externa) que de certa forma irá ocorrer durante a realização da resolução dos problemas de experimentação em ambientes virtuais, mas é nesse momento que tal etapa será mais efetiva.

3.5 Sequência Didática

A sequência didática (BOA) destacada será referente ao fenômeno de refração, sequência que por sua vez já foi testada na realização do Estágio no Mestrado Profissional e a mesma será utilizada na pesquisa em questão com algumas diferenças, no estágio a realização do trabalho estava diante de estudantes do ensino superior com um nível de conhecimento maior e a Resolução de Problemas experimentais em Ambientes Virtuais era o momento que fechava a sequência, na pesquisa os estudantes são de nível médio que na maioria dos casos é o primeiro contato com o conteúdo e a Resolução de Problemas experimentais em Ambientes Virtuais é o primeiro momento de onde decorre toda a sequência. A aula de Refração será apresentada a seguir.

Base Orientadora da Ação – Refração

Período: _____ **Aulas:** _____ **Carga horária:** _____

Disciplina: Física		
Conteúdo	Dinâmica e atividades	Objetivos
1. Refração: 1.1 Índices de refração 1.2 Leis da refração 1.3 Fenômenos de refração	Aula experimental no Laboratório de Informática Apresentação do software (Figura XX) disponível no Portal do Professor que simula os fenômenos de reflexão e refração, mas na	Fomar conceitos referente ao fenômeno de refração e resolver problemas da experimentação e ambientes virtuais

<p>1.3.1 Diotopro plano</p>	<p>oportunidade somente a refração será discutida;</p> <p>Estabelecimento de um tempo para que a turma se familiarize ao programa;</p> <p>Questionamentos do professor para com a turma do que eles visualizaram e como descreveriam o fenômeno;</p> <p>O professor inicia o processo de mediação, solicitando à turma que modifique parâmetros (ângulo de incidência e refração bem como meios de propagação) na simulação para que observem o que ocorre;</p> <p>Explicação oral dos alunos do que ocorrido ao mudar os parâmetros (formação de conceitos);</p> <p>Exemplos de situação problema em que é evidenciado o fenômeno de refração;</p> <p>Discussão de como a simulação pode subsidiar a resolução do problema proposto;</p> <p>Cópia no quadro das principais conclusões obtidas pela turma na simulação e na resolução do problema proposto;</p> <p>Seminário 1 sorteio de questões de lista de exercício Óptica Geométrica previamente distribuída para que seja resolvida em grupo;</p>	
-----------------------------	---	--

	Aula para o sorteio das questões bem como dos alunos para que resolvam e expliquem a questão sorteada no quadro;	
--	--	--

QUADRO 05: Sequência Didática

Fonte: Própria

A figura abaixo representa a simulação do fenômeno de refração discutindo na sequência didática, e depois da figura um exemplo de situação problema (dioptra plano) que pode ser discutida para a melhor compreensão do fenômeno.

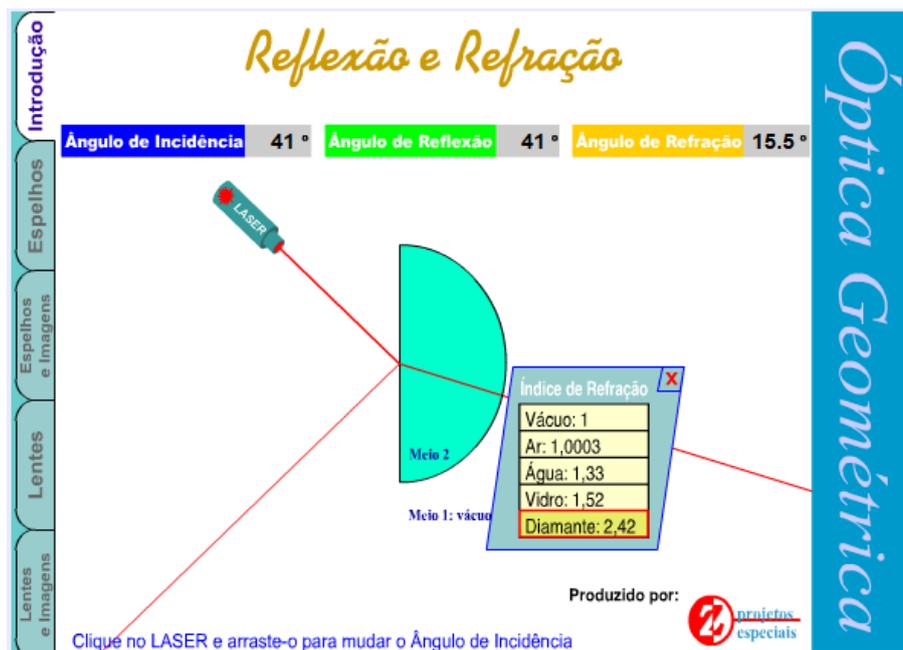


FIGURA 28 - simulação do fenômeno de reflexão e refração

Fonte: Portal do professor

Para fisgar um peixe em um lago com águas tranquilas o índio deve mirar abaixo da posição em que enxerga o peixe (ilustração). Por que ele deve proceder dessa forma? (ENEM -2012 - ADAPTADO)



FIGURA 29 - Fenômeno de refração

Fonte: Apoio Escola

CAPÍTULO IV - RESULTADO E ANÁLISE

Os problemas compostos nos testes e nas atividades realizadas foram analisados de acordo com o objetivo observável para assimilar os conceitos de Óptica, dispostos em três momentos:

- Teste diagnóstico: questões referentes a fenômenos de Óptica Geométricas observáveis no cotidiano, resolução de Problema e uso de ambientes virtuais no processo educacional;
- Atividades Mediadoras: Trabalho 1- (Reflexão); Trabalho 2 e 3 - (Reflexão e formação de imagem em espelhos planos); Trabalho 4 – (Formação de imagem em espelhos esféricos); Trabalho 5 e 6 – (Refração).
- Teste Final do conteúdo de Óptica Geométrica: na proposta inicial seriam trabalhados os fenômenos de reflexão/refração e formação de imagens em espelhos e lentes, no entanto trabalhou-se até a formação de imagens em espelhos .

4.1 Diagnostico

O resultado do diagnóstico (Apêndice 1) está expresso na tabela abaixo, dividido nas questões referentes a Óptica Geométrica (questão 1 a 6), as relacionadas a resolução de problemas e a experimentação em ambientes virtuais (questão 7, 8 e 12) as questões de 9 a 11 serão discutidas em parte específicas do trabalho, pois têm caráter dissertativo. Na parte do diagnóstico que abordou a Óptica Geométrica se atribuiu os conceitos de bom (B quando as respostas corretas forem maior de 70%), regular (R quando as respostas corretas superarem os 50% até 70%) e insuficiente (I quando as respostas corretas forem inferiores a 50%) para cada estudante segundo as repostas dadas de acordo com os critérios. Na tabela as respostas corretas estão destacadas em maiúsculos.

		CONHECIMENTOS DE OPTICA GEOMÉTRICA						CONCEITO ALIATIVO	RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E EXPERIMENTAÇÃO EM AMBIENTES VIRTUAIS		
		Questões							Questões		
		1	2	3	4	5	6		7	8	12
ESTUS DANTES	E1	C	A	B	B	b	C	I	A	B	b
	E2	C	C	A	C	a	B	R	B	B	b
	E3	C	A	A	C	b	B	R	B	B	b
	E4	C	C	B	B	b	B	R	A	A	a
	E5	C	b	A	B	a	C	I	B	B	b
	E6	C	a	A	C	C	B	I	B	B	b
	E7										
	E8	C	b	C	B	b	B	I	-	B	b
	E9	C	A	C	C	b	B	I	B	B	b
	E10										
	E11	d	A	C	B	b	B	I	B	B	b
	E12	C	A	C	B	b	A	I	B	B	b
	E13	C	C	A	B	-	A	R	B	B	b
	E14										
	E15	d	A	B	C	a	A	I	B	B	b
	E16	C	A	C	B	C	A	R	A	B	b
	E17	d	A	B	B	C	A	I	A	B	b
	E18										
	E19	C	B	B	B	b	A	I	B	B	b
	E20	d	A	B	C	C	B	I	A	B	b
	E21	d	A	C	C	C	C	I	B	B	b
	E22	C	A	C	B	C	B	R	B	B	b
Acertos %	68	15	31	0	33	52					

A primeira questão, sobre o processo de visão, cerca de 30% o concebem erroneamente. A maioria dos que erraram o item explicou a visão a partir do modelo dos “raios visuais”. É comum o estudante considerar, que, para ver um objeto, não é necessário que venha luz do objeto até nossos olhos. Alguns estudantes apresentam

de modo muito arraigado o modelo dos “raios visuais”, proposto por Aristóteles, para explicar o processo da visão (ALMEIDA, 2007).

A grande quantidade de alunos que marcaram a alternativa “A” levando em consideração tão somente o alcance da luz em dependência da fonte que a gerou, não atentando que a luz alcançaria no mínimo até onde o observador estaria após ele não se sabe ao certo o alcance da luz, mas se observador ver a luz é por que a mesma chegou até ele.

No item 3, 36% dos indivíduos assinalaram que, se o observador se move para o lado esquerdo, a imagem do objeto se moverá para o lado contrário, o direito. Talvez os modelos incorretos sobre o processo da visão tenham influenciado estas respostas. Concluem que quando um observador se move para um lado a imagem de um objeto observado se moverá para o lado contrário. Na verdade, a posição da imagem depende somente da posição relativa do objeto ao espelho. A visualização dessa imagem é que depende da posição na qual o observador está, ou seja, estar posicionado em um local onde os raios refletidos no espelho, provenientes do objeto, possam chegar aos olhos do observador.

A questão 4 chamou mais ainda a atenção, pois, de 19 estudantes, ninguém acertou. Comprova-se assim que é muito forte a concepção de que o tamanho da imagem de um objeto diminui quando este se afasta de um espelho plano. Possivelmente, tal concepção esteja relacionada à dificuldade de traçar os raios principais para determinação de imagens em espelhos planos.

As respostas da questão 5, que investiga onde está localizada a imagem em um espelho plano, indicaram que cerca de 67% dos estudantes não a localizaram corretamente, ou seja, dentro do espelho. Isto mostra que a definição de imagem virtual deve ser encarada com mais cuidado pelos professores. Essa concepção, provavelmente, tem origem na dificuldade em conceber as características das imagens virtuais, que são formadas pelos prolongamentos dos raios refletidos na superfície do espelho, o que já sugere que a imagem não pode estar na superfície do espelho, mas atrás dele. A imagem formada por um espelho plano não é somente do objeto em questão, mas de do ambiente que cerca esse objeto, sendo, portanto, reproduzida a distância que o objeto está do espelho.

A questão 6, 48% dos estudantes demonstraram não compreender que a formação da imagem independe desse objeto na frente do espelho e tal resultado se justifica por posicionamentos destacados em questões anteriores (3, 4, 5).

A análise dos resultados da parte do Óptica Geométrica do diagnóstico apresentam resultados pesquisa realizadas por Almeida (2007) e Harres (1993) têm resultados pouco acima de 50%, já na pesquisa apresentada aqui os resultados forma pouco acima de 34% o que se justifica, pois na pesquisa de Harres se tratava de estudantes que tiveram algum contato com os conteúdos de Óptica e aqui estudantes que não viram tais conteúdos em nenhum momento de seus estudos até o presente momento.

Na avaliação diagnostica as questões 7 e 8 que abordavam a resolução de problema como metodologia, os estudantes foram questionados se sabiam o que era resolução de problema, bem como se já haviam trabalhado. Do universo de 18 estudantes, 5 (26%) responderam que sabiam o que era resolução de problemas, alguns estudantes que justificaram a resposta positiva ao trabalho com resolução de problema, o fizeram vagamente com respostas do tipo: “é relacionada com a matemática”; “algo que dê um resultado”; “é quando se tem que calcular e obter uma resposta exata” ou “resolver uma conta de matemática”.

Questionados se trabalhavam com resolução de problemas pouco mais de 60% responderam que frequentemente, e às vezes. Destacando esse trabalho nas aulas de matemática (42%), física (31%), química (31%) e português (5%).

O resultado foi o esperado, pois a maioria dos que disseram já ter estudado resolução de problema a associaram a matemática ou como a maneira de se chegar ao resultado exato para algo. As disciplinas exatas são predominantes quanto o assunto resolução de problema para essa turma.

Na análise do uso de computadores foram questionados se o possuíam ou não em casa, qual o uso dado, se tinham acesso na escola e caso sim, em qual(is) disciplina(s) e uma ultima questão quanto ao conhecimento do que seria experimentação em ambientes virtuais.

Os resultados demonstraram que a maioria dos estudantes possuem computador em casa (53%) e o uso principal a que destina é pesquisa de trabalhos escolares, acesso a redes sociais (facebook), assistir filme ou até mesmo pesquisa a tabela do campeonato brasileiro de futebol. Em contrapartida se os estudantes tinham acesso a computadores na escola apenas 16% disseram que sim, para fazer pesquisas e em alguns casos destacavam que as pesquisas eram nas disciplinas de física, química e português.

Quanto ao uso do computador em experimentação em ambientes virtuais, com exceção de um estudante, todos responderam que não. Dada a importância discutida na fundamentação teórica para o uso de situação problema em ambientes é um elemento que justifica a utilização desta metodologia no trabalho.

A realização de um diagnóstico é algo imprescindível e em qualquer prática educacional com o mínimo comprometimento com o aprendizado dos estudantes e nesse sentido a teoria utilizada no trabalho destaca tal importância, pois segundo Talízina, depois de determinado o objetivo de ensino, temos o diagnóstico que determinara o nível de partida dos estudantes para que se inicie o processo de assimilação.

Os dados obtidos no diagnóstico realizado demonstraram que os estudantes possuem conhecimento de aproximadamente 33% no que se refere a Óptica Geométrica dados esses obtidos mediante a media de acertos da turma nas seis questões que tratavam da temática. Quanto a resolução de problemas 74% dos estudantes disseram não saber do que se trata o que evidencia a pouca utilização de tal metodologia em sala de aula e nos conhecimentos de experimentação em ambientes virtuais apenas um estudante disse saber do que se tratava o que demonstra um total desconhecimento.

4.2 Base Orientadora da Ação - Reflexão e formação de imagens em espelhos planos e esféricos

De posse dos resultados do diagnóstico a próxima etapa é a elaboração da base orientadora da ação- BOA que segundo Galperin (1975) é o sistema de condições nas quais o estudante se apoia durante a realização da ação. Dada a importância da BOA é necessário ensinar o estudante a identificar e compreender qual o sistema de condições, e em qual se deve orientar a solução dos problemas. No entanto, o sistema de condições nas quais se orienta os estudantes podem ser representados de maneiras diferentes.

No trabalho apresentado a resolução de problemas experimentais em ambientes virtuais é algo novo para os estudantes como evidenciado no diagnóstico e nesse sentido iniciasse a apresentação dos softwares a serem trabalhados, o

acesso, as ferramentas e as situações problemas criados para resolução no ambiente virtual.

As orientações iniciais tratam da experimentação em ambientes virtuais do fenômeno da reflexão e nesse sentido o primeiro software apresentado aborda a temática, é importante frisar que o material apresenta simultaneamente o fenômeno da refração e nesse sentido os estudantes foram orientados a observar somente o fenômeno da reflexão, o que certa forma é um tanto complexo.

O software estava disponível no portal do professor, na secção aula como um tópico da aula. O professor esclareceu o caminho para que os estudantes chegassem ao portal do professor bem como da aula, escrevendo no quadro o endereço <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=37438> na página deveriam encontrar o link “Optica Geométrica” e a tela destacada na figura abaixo será exibida:

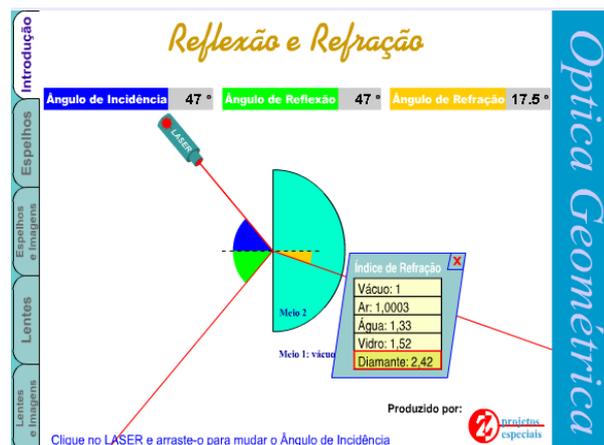


FIGURA 30 – simulação do fenômeno de reflexão e refração

Fonte: Portal do professor

Na primeira aula os estudantes tiveram meia hora para manusear as ferramentas da simulação. Poderiam analisar todos os conteúdos propostos na simulação (espelhos, espelhos e imagens, lentes, lentes e imagens), mas deveriam ater-se na introdução, mas específico os ângulos de incidência (ícone na cor azul) e reflexão (ícone na cor verde).

Dado o tempo para a ambientação com a simulação iniciasse a direção do processo de assimilação mediado pelo professor que lança algumas perguntas para que os estudantes respondam manuseando a simulação.

O professor pergunta dos estudantes o que notaram ao manusear a simulação iniciando o debate dando alguns instantes para que as percepções sejam explanadas, *“Ao clicar na ferramenta laser vocês conseguem identificar qual o raio de luz que sai do laser (raio incidente)? Conseguem notar que o mesmo raio que sai, atinge uma superfície e reflete (raio reflexão)? Notaram que os raios (incidente e refletido) formam ângulo com uma linha tracejada (normal)? O que ocorre ao movimentar o laser?”*.

A maioria da turma conseguiu identificar o raio de luz que saia do laser, no entanto, a ideia de reflexão associada ao raio refletido atingindo um espelho plano necessitou de mais orientações, pois nesse momento os conceitos de reta normal com origem onde o raio de luz incide na superfície fazendo ângulo de 90 graus com a superfície e os dois ângulos de incidência e ângulo de reflexão são introduzidos.

A ilustração do software permitiu que os estudantes compreendessem um elemento importantíssimo, o ângulo de incidência e de reflexão formado a partir da normal, pois uma inconsistência na formação dos conceitos de reflexão é pensar que o ângulo de incidência e o de reflexão são formado entre os raios incidentes e refletidos e a superfície e nesse sentido o estudante 04 destaca uma característica interessante da simulação, *“Professor o ângulo de incidência é esse representado na cor azul e ele é formado pelas duas linhas, uma a luz da lanterna e a outra da normal e ângulo de reflexão e esse formado entre a normal e o raio refletido, quando movimento a lanterna o valor muda e da pra ver na parte de cima que representa o ângulo”*.

Enquanto o conceito relacionado a primeira Lei da Reflexão que determina que o ângulo de incidência e sempre igual ao ângulo de reflexão ficou bem assimilado pelos estudantes, o conceito de relacionado a primeira lei da Reflexão não ficou muito claro, pois os mesmo apresentavam dúvidas referente ao que seria um plano, visto que a lei determina que o raio incidente, a normal à superfície e o raio refletido estão todos no mesmo plano e nesse sentido o professor realizou uma breve explicação do que queria dizer elementos pertencentes ao mesmo plano.

O manuseio do *laser* serviu para que identificassem os ângulos são formados entres os raios de incidência e reflexão com relação a normal, bem como ângulos de incidência e reflexão têm mesmo valor.

Na segunda aula iniciou-se o processo de orientação no uso dos ícones espelho e formação de imagens em espelhos. E nesse sentido os estudantes tiveram

certo tempo para o manuseio do ícone espelho para a primeira discussão (figura 31). Deveriam variar a regulagem de espelho côncavo e convexo.

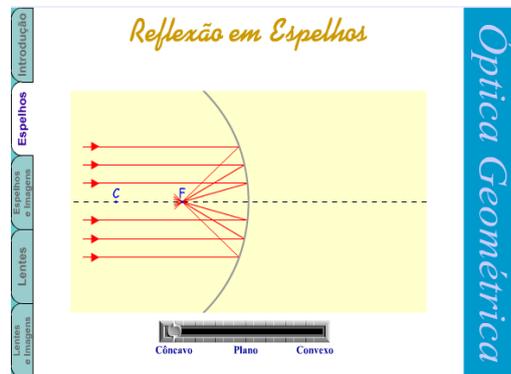


FIGURA 31 – Reflexão em espelhos

Fonte: Portal do professor

O professor inicia a discussão questionando os estudantes a respeito do que seria as linhas na cor vermelha (raio incidente e raio refletido), o que ocorre com os raios de luz quando variamos de espelho côncavo, passando por plano e chegando a espelhos convexos e com relação às letras C (Centro de curvatura) e F (foco) em quais espelhos ela ocorre e como os raios de luz relacionam-se com C e F.

De posse do posicionamento, o professor questiona se é possível estabelecer alguma relação entre a simulação da aula anterior com a simulação espelhos. Os estudantes destacaram a curvatura dos espelhos e o como os raios ficavam ao variar. Observaram que no espelho plano os raios incidiam perpendicularmente e ao professor questionar qual o ângulo formado a maioria não soube responder, orientados que voltassem à simulação da aula anterior e simulassem situação semelhante, nesse sentido responderam que seria 0° , como destacado na simulação.

Não conseguiram identificar que quando o espelho era côncavo os raios convergiam para F (foco) que até então era termo desconhecido para os mesmos, assim como C (centro de curvatura) e no caso dos convexos divergiam e os prolongamentos passavam por F atrás do espelho. O estudante 11 observou que tais elementos não apareciam quando simulação estava em espelho plano, e que C e F ficavam à esquerda (atrás do espelho) nos espelhos convexos.

O professor destaca nesse momento que os espelhos esféricos são constituídos de uma superfície lisa e polidas com formato esférico. Se a parte refletora

for interna será um espelho côncavo caso a superfície refletora seja a parte externa será um espelho convexo.

A terceira aula a simulação espelhos e imagens (figura 32) são realizadas. De maneira semelhante às duas outras simulações os estudantes têm um dado tempo para ambientação na simulação. Após o tempo dado o professor solicita que selecione a opção espelho plano e observe a características da imagem ao movimentar o objeto.

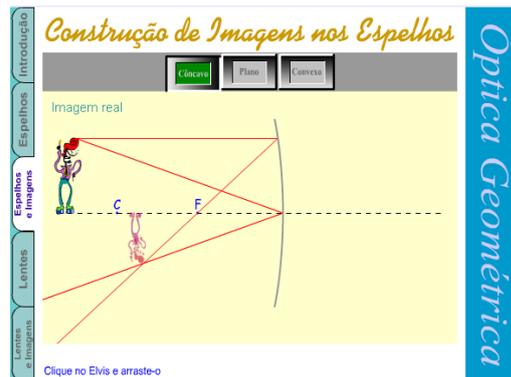


FIGURA 32 – Construção de imagens nos espelhos

Fonte: Portal do professor

Os estudantes conseguiram identificar a relação entre o raio incidente e refletidos na formação das imagens, no entanto tal compreensão ocorreu melhor quando se tratava de espelhos planos, pois para o melhor entendimento as simulações anteriores foram destacadas, principalmente a primeira (figura 29), pois o comportamento da mesma era semelhante a um espelho plano.

Ao aborda a formação de imagens em espelhos côncavos e convexos os estudantes apresentaram certa dificuldade, pois agora a imagem formada pode ter muitas características dependentes da posição dos objetos. Mediante a dúvida apresentada o professor solicitou que realizassem a simulação de acordo com alguns parâmetros pré estabelecidos (antes de C, entre C e F, sobre F e antes de F). Durante a simulação dirigida os estudantes destacavam a característica da imagem formada (real/virtual; direita/invertida; maior/menor/mesmo tamanho). E nesse sentido o estudante 11 conclui, *“Olha! Quanto mais se aproxima do espelho côncavo a imagem, primeiro é menor que o objeto e está de cabeça pra baixo, dai quanto tá em cima de C fica do mesmo tamanho e ainda de cabeça pra baixo e quando mais movimento pra frente o objeto a imagem vai ficando maior e quando passa de F, some e aparece do outro lado maior e em pé agora!”*

Um problema apresentado durante todo o processo foi o uso de celular por parte dos estudantes, pois chamar a atenção para as simulações e atividades era algo muito difícil e nesse sentido o professor decide encontrar um aplicativo pra celular que abordasse a formação de imagens em espelhos planos e o aplicativo Ray Optics é encontrado para que baixassem para utilizar. Na figura 33 o aplicativo é apresentado.

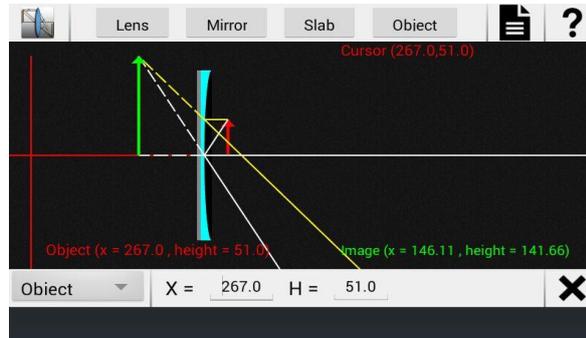


FIGURA 33 – Aplicativo Ray Optics

Fonte: Próprio autor.

A minoria da turma baixou o aplicativo para usá-lo na aula. Para orientações referente ao uso o professor criou um grupo em rede social para que o tutorial do software fosse discutidos em outros locais que não só em sala. A principal dificuldade dos estudantes foi a ausência do centro de curvatura (C) e do Foco (F), na simulação do computador (figura 32) o objeto estava a esquerda do espelho e já no aplicativo para celular o objeto localizava-se a direita, no aplicativo havia a possibilidade de observar o tamanho da imagem e parâmetros numéricos, bem como a distancia do objeto até o espelho e altura do objeto.

Os estudantes apresentaram algumas dúvidas iniciais na compreensão do aplicativo *Ray Optics*. A primeira foi relacionada ao fato de o objeto está localizado a direita do espelho, a segunda foi a possibilidade de inserir o objeto e o espelho, mas a principal dificuldade relacionava-se ao fato de não aparecer o foco e centro de curvatura como já mencionado. No entanto com o direcionamento do professor uma minoria dos estudantes mediante a características da imagem conseguiram estabelecer onde tais pontos estariam localizados. O estudante 11 reitera a colocação anterior destacando onde se localizava o centro de curvatura em um espelho côncavo mediante a percepção de que este ponto estaria onde a imagem ficasse imediatamente abaixo do objeto, com o mesmo tamanho e invertida.

Os estudantes são solicitados para que estabeleçam relação entre a simulação da primeira e da segunda aula com a aula três. Na oportunidade todas as simulações são reiteradas destacando os conceitos de raios de incidência e reflexão; ângulos de incidência e reflexão; normal; espelhos plano e convexo; centro de curvatura e foco e as características das imagens.

A BOA reflexão e formação de imagens em espelhos planos espelhos planos e esféricos foi parcialmente compreendida, pois ao se tratar do fenômeno da reflexão e formação de imagens em espelhos planos a assimilação ocorreu com fluidez, no entanto a formação das imagens em espelhos esféricos foi objeto de muitas orientações, pois os estudantes não estavam conseguindo determinar como seria a imagem dos objetos e após simular bastante se chegou a um conhecimento mínimo sobre as características das imagens formadas em tais espelhos.

4.3 Etapa Materializada - Reflexão e formação de imagens em espelhos planos

No trabalho 1 (figura 34) foram apresentadas questões em que os estudantes deveriam determinar o ângulo de incidência e reflexão de posse do valor da soma dos ângulo de incidência e reflexão (questões 1 e 2) e também para que determinassem o ângulo formado entre o raio incidente e a superfície (questões 3 a 5). Os resultados apontaram que 80% acertaram a questão 1, 66% a questão 2, 86% a questão 3, 93% a questão 4 e 86% a questão 5.

TRABALHO 1 - Reflexão

A soma dos ângulos de incidência e reflexão de um espelho plano é 80° . Responda:

- 1) Qual o ângulo formado entre o raio incidente e a normal?
- 2) Qual o ângulo formado entre o raio incidente e a superfície?

A figura ao lado representa um raio de luz que incide no espelho plano E e é por ele refletido. Determine:



- 3) Os ângulos de incidência
- 4) O ângulo de reflexão
- 5) O ângulo formado pela superfície e o espelho

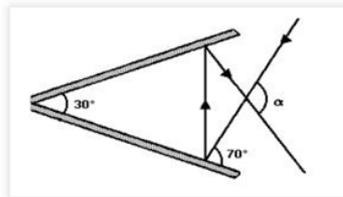
Figura 34– Trabalho 1 - Reflexão

Fonte: Próprio autor

O percentual de acertos acima de 80% da maioria das questões de 1 a 5 justificasse pela simulação realizada pelos estudantes durante a BOA, pois identificaram a igualdade dos ângulos de incidência e reflexão, a principal dificuldade relacionava-se a dúvida do valor do ângulo formado entre o raio incidente e a normal, visto que para muitos estudantes ainda permanecia o entendimento de que o ângulo de reflexão era formado entre o raio incidente e a superfície.

O trabalho 2 apresentou quatro questões sobre reflexão e formação de imagens em espelhos planos, no entanto por conta de os resultados não serem tão confiáveis, somente a questão 3 (questão envolve os conceitos de reflexão, soma dos ângulos internos e ângulos opostos pelos vértices) será objeto de análise, a questão pode ser visualizada na figura 35:

Trabalho 2 (Questão 3)



Nessa figura, dois espelhos planos estão dispostos de modo a formar um ângulo de 30° entre eles. Um raio luminoso incide sobre um dos espelhos, formando um ângulo de 70° com a sua superfície.

Esse raio, depois de se refletir nos dois espelhos, cruza o raio incidente formando um ângulo α de

- a) 90°
- b) 100°
- c) 110°
- d) 120
- e) 140°

FIGURA 35 – Trabalho 2 – Reflexão em espelhos planos – Questão 3

Fonte: Próprio autor

O 100% da turma acertou a questão, mas quando solicitados a irem ao quadro justificar suas respostas a maioria não soube. E nesse sentido e que se realiza o trabalho 3 que utilizaria o mesmo desenho da questão 03 do trabalho 2, no entanto, deveriam modificar os valores predeterminados abaixo, em que o ângulo formado entre o raio refletido e o raio incidente deveria ser descoberto, bem como os valores dos ângulos de incidência e reflexão de cada espelho, para as situações destacadas:

- Questão 1 - O ângulo entre os dois espelhos planos seria 40° e o ângulo entre o raio incidente e a superfície do espelho 1 seria de 70° ;

- Questão 4 - o ângulo entre os espelhos 40° e entre o raio incidente e a superfície 80° ;
- Questão 7 - o ângulo entre os espelhos 50° e entre o raio incidente e a superfície 70° .

Para todas as questões os ângulos de incidência e reflexão deveriam ser determinados, questão 2 e 3 ângulos de incidência e reflexão referentes a proposição da questão 1, questão 5 e 6 ângulos de incidência e reflexão referente a questão 4 e questão 8 e 9 ângulos de incidência e reflexão referente a questão 7

Com a reformulação da questão 3 de T2 os resultados em T3 foram diferentes, na questão 1 o acerto foi de 76%, questões 2, 8 e 9 de 92%, questão 3 acerto de 100%, 96% de acertos na questão 4 e 86% de acertos em 5.

4.4 Formações de imagens em espelhos esféricos

O trabalho 4 abordou o estudo de imagens em espelhos esféricos. Na oportunidade os estudantes já haviam tido contato com o laboratório virtual referente ao assunto. A simulação no aplicativo de celular *Ray Optics* foi retomada. A atividade consistia basicamente em determinar as características da imagem em espelhos côncavos e convexo mediante a simulação no aplicativo.

Trabalho 4

Simule nos softwares: Optica geométrica (computador), Simulador de imagem (computador) e Ray Optics (celular) e preencha a tabela abaixo marcando um X nas características correspondentes:

		Características das imagens								
		Real	Virtual	Imprópria	Maior	Menor	Mesmo tamanho	Direita	Invertida	
Tipo de espelhos e localização do objeto no eixo principal	Côncavo	1) Objeto localizado antes do centro de curvatura (C)								
		2) Objeto localizado sobre o centro de curvatura (C)								
		3) Objeto localizado entre o centro de curvatura (C) e o foco (F)								
		4) Objeto localizado sobre o foco (F)								
		5) Objeto localizado entre o foco (F) e o vértice (V)								
	Convexo	6)								

Nome: _____ Nº _____ Data ____/____/____

FIGURA 36 – Trabalho 4 – Espelhos esféricos

Fonte: Próprio autor

O percentual de acerto foi de 100% na questão 1, 65% nas questões 2, 3 e 4, 70% na questão 5 e 76% na questão 6. Os resultados foram acima da média, pois as questões caracterizam a etapa materializada, pois os estudantes preencheram a tabela de posse do aplicativo.

Ao trabalhar a formação de imagens em espelhos esféricos não foram realizadas as demonstrações da equação de Gauss, limitou-se a análise de aspectos qualitativos da formação das imagens em espelhos esféricos.

4.5 Base Orientadora da Ação - Refração

A BOA apresentada agora aborda um novo tema, o fenômeno da refração, nesse sentido novas leis serão abordadas e trabalhadas, os direcionamentos dados serão semelhantes aos dados na primeira BOA, obedecendo as características das simulações e as Leis que regem a refração.

Na simulação os estudantes tiveram um primeiro contato quando trabalharam o fenômeno de reflexão no Portal do Professor, conforme a figura 37 editada sem o fenômeno de reflexão para fins explicativos:

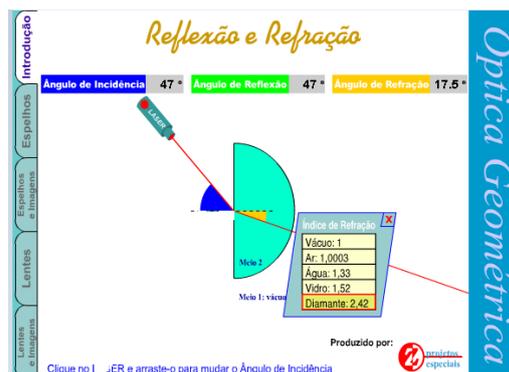


FIGURA 37 – Refração

Fonte: Portal do professor

Depois do manuseio do software é iniciado o momento de discussão em que os estudantes expuseram suas percepções e nesse sentido o professor direcionou o processo com algumas indagações, “Quais a principais diferenças percebidas entre o

fenômeno de reflexão visto nas aulas anteriores e o fenômeno de refração iniciado agora? O que ocorre com o ângulo de refração quando tenho um ângulo de incidência de 45° e meio 2 vidro. E com relação a normal o raio refratado, se aproxima ou se afasta. Agora mantendo o mesmo meio 2 (vidro) varie o ângulo de incidência para 30° , 60° e 90° que vocês perceberam.”

Os estudantes destacaram a variação de ângulo que ocorre quando o raio sai de um meio para outro, que enquanto o raio “bate e volta” na reflexão na refração segue seu caminho. Quando questionados sobre a diferença o estudante 8 questiona, *“Professor! Como pode o mesmo raio ser refletido e também passar para o outro meio ao mesmo tempo? Ele não deveria somente refletir.”*

Realmente tal questionamento faz sentido, pois o fenômeno da reflexão quando ocorre em espelho, por exemplo, tem sua luz totalmente refletida, e na refração uma parte da luz atravessa a superfície indo para o outro meio (é refratada) e a outra parte retorna ao meio de origem.

Nas primeiras orientações o professor determinou que o meio 2 permanecesse inalterado e que se variasse o ângulo de incidência para que analisassem o comportamento do raio refratado e o ângulo formado entre esse raio e a normal (ângulo de refração) com relação ao ângulo formado entre o raio incidente e a normal (ângulo de incidência). Agora as orientações que se seguem foram para que os estudantes deixasse o ângulo de incidência fixo e variassem o meio 2, *“Mantendo o ângulo de incidência com o valor de 45° o que ocorre com o ângulo formado pelo raio refratado com a normal (ângulo de refração) ao determinar como meio 2: o ar, a água, o diamante e o vidro?”*

Os estudantes têm alguns instantes para que discutam entre si ao irem simulando. O professor orienta os alunos para que observem os valores de cada meio escolhido e observem o comportamento do raio em cada caso. O professor intervém questionando os estudantes, *“Em quais dos meios o raio refratado se aproxima mais da normal? Em qual meio se afasta da normal? Vocês conseguem ver alguma relação entre o valor do meio 2 e a aproximação ou o distanciamento do raio refratado com relação a normal?”*

A compreensão dos estudantes dos estudantes quando o ângulo de incidência permanecia constante e o meio 2 sofria variação não foi tão simples, alguns estudantes acreditavam que quanto maior o índice de refração maior seria o ângulo

de refração e quanto menor o índice de refração menor também seria o ângulo de refração.

O professor discutiu os princípios de velocidade da luz em determinados meios destacando a facilidade e dificuldade de propagação da luz em certos meios, questionando os estudantes a respeito de onde achariam que a luz teria maior velocidade no ar ou na água? A maioria respondeu que no ar. Instiguei mais ainda. Por quê? Muitos justificaram que “o ar é leve”; “têm mais facilidade de se movimentarem no ar” (experiência sensoriais dos estudantes); “o ar é mais livre” e muitas outras colocações, o professor disse que com a luz ocorre algo de certa forma parecido que a luz teria maior velocidade nos meios em que não encontrasse tantos obstáculos, tais meios tem o índice de refração menor e o raio de luz se afastaria da normal, o contrario meios que oferecessem certos obstáculos para a propagação da luz, o meio teriam índice de refração maior e raio de luz se afastaria da normal. Destaquei também que o nome dado para a medida do índice de refração absoluto é refringência do meio.

Durante a explicação os alunos iam simulando e respondiam as perguntas que o professor fazia, perguntas como: ao manter o ângulo e 45° e variar o meio 2 para diamante, o raio de luz se aproximará ou se distanciará da normal em comparação com o meio 2 sendo água? As perguntas eram feitas antes de simularem, respondiam e verificavam se sua resposta estava correta. A compreensão foi maior nesse momento, conseguindo identificar a relação entre os meios e os ângulos.

Embora a simulação Óptica Geométrica disponível no Portal do Professor apresentasse o fenômeno de refração tornou-se necessária a apresentação de outra simulação por conta da limitação apresentada (variação só do meio 2) e a associação com fenômeno da reflexão, pois embora tais fenômenos ocorram simultaneamente, para fins didáticos experiência do pesquisador demonstraram que a abordagem separada dos fenômenos favoreceu o aprendizado.

A simulação foi encontrada no site <http://interactagram.com/physics/optics/refraction/que> e os estudantes foram orientados como deveriam chegar ao site, digitando num site de busca as palavras *simulação de refração*, em seguida escolhendo a página com o tema desvio de luz que é associada ao endereço descrito acima. A simulação permitiu que fosse possível variar os meios 1 e 2, os ângulos, permitindo comparar os parâmetros. A figura 34 destaca a simulação.

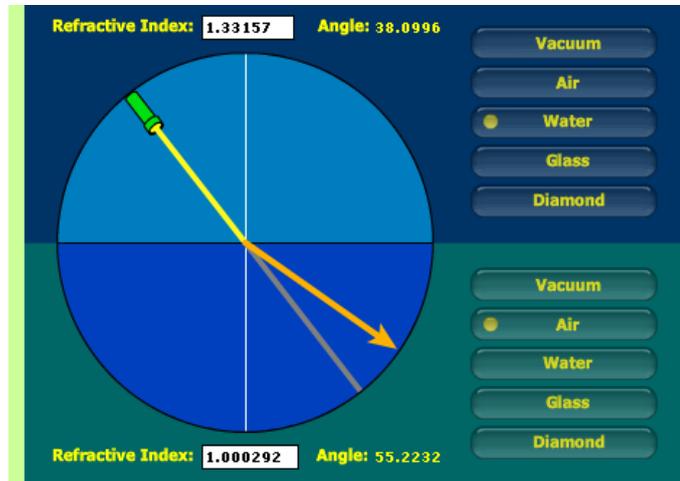


Figura 38 – Refração (simulador 2)

Fonte: Próprio autor

Como a simulação estava em inglês algumas traduções foram realizadas para que os estudantes pudessem compreender. Após a tradução alguns minutos foram dados para a familiarização com o software e o professor intervêm com perguntas referentes a percepção dos estudantes. Para direcionar as discussões o professor pergunta, “*Quais semelhanças e diferenças entre a primeira simulação e a simulação atual?*”

Mediante as respostas iniciasse o processo de variação dos parâmetros para que notem o comportamento do raio de incidência com relação a normal (ângulo de incidência) e do raio refratado com relação a normal (ângulo de refração).

Os estudantes foram orientados a fazer algumas simulações para que observassem tal comportamento. A primeira situação o ângulo de incidência 45° com o meio 1 vácuo e meio 2 diamante. A segunda situação ângulo de incidência 45° com o meio 1 diamante e o meio 2 vácuo.

Essa primeira situação não foi tão difícil de assimilação por parte estudantes, mas a segunda o meio 1 agora é o diamante e o raio de luz aproximava da normal e no meio 2 o vácuo o raio se distanciaria da normal e os estudantes notaram isso destacando que invertendo os índices, os ângulos se mantiveram constantes para aquele meio, observaram também a configuração do desenho apresentado é diferente.

O valor dos meios foi questionado, os ângulos formados em cada situação e a relação entre os índices de refração de cada meio com o ângulo formado com sua aproximação ou distanciamento da normal,

As mesmas situações foram repetidas com os mesmos meios (vácuo e diamante) variando somente o ângulo de incidência (15° , 30° , 60° e 90°). E uma terceira proposição foi de que se mantivessem os ângulos constantes e variassem os meios já havia sido trabalhada

A terceira proposição com ângulos constantes e variação de meios auxiliou a compreenderem melhor, os estudantes destacaram que mais uma vez a relação entre os índices e os ângulos. Termos como velocidade da luz e refração começaram a fazer parte do vocabulário dos estudantes durante a explicação. O estudante 11 destaca que nos meios com maiores índices de refração os raios se aproximariam da normal e conseguiu estabelecer isso e chamou o professor para demonstrar na simulação suas percepções. O estudante 10 destaca, *“Olha! Deixando o ângulo de incidência em 45° e meio 1 vácuo e vou mudando o meio 2 para vácuo e depois para ar e praticamente não ocorre nada, acho que é porque o valor do meio ar é bem parecido, mas quando mudo para água, gelo e diamante o raio de luz se aproxima da normal. E posso ir mudando os dois meios e verificando aquele que se aproxima e o que se distancia.”*

A BOA referente a refração não foi tão simples quanto a primeira, pois a segunda lei da refração envolve aspectos a relação entre os senos e os índices de refração e nesse sentido a parte matemática não foi aprofundada e somente os aspectos qualitativos da simulação. De maneira geral os estudantes compreenderam bem as orientações dadas, pequenas dúvidas surgiram quanto ao que seriam esses meios e o porquê os raios aproximariam ou se distanciariam da normal de acordo com o meio de propagação, dúvidas que foram esclarecidas com novo direcionamento dado a simulação.

4.6 Etapa Materializada - Refração

O trabalho 05 (figura) tratou do fenômeno de refração onde algumas questões pertenciam a etapa materializada (6 a 17) e outras a etapa verbal externa (1 a 5 e 18). Na etapa verbal externa os alunos responderam como é o comportamento do raio refratado durante a realização de um experimento no Laboratório Virtual. As questões

destacavam a diferença entre os ângulos de incidência e refração, o feixe que incide perpendicularmente entre dois meios, o comportamento do ângulo de refração ao variar o ângulo de incidência e os meios e o que acontece com o raio refratado quando feixe de luz incidiu longe da normal.

PROCEDIMENTO																					
<p>Abrir programa 1.Lab Curvar-luz é. Ativa o feixe de laser, apertando o botão vermelho. Você verá um feixe (muito fraco) incidente feixe refletido e um (mais forte) raio refratado. Nesta experiência vamos analisar o raio refratado.</p> <p>Você pode variar os ângulos de incidência que se deslocam a laser para frente e para trás.</p> <p>Nota: Os ângulos refletida e refratada são medidos a partir do Normal (linha pontilhada).</p> <p>Ferramentas de Caixa de arrastar o transferidor para medir os ângulos correspondentes. (Deve ser a Introdução aba ativa, superior esquerdo). É muito preciso de medição de ângulos. (Que o zero corresponde exatamente Normal).</p> <p>Lembre-se:</p> <p>n_1: índice absoluto de refração do primeiro meio</p> <p>θ_r ângulo de refração.</p> <p>ANÁLISE E PERGUNTAS</p> <p>1. Qual é a diferença observada entre o ângulo formado com o feixe refletido e do ângulo formado com o raio refratado?</p> <p>2. Quando o feixe incidente é perpendicular à interface entre dois meios, o que acontece com o raio refratado?</p> <p>Primeira situação: Vamos fazer uma primeira análise, usando ar como o primeiro meio e segundo meio água.</p>	<p>3. O que você vê no valor do ângulo do raio refratado quando você vai aumentando lentamente o ângulo de incidência?</p> <p>4. Quando o feixe incidente longe do normal, o que acontece com o raio refratado em relação ao normal?</p> <p>Segunda situação: Agora faça a mesma análise utilizando a água como o principal meio e no ar como o segundo meio.</p> <p>5. Entre as situações acima, no qual o raio refratado está mais longe do normal?</p> <p>Terceira situação: Sempre tendo o primeiro o ar ($n_1 = 1$), fazer alterações para o segundo meio e para um ângulo de incidência de 30° ($\theta_i = 30^\circ$), preencha a tabela a seguir:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Material do segundo meio</th> <th>n_2</th> <th>θ_r</th> <th>$\frac{\text{sen } \theta_i}{\text{sen } \theta_r}$</th> <th>$\frac{n_1}{n_2}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Água</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ar</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Vidro</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>7. Em cada caso, comparar a coluna 4ª e 5ª. O que você pode deduzir $\frac{\text{sen } \theta_i}{\text{sen } \theta_r}$ e $\frac{n_1}{n_2}$</p>	Material do segundo meio	n_2	θ_r	$\frac{\text{sen } \theta_i}{\text{sen } \theta_r}$	$\frac{n_1}{n_2}$	Água					Ar					Vidro				
Material do segundo meio	n_2	θ_r	$\frac{\text{sen } \theta_i}{\text{sen } \theta_r}$	$\frac{n_1}{n_2}$																	
Água																					
Ar																					
Vidro																					

Figura 39 – Trabalho 5 - Refração 1

Fonte: Próprio autor

Tomando como referência as simulações realizadas nas aulas os estudantes responderam qual a diferença entre o feixe incidente e o feixe refratado quando mudando de um meio com índice de refração menor para outro com índice de refração maior (Questão 1).

As respostas que se destacam dentre outras é que para certos estudantes: “Quanto maior o raio refletido, menor o raio refratado”; “uma mudança de ângulo, um ficando maior que o outro”; “Quanto mais longe o raio da incidência fica da normal, mais próximo ele ficara do raio da refração”; “Por que o ângulo incidente e o ângulo refletido o grau é maior que o de refração”; “Quando ocorre a mudança de ângulo um fica maior que o outro”.

As respostas dadas demonstram ainda certas inconsistências na determinação da relação entre os meios (1 e 2) e os ângulos como elementos determinantes nas

características do ângulo refratado. Algumas referencias dadas nas respostas traziam termos como ângulos, raio incidente e refratado, mas nada da resposta ao fenômeno ocorrido.

Já na questão 2 a maioria conseguiu identificar que quando um raio de luz incide perpendicularmente a interface dos dois meios o ângulo formado entre a normal e o raio refletido é 0° independentemente de qual sejam os meios destacados.

Quando questionados sobre o que ocorre quando aumentamos lentamente o ângulo de incidência o que acontece com o ângulo do raio refratado (questão 3), a maioria da turma conseguiu identificar que o ângulo do raio refratado aumenta também, um estudante disse não ocorrer nada, mas a grande maioria identificou a relação usando as mais variadas expressões que queria dizer a respeito dessa diferença.

Quando o feixe incide longe da normal o que acontece com o raio refratado? (questão 4). Semelhantemente a questão 3 os estudantes conseguiram identificar que o ângulo refratado também aumenta. A questão 5 foi proposta as mudança de meios, invertendo-os o meio 1 passaria a meio 2 e meio 2 para meio 1 e foram questionados em qual das situações o raio passaria mais longe da normal e mais uma vez a grande maioria conseguiu identificar a resposta correta que no caso seria a segunda situação.

Em T05 as questões que destacavam a etapa materializada referiram-se ao preenchimento de tabela, o enunciado do problema já determinado o meio1 como sendo o ar ($n=1$) e ângulo de incidência 30° , a primeira coluna sendo materiais do segundo meio (água, ar, vidro), a segunda coluna o estudante deveria preencher o valor do índice de refração de cada meio da primeira coluna, na terceira coluna preencheu-se o valor do ângulo de refração, na quarta o quociente entre o seno do ângulo de incidência e o do ângulo de refração e na quinta coluna o quociente entre o meio 1 e meio 2. A questão 18 estabeleceu a comparação dos resultados da coluna 4 e 5.

Da questão 6 a questão 11 os alunos obtiveram 100% de aproveitamento, as questões foram executadas com acesso ao software Optica Geométrica, em que os alunos preenchiam os valores de n_2 (água, ar e vidro), n_1 já estava predeterminado como sendo o ar e o ângulo com o valor de 30° de maneira que ao mudarem os meios

o ângulo alteraria e os estudantes só preenchiam os valores, já nas questões de 12, 13, e 14 os cálculos do quocientes entre os senos dos ângulo de refração e o quociente entre os índices de refração dos meios nas questões 15,16 e 17 e nesse sentido deveriam substituir os devidos valores e fazer a divisão e os resultados foram diminuindo gradativamente 12 (94% de acertos), 13 e 14 (83% de acertos), 15 a 17 (72% de acertos).

A questão 18 pedia que comparassem a 4ª e a 5ª coluna. 83% dos alunos conseguiram identificar que os valores são bem próximos, estabelecendo assim uma relação entre os ângulos e os meios em que os raios de luz propagam-se.

O trabalho 6 não será apresentado, pois o mesmo foi elaborado com o intuito de reforçar a atividade 5 e os resultados forma levemente melhores e nesse sentido a análise de do trabalho 5 contempla o objetivo que se propõe.

4.7- Etapa Verbal Externa - Seminário

O seminário (Apêndice 02) foi um dos últimos momentos da pesquisa. Os alunos receberam as questões previamente para que respondessem e as trouxessem no dia do seminário. Eram 09 questões que abordavam os temas reflexão, refração e formação de imagens em espelhos planos.

Na data compareceram somente 12 alunos, pois o período era a uma semana do recesso escolar. A dinâmica foi de sorteio do nome do aluno e em seguida o sorteio da questão que aquele aluno deveria responder. Algumas questões foram respondidas por duplas para que não se repetissem as questões a serem respondidas. Algumas repostas dadas pela turma foram gravadas em áudio (4 alunos) e as demais transcritas via registro do professor (12 alunos).

Os estudantes 22 e 17 responderam a questão 1 do seminário relacionada ao fenômeno de reflexão onde deveriam assinala entre duas ilustrações aquela que representava o fenômeno. A primeira ilustração com raios incidindo numa maçã e sendo refletindo e os raios refletidos chegavam até os olhos da pessoa e na segunda ilustração os raios de luz saiam dos olhos da pessoa incidindo no objeto refletindo e retornando aos olhos. O estudantes 17 responde a primeira questão sobre qual era o fenômeno representado, destacando que se tratava da reflexão e quanto a ilustração

correta disse ser a segunda, mas o estudante 22 intervém e diz, *“Os raios saírem de nossos olhos? (fala o nome do colega) Acho que não, lembro-me de termo visto isso, caso acontecesse como você diz seríamos super-heróis, a situação é a 1 os raios chegam no objeto e refletem chegando aos olhos.”*

Estudante 10 e estudante 11 responderam a questão 3 em que deveriam dizer o que aconteceria com a imagem de um objeto colocado entre um observador e um espelho caso o observador se deslocasse para esquerda. Num primeiro instante ficaram em dúvida e o professor realizou a leitura da questão. As estudantes tentaram ilustrar a questão montando um cenário onde o quadro seria o espelho e entre elas e o quadro colocaram um objeto e se deslocaram para esquerda. Ainda ficaram em dúvida. Pediram aos colegas um espelho e repetiram a situação e responderam num primeiro momento que o objeto mudaria de lugar, o que foi questionado por alguns colegas.

A discussão continuou sobre a mesma questão e após a indagações da turma disseram que a imagem mudaria de lugar. Observasse o erro em ambas as respostas, o que demonstrou que mesmo tendo trabalhado a questão no diagnóstico e nas aulas, ainda se encontram presentes modelos incorretos sobre o processo de visão, algo já identificado e que ainda permanece nesse momento do trabalho.

O estudante 11 respondeu a questão 09 efetuando o cálculo exigido e quando questionado sobre o que significam os valores obtidos ou quando mudamos algum valor como comportasse o raio soube descrever com clareza. O professor intervém perguntando *“O que ocorre com o raio refratado caso mantenha o ângulo incidente com valor de 45° e mude para o índice de refração do diamante (2,42) responda sem fazer cálculo”*. O estudante pensou por alguns segundos e responde: *“Professor ele ficara mais próximo da linha normal.”* Professor pergunta: *“Por quê?”* e o Estudante 11 responde: *“É por que no diamante não vai ser tão fácil de a luz passar (índice de refração maior) o diamante é mais junto e a luz muda se aproximando da normal.”*

É possível identificar algumas dificuldades referentes a organização dos conceitos, no entanto o aluno demonstrou compreensão do que ocorre.

A questão 02 foi respondida pela estudante 02 que num primeiro instante foi tomada por uma pequena dúvida, relendo o problema duas vezes para tentar compreendê-lo, destacando que o problema já havia sido visto no diagnóstico, na oportunidade a mesma havia errado e agora mediante os conceitos discutidos assinalou corretamente a resposta que foi dada após pequena fala da estudante, *“Tem*

relação com o que estudamos sobre reflexão, o raio que chega com um ângulo e o raio que sai com o mesmo ângulo... (estudante falando baixo como se estivesse falando consigo mesma)... Ah professor! Os raios de luz refletem no livro e chegam aos olhos da menina.”

Estudante 08 respondeu a questão 04 em que deveria destacar a imagem no espelho plano que correspondia ao objeto real. Sem muita dificuldade respondeu corretamente: *“Professor a imagem do objeto tem o mesmo tamanho, e esta em pé (imagem) como a outra, mas essa ponta no objeto real que está para direita ficara a esquerda da imagem (enantiomorfa) e se eu recortasse as imagens e colocasse um sobre a outra ia ver isso bem!”*

Questionados sobre o fenômeno de refração em que o índio deveria acertar o peixe e nesse sentido foi apresentada suas imagens de peixes uma mais a esquerda e outro mais a direita para que os alunos assinalassem o peixe que deveria ser acertado e essa questão coube aos estudantes 04 e 21 responderem. Após alguns segundos de discussão entre si o estudante 21 responde: *“Professor acho que é o peixe mais a esquerda, pois lembro de o senhor ter dito quando fez aquele jogo (simulação) no computador que o raio de luz muda. O estudante 04 intervém, “Não professor ele quis dizer que a luz refletida no peixe desvia quando sai da água, tem a ver com aquele lance de meios que o senhor falou, então como ela desvia não pode ir em linha reta como seria se fosse o peixe mais a direita que é o que vemos, mas não é o real.”*

Os Estudantes 13 e 05 responderam a questão em que um feixe de luz saía do ar e atingia algumas substâncias descritas numa tabela com vários meios e deveriam dizer o meio em que o ângulo de refração seria maior, os estudantes ficam em dúvida e o professor intervém lendo a questão e direcionando a discussão, “O que ocorre quando o feixe luz atinge o meio 2? O feixe se distancia ou se aproxima da normal?.” O estudante 13 responde: “se aproximam!” Professor: Por quê? O estudante 05 responde: “Por que os valores do meio da tabela são maiores!” Professor: “Mais todos esses meios são maiores e se aproximam da normal, quero saber o que se aproxima menos.” O estudante 13 responde: “Professor acho que é o gelo, pois dos valores que tem na tabela ele é o menor e quanto menor o valor mais longe vai passar da linha pontilhada ai (Normal).” Professor: “Linha pontilhada? A normal né!?” E o estudante 05 conclui: “E isso ai mesmo, normal, normal...”

4.8 - Avaliação Final

Na avaliação final (Apêndice 02) alguns aspectos deveriam ser considerados. O primeiro deles é de que essa avaliação não deveria divergir muito da avaliação realizada por outras turmas de 2º ano, pois a turma não era minha e o professor titular gostaria dessa certa semelhança da avaliação com as demais turmas. O segundo é o que a avaliação não teria o valor de 50 pontos e sim de 30 pontos e o terceiro é de que no momento da avaliação a maioria dos alunos estavam aprovados na disciplina de física anualmente.

Analisando as questões de 1 a 4 referente a formação de imagens em espelhos esféricos, de 5 a 7 o fenômeno de refração, temos nessa parte da avaliação aspectos da etapa materializada. O percentual de acertos foi de 100% na primeira questão, 94% na segunda e terceira questão, 52% na terceira questão, 79% na sexta questão e 36% na sétima questão.

As respostas com alto percentual de acertos serão desconsideradas para previa discussão que se segue. Nas questão 4 que aborda a formação de imagens em espelhos esféricos e 6 e 7 o fenômeno da refração. A questão 4 tem uma ilustração de uma imagem do software de Optica Geométrica espelho convexo com uma pessoa localizada a direita do centro de curvatura e deviam dizer onde estava a imagem, suas características e desenhar o diagrama que representava a imagem e é ai onde ocorreram os maiores erros e omissões de respostas, deduz-se que não compreenderam bem o conceito de raios espaciais na formação das imagens.

Na questão 6 eram necessários cálculos matemáticos para a determinação dos valores ângulos de refração e alguns estudantes apresentaram dificuldades nesse sentido, por conta de domínio de elemento de matemática básica e finalmente na questão 7 deveriam associar a partes da ilustração do fenômeno de reflexão e refração ao mesmo tempo e a grande maioria não conseguiu, isso foi interessante, pois na maioria das simulações os dois fenômenos ocorriam simultaneamente.

A questão 5 abordou o fenômeno de refração e mais uma vez a ilustração de um objeto imerso na água foi trazida, dessa vez em de um peixe uma lanterna que emite luz e a pessoa deve optar entre a lanterna 1 mais acima e a lanterna 2 mais abaixo e mais uma vez a dificuldade foi alta, apenas dois alunos conseguiram associar a situação ao fenômeno de refração, a grande maioria trouxe elemento da reflexão para explicar um fenômeno de refração através de explicações como: é a lanterna 2, porque

se fossemos coloca-la em uma linha reta e daria uma imagem direita, real e invertida, lanterna 2, porque a 1 esta sendo refletida ou é a lanterna dois por que ela reflete na superfície.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a pesquisa-ocorreram alguns problemas relacionados dificuldades do pesquisador, ao calendário escolar, ao processo de direcionamento pedagógico das aulas e questões de indisciplina.

As dificuldades do pesquisador relacionavam-se a insegurança quanto ao domínio da teoria utilizada, pois a sua compreensão demanda um bom tempo, pois temos como objetivo aplica-la e nesse sentido a teoria torna-se dinâmica. Tendo cinco etapas que vão da elaboração da Base Orientadora da Ação a Formação da Linguagem Externa Para Si (Automatização) pesquisa alcançou a Etapa Materializada iniciando a Etapa Verbal Externa.

Mesmo sendo algo novo nota-se que a teoria é eficiente, pois os conceitos são construídos gradativamente pelos estudantes, no entanto temos outro obstáculo que merece toda a atenção, pois a implementação de uma metodologia pautada numa teoria implica mudança de paradigmas presentes no ambiente escolar e nesse sentido ao aplica a teoria houve resistências implícitas por parte da escola, pois a quantidade de conteúdos propostos para aquela série deveriam ser cumpridos e nesse sentido o processo ficou prejudicado.

A responsabilidade da turma ficou por conta do pesquisador, que atribuiria as notas da turma e nesse sentido os alunos só realizavam as atividades se obtivessem alguma nota. Mas outro problema se apresentava, a grande maioria dos estudantes já estava aprovado por nota desde o terceiro bimestre e a nota do quarto bimestre pouco importava para a maioria.

Nas últimas semanas de aula o pesquisador foi comunicado que da nota do bimestre sobre responsabilidade dele 50 pontos já estavam comprometido com um evento cultural da escola. Diante de todo esse quadro os estudantes não tinham estímulo da nota para que realizassem as atividades propostas e o trabalho do professor/pesquisador passou a ser dobrado, pois deveria convencê-los a participar sobre a justificativa de aprender de uma maneira inovadora que possibilitaria que através dessa metodologia pautada na Resolução de Problemas Experimentais aplicar a outras áreas do conhecimento.

O calendário escolar de 2015 ficou comprometido e a pesquisa que deveria ocorrer no quarto bimestre letivo compreenda entre os meses de outubro a meados de Dezembro iniciou-se no final de Janeiro de 2016 até meados de abril do mesmo

ano. Mesmo as aulas sendo comprometidas por essas datas muitas estudantes faltaram no retorno as aulas após a greve e no final do ano letivo, pois como justificado acima, a grande maioria já estava aprovada.

A indisciplina era outro aspecto que dificultou bastante a realização da pesquisa e nesse sentido foram muitas aulas comprometidas pela grande quantidade de tempo que o professor perdia para que se organizassem, deixassem de utilizar o celular ou até mesmo parassem de acessar a páginas de internet diversas e não a do trabalho que se propunha realizar.

Concluída a pesquisa observasse muitos erros cometidos, no entanto tais erros percebidos e repensados pelo pesquisador que se vê mais preparado no que se refere a metodologia da pesquisa, sua aplicação, registro e redirecionamento da mesma quando preciso.

Assim como o objetivo geral foi cumprido parcialmente, pois a análise da aprendizagem da atividade de situações problema só abrangeu as leis de reflexão e refração, e formação de imagem em espelhos, ficando sem estudar a formação de imagens em lentes.

O diagnóstico, como objetivo específico, foi cumprido cabalmente, pois permitiu organizar e desenvolver as BOA's atendendo as necessidades dos estudantes. Cada uma das BOA's permitiram compreender as ações e as operações necessárias para resolução de problema em ambientes virtuais ainda que um número expressivo de estudantes apresentou diversas dificuldades nas etapas subsequentes. Quanto a determinação das etapas em que os estudantes se encontravam os instrumentos de coleta de dados permitiram determinar pequenos avanços na turma, sendo que a maioria dos estudantes venceram a etapa materializada e uma pequena minoria chegando a etapa verbal externa.

O produto como uma sequencia didática que utiliza um software de Óptica Geométrica, atrelado a uma teoria de aprendizagem direcionada didaticamente pelo professor permite explorar as discussões conceituais do conteúdo estudado diminuindo a matematização do ensino de física.

REFERÊNCIAS

ASBAHR, F. da S. F. Sobre a atividade pedagógica. In: Asbahr, F. da S. F. **Sentido pessoal e projeto político pedagógico: análise da atividade pedagógica a partir da psicologia histórico-cultural**. Dissertação (Mestrado em Psicologia)–São Paulo: s.n., 2005.

BARROS, Carlos.; PAULINO, Wilson. Ciências: Física e Química, 9º ano. 5 ed, São Paulo: Ática, 2012

BRASIL. PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: Ministério da Educação e Cultura, SEMTEC, 2002.

_____. SECRETARIA DA EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: ciências naturais: terceiro e quarto ciclos. Brasília: MEC/SEF, 1998b. 136 p.

BODEMER, Daniel et al. Daniel Bodemer et al., The active integration of information during learning with dynamic and interactive visualisations, *Learning and Instruction* **14**, pg 325, 2004. BRASIL.

BONJORNO *et al.* Física: termologia, óptica e ondulatória, 2º ano. 2. Ed. São Paulo: FTD, 2013.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 3, 2002.

CLEMENT, Luiz; TERRAZZAN, Adolfo. Atividade Didáticas de Resolução de Problema e o ensino de conteúdos procedimentais. *Revista Autónoma de Investigación en Educación en Ciencia*, Buenos Aires, v.6, n.1, p.87-101, jul.2011.

COSTA, R.C.S. Formação de um Grupo de Teatro Científico Problematizador a partir do desenvolvimento de Atividades de Situação Problemas Experimentais em Termodinâmica Fundamentada na Teoria de Galperin. 2015 65f. Qualificação (Mestrado em Ensino de Ciências) Universidade Estadual de Roraima-UERR, Boa Vista. 2015.

ELLIOTT, J. (1993). *El cambio educativo desde la investigación-acción*, Madrid: Morata.

FERNANDES, S. Um estudo Sobre a Consistências de Modelos Mentais sobre a Mecânica de estudantes do Ensino Médio, 2011, 212f. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG, 2011.

GALPERIN, P.I.; LEONTIEV, A.N. **Learning theory and programmed instruction. Soviet Education**, New York, v. 7, n. 10, p. 7-15, 1965.

_____, P.I. **Problems in psychology of activity.** *Journal of Russian and East European Psychology*, Armonk, v. 33, n. 4, p. 18-31, july/aug. 1995.

GEWANDSZNAJDER, Fernando. Ciências: matéria e energia, 9º ano, 1 ed. São Paulo: Ática, 2012

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

Gil Pérez, D. & Martínez Torregrosa, J. (1987). *La Resolución de Problemas de Física: Una Didáctica Alternativa.* Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia: ed. Vicens-vives.

_____, D.; et al (1992). Questionando a didática de resolução de problemas: elaboração de um modelo alternativo. *Caderno Catarinense itde Ensino de Física*, Florianópolis: UFSC, 9(1), 07-19.

HALLIDAY et al. **Fundamentos de física 4: Óptica e física moderna.** 8.ed. Rio de Janeiro: LTC, V.4, 2009.

HARRES, João Batista Siqueira. Um teste para detectar concepções alternativas sobre tópicos introdutórios de Ótica Geométrica. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 10(3): 220-234,1993.

KOZULIN, Alex. O conceito de atividade na psicologia soviética: Vygotsky, seus discípulos, seus críticos. In: DANIELS, H. (Org.). Uma introdução a Vygotsky. São Paulo: Loyola, 2002.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A. Fundamentos de Metodologia científica. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.

LEONTIEV, A. N. Actividad, conciencia, personalidad. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1983.

LIGUORI, Laura M. As novas tecnologias da informação e da comunicação no campo dos velhos problemas e desafios educacionais. In: Edith Litwin (org.). *Tecnologia educacional: política, histórias e propostas.* Ed. Artes Médicas, Porto Alegre, 78-97 1997.

MAJMUTOV, Mirza I. **La enseñanza problémica.** La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1983.

MARX, K. **O Capital:** Crítica da Economia Política. Livro 1. Vol I. 13a edição, Rio de Janeiro:Bertrand Brasil, 1989.

MEDEIROS, A; MEDEIROS, C. F. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 77-86, jun. 2002.

MENDOZA, Hector José Garcia. Estudio Del Efecto Del Sistema de Acciones Em el Proceso Del Aprendizaje En La Actividade De Situaciones Problema En Matemática Em La Asignatura De Algebra Lineal, En el Contexto de La Facultad Actual De La

Amazonia. 2009 Tese (Doutorado em Psicopedagogia) -Universidade de Jaén (UJAEN), Espanha, 2009a.

_____; ORTIZ, Ana M.; MARTÍNEZ, Juan M.; TINTORER, Oscar: **Lateoría de la actividad de formación por etapas de las acciones mentales en la resolución de problemas**. Revista Inter Science Place, Rio de Janeiro. Ano 2 - N ° 09 Setembro/Outubro – 2009b.

_____; TINTORER, O. A contribuição de Galperin na avaliação de provas de lápis e papel de sistemas de equações lineares. Revista de Psicopedagogia, Psicologia Escolar e Educação, v. XII, p. 289-323, 2013.

MENEGAT, T. M. C.; et al (2007). *Textos de divulgação científica em aulas de física: uma abordagem investigativa*. In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, Florianópolis. Anais do VI ENPEC, Florianópolis: ABRAPEC.

MIRANDA, R. M.; BECHARA, M. J. Uso de simulações em disciplinas básicas de mecânica em um curso de licenciatura em física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9., 2004, Jaboticatubas, MG. **Atas...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2004. p. 1-12.

NÚÑES, Isauro Beltrán. Vygotsky , Leontiev, Galperin. Formação de conceitos e princípios didáticos. Brasília: Líber Livro, 2009.

NUNES, A.O. O ensino de óptica no nível fundamental: uma proposta de ensino-aprendizagem contextualizada para a oitava série. 2006 164f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) Universidade Federal do Rio Grande do Norte-UFRN, Natal. 2006.

OLLAIK, L.; ZILLER, H. Concepções de Validade em Pesquisas Qualitativas. Educação e Pesquisa (USP. Impresso), v. Educ., p. 10.1590, 2012.

PEDUZZI, L. O. Q. (1997). Sobre a resolução de problemas no ensino da física. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis: UFSC, 14(3), 229-253.

POLYA, G. **A arte de resolver problemas**. Rio de Janeiro: Interciência, 1995.

REZENDE, Alexandre; VALDES, Hiram. Galperin: implicações educacionais da teoria de formação das ações mentais por estágios. In: Educação & Sociedade, Campinas, v. 27, n. 97, p. 1205-1232, set/dez. 2006.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa Social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 1999.

ROCHA-PINTO, S.R.; FREITAS, A. S.; MAISONAVE, P. R. Métodos interpretativistas em Administração: as implicações para o(a) pesquisador(a). In: Encontro da associação internacional de Pós-graduação e pesquisa em administração, 32. 2008, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: ANPAD, 2008.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, P. B. **Metodologia de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: McGraw-Hill Interamericana do Brasil Ltda., 2006.

SANTOS, S.A. Estudo da aprendizagem na atividade de situações problema em limite de uma variável fundamentado na teoria de formação por etapas das ações mentais de Galperin na Licenciatura em Matemática no Instituto de Federal de Educação de Roraima. 2014. 200f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) Universidade Estadual de Roraima-UERR, Boa Vista. 2014.

SILVA, L.L.F. A experimentação na resolução de problemas como ferramenta pedagógica no ensino de Física. 2014. 101f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) Universidade Estadual de Roraima-UERR, Boa Vista. 2014.

SOUZA, R. A atividade de situações problema no teatro científico como estratégia de aprendizagem da cinemática no ensino médio na proposta de P.Ya.Galperin. 2014. 166f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) Universidade Estadual de Roraima-UERR, Boa Vista. 2014.

TALÍZINA, N.F. *Psicología de la enseñanza*. Moscou: Progreso, 1988. (Biblioteca de Psicología Soviética).

VALENTE, J. A. **Diferentes usos do computador na educação**. Campinas: Unicamp: 1995.

VEIT, E. A.; ARAUJO, I. S. Modelagem computacional no ensino de física. In: ENCONTRO DE FÍSICOS DO NORTE E NORDESTE, 23, 2005, Maceió. **Atas...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2005. p. 1-13.

VYGOTSKY, L. S., **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes. 1984

XAVIER, B.; XAVIER, J.; MONTSE, N. Applets en la enseñanza de la física. **Enseñanza de Las Ciencias**, v. 21. n. 3, p. 463-472, 2003.

APÊNDICES 1



ESTADO DE RORAIMA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA - UERR
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PROPES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS - PPGE



Este questionário é parte de uma pesquisa de dissertação de mestrado do programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências tem como objetivo o levantamento dos conhecimentos dos alunos do 2º ano do Ensino Médio referente ao conteúdo de Optica Geométrica, Resolução de Problema como metodologia de ensino e familiarização com uso de computadores.

Instruções:

- 1º) Este diagnostico consta de 14 questões (objetivas e subjetivas), confira se ele está completo.
2º) Em cada uma das questões objetivas escolha uma e apenas uma das alternativas apresentadas.

1). Uma aluna, Elisa, e seu professor discutem o que segue:

Prof.: - Explique como você vê o livro.

Elisa: - Sinais nervosos vão desde meus olhos até meu cérebro.

Prof.: Sim, isto acontece entre os olhos e seu cérebro. Mas existe uma certa distância entre o livro e seus olhos. O que acontece entre eles?



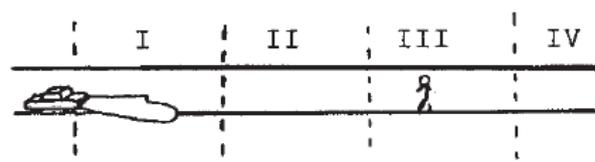
Com qual das alternativas seguintes você responderia à pergunta do professor?

- (A) Raios vão dos meus olhos até o livro de modo que assim posso vê-lo.
(B) Não acontece nada, o livro está iluminado e isto basta para que eu possa vê-lo.
(C) A luz do ambiente refletida no livro chega até os meus olhos.
(D) Os olhos emitem raios que retomam ao cérebro trazendo a informação da imagem.

(adaptada de Andersson e Kärrqvist, 1983).

2) Em uma noite escura e sem nevoeiro um carro está parado em uma estrada reta e plana. O carro está com seus faróis ligados. Um pedestre, também parado na estrada, é capaz de ver os faróis. A figura da página seguinte ilustra esta situação e está subdividida em quatro seções. Até onde a luz dos faróis do carro alcança?

- (A) No máximo até a seção I.
(B) No máximo até a seção II.
(C) No máximo até a seção III.



- 3) O desenho ao lado mostra um observador parado em frente a um espelho plano. Entre o espelho e o observador encontra-se um objeto. Se o observador mover-se para a esquerda, o que acontecerá com a imagem do objeto?
(adaptada de Andersson e Kärrqvist, 1983).



- (A) Permanecerá no mesmo lugar onde estava.
- (B) Se deslocará para a esquerda do observador.
- (C) Se deslocará para a direita do observador.

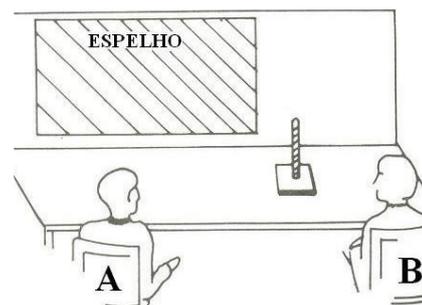
4) O que você poderá fazer para que, colocado em frente a um espelho plano, possa ver uma maior parte do seu próprio corpo?

- (A) Nada.
- (B) mover-se para trás.
- (C) Mover-se para frente.

5) Onde está localizada a imagem de um objeto colocado em frente a um espelho plano?

- (A) Na frente do espelho.
- (B) Na superfície do espelho
- (C) Atrás do espelho

6) A figura abaixo mostra um objeto que se encontra além da borda direita de um espelho plano. Os observadores A e B podem ver a imagem do objeto?



- (A) Sim, ambos podem ver a imagem.
- (B) A pode ver a imagem, mas B não.
- (C) A não pode ver a imagem, mas B pode.
- (D) Não, nenhum dos dois pode ver a imagem.

7) Você sabe o que é resolução de problema?

- (A) sim
- (B) não

Caso sim, justifique a sua resposta:

8) Você trabalha com a resolução de problema?

- (A) frequentemente

(B)às vezes

(C)nunca

9) Em quais disciplinas você utiliza ou utilizou a resolução de problema?

10) Você possui computador em casa? Caso não possua, utiliza outros locais para ter acesso ao computador? Qual uso você fez?

11) Você utiliza o computador na escola? Quais disciplinas? Caso utilize, quais as disciplinas e que uso você fez?

12) Você sabe o que é experimentação em Ambientes Virtuais?

(A) sim

(B) não

Caso sim, justifique a sua resposta:

APÊNDICES 2

Escola Estadual Presidente Tancredo Neves

Disciplina: Física Turma: 203

Boa Vista-RR, ____ de _____ de _____

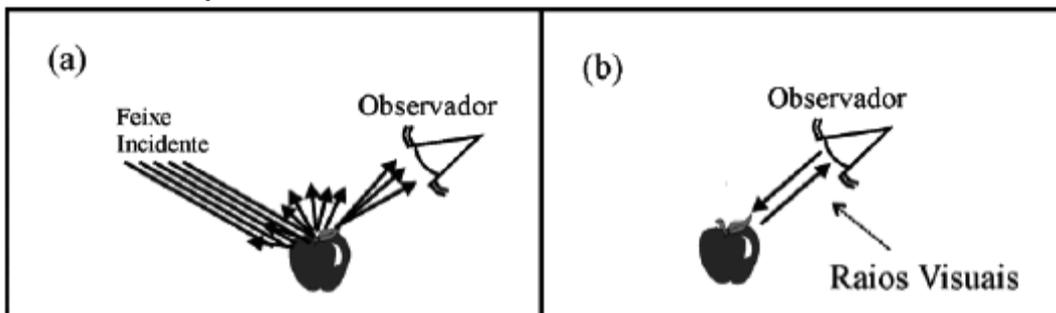
Alunos: _____ Nº _____

Valor : 30 pontos Entrega das questões resolvidas e apresentação_7/3/2016

IV - BIMESTRE

SEMINÁRIO DE OPTICA GEOMÉTRICA –REFLEXÃO E REFRAÇÃO

Observe a ilustração abaixo:



Qual fenômeno é representado? Que ilustração define esse fenômeno de maneira correta? Por que?

2) uma aluna, Elisa, e seu professor discutem o que segue:

Prof.: Explique como você vê o livro.

Elisa: Sinais nervosos vão desde meus olhos até meu cérebro.

Prof.: Sim, isto acontece entre os olhos e seu cérebro.

Mas existe uma certa distância entre o livro e seus olhos. O que acontece entre eles?



Com qual das alternativas seguintes você responderia à pergunta do professor?

- Raios vão dos meus olhos até o livro de modo que assim posso vê-lo.
- Não acontece nada, o livro está iluminado e isto basta para que eu possa vê-lo.
- A luz do ambiente refletida no livro chega até os meus olhos.
- Os olhos emitem raios que retomam ao cérebro trazendo a informação da imagem.

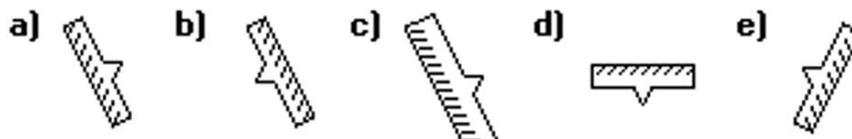
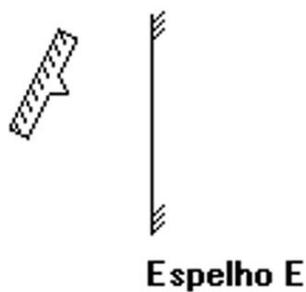
Justifique sua resposta e faça um esquema do que deve acontecer.

O desenho ao lado mostra um observador parado em frente a um espelho plano. Entre o espelho e o observador encontra-se um objeto. Se o observador mover-se para a esquerda, o que acontecerá com a imagem do objeto?

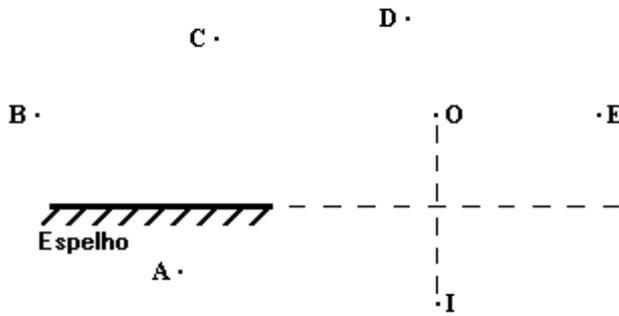


- a) Permanecerá no mesmo lugar onde estava.
- b) Se deslocará para a esquerda do observador.
- c) Se deslocará para a direita do observador.

4) A imagem da figura, obtida por reflexão no espelho plano E, é melhor representada por:



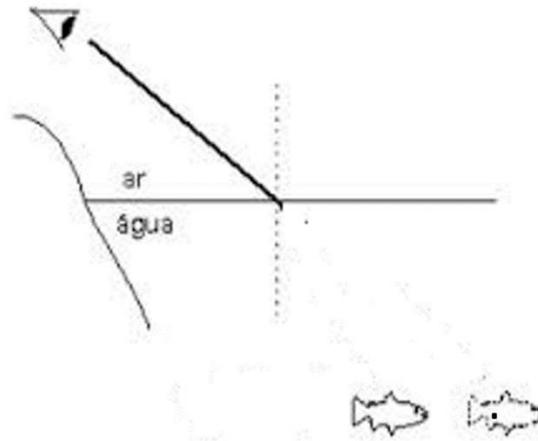
5 (Unesp) A figura a seguir representa um espelho plano, um objeto, O, sua imagem, I, e cinco observadores em posições distintas, A, B, C, D e E.



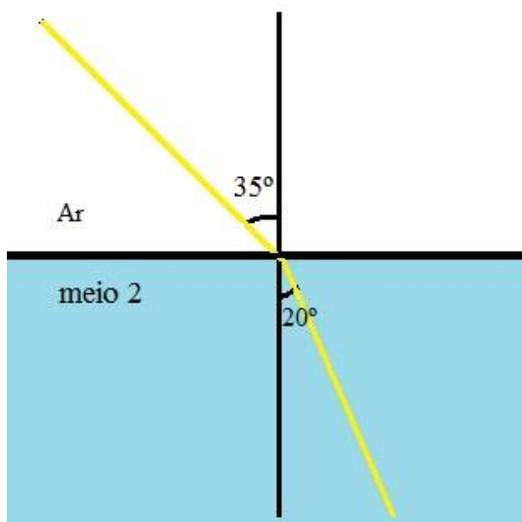
Entre as posições indicadas, a única da qual o observador poderá ver a imagem I é a posição

- A.
- B.
- C.
- D.
- E

6) Imagine que você irá jogar uma lança para pescar um peixe e o observa como a figura abaixo. Em que ponto você deveria atirar a lança no ponto em que se encontra o peixe a direita ou a esquerda. Justifique sua resposta.



7) Um raio de luz atravessa a interface entre o ar e um líquido desconhecido, mudando sua direção conforme mostra a figura abaixo. Sabendo que o índice de refração do ar é 1, calcule o índice de refração do líquido. Dados: $\text{sen}35^\circ = 0,57$ e $\text{sen}20^\circ = 0,34$, para isso utiliza a relação $\frac{\text{sen } \theta_i}{\text{sen } \theta_r} = \frac{n_2}{n_1}$



8) Um feixe de luz, inicialmente no ar, incide em um mesmo ângulo sobre cada uma das substâncias da tabela abaixo com seus respectivos índices de refração. O ângulo de refração é maior em:

- a) água b) vidro c) gelo d) benzeno e) diamante

SUBSTÂNCIA	ÍNDICE DE REFRAÇÃO
Vidro	1,52
Diamante	2,42
Gelo	1,31
Benzeno	1,50
Água	1,33

9) Determine o ângulo de refração utilizando a relação $\frac{\text{sen } \theta_i}{\text{sen } \theta_r} = \frac{n_2}{n_1}$

Introdução

Espelhos

Espelhos e Imagens

Lentes

Reflexão e Refração

Ângulo de Incidência 45°

Ângulo de Reflexão 45°

Ângulo de Refração

Óptica Geométrica

APÊNDICES 3

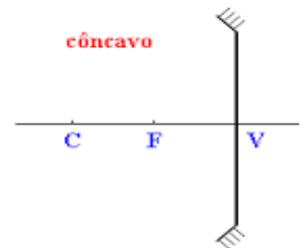
Nome: _____ nº _____ Ano/turma ____ Em ____/____/____

AVALIAÇÃO DE FÍSICA - 4º BIMESTRE

1. A figura abaixo esquematiza um espelho côncavo, de centro de curvatura **C**, e uma vela é colocada entre o centro de curvatura e o foco do espelho. (6,25 pts)

A imagem da vela, fornecida pelo espelho, é

- (a) virtual, invertida e menor que a vela.
- (b) real, direita e menor que a vela.
- (c) virtual, direita e maior que a vela.
- (d) real, direita e maior que a vela.
- (e) real, invertida e de mesmo tamanho que a vela



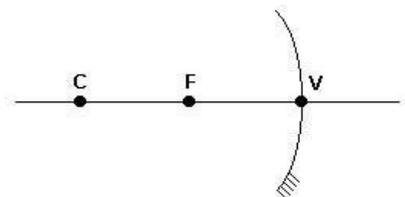
2. Por possuir propriedades de ampliar o campo visual do observador, os espelhos esféricos apresentam várias aplicações (6,25 pts)

As imagens fornecidas pelos espelhos convexos

- (a) são sempre reais, menores e invertidas
- (b) são sempre virtuais, maiores e invertidas
- (c) são sempre virtuais, menores e direitas
- (d) são sempre reais, maiores e direitas



3. Considere o esquema óptico a seguir, onde **V** é o vértice do espelho côncavo, **C** seu centro de curvatura e **F** seu foco principal. (6,25 pts)



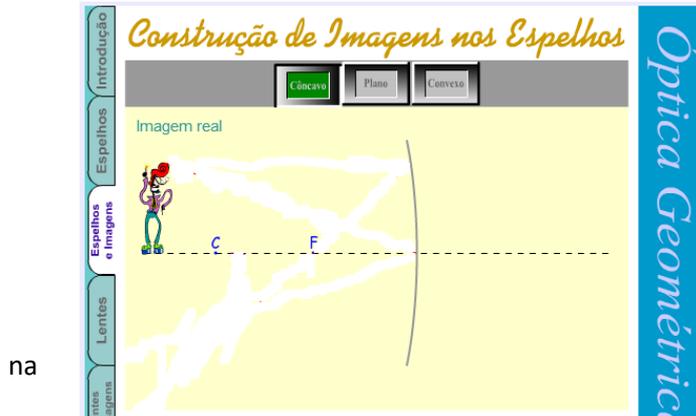
Associe as colunas a seguir:

POSIÇÃO DO OBJETO	CARACTERÍSTICAS DA IMAGEM
() à esquerda de C	1. real, menor e invertida
() sobre C	2. imagem imprópria
() entre C e F	3. real, maior e invertida
() sobre	4. virtual, maior e direita
() entre F e V	5. real, igual e invertida

A sequência correta, de cima para baixo, será:

- a) 3, 4, 1, 5, 3. b) 1, 3, 4, 5, 2. c) 5, 4, 2, 1, 3. d) 1, 5, 3, 2, 4. e) 3, 4, 1, 2, 5.

4. Observando a figura abaixo responda: (8,50 pts)

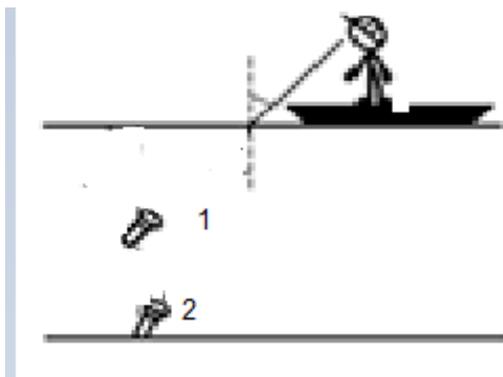


a) Onde está localizada a imagem?

b) Quais as características da imagem?

c) Desenhe os raios especiais para determinar a posição da imagem figura?

5. Um pescador deixa cair uma lanterna acesa em um lago. No fundo do lago, a lanterna emite um feixe luminoso de maneira que uma das lanternas na figura é a lanterna real e outra é uma imagem (veja figura). (6,25 pts)



a) Qual das lanternas é real? Justifique sua resposta.

6. Determine o ângulo de refração na figura abaixo usando a 2ª lei da refração $\frac{\text{sen } \theta_i}{\text{sen } \theta_r} = \frac{n_2}{n_1}$ (10,25 pts)

Reflexão e Refração

Ângulo de Incidência: 45° Ângulo de Reflexão: 45° Ângulo de Refração: ?

Índice de Refração	
Vácuo:	1
Ar:	1,0003
Água:	1,33
Vidro:	1,52
Diamante:	2,42

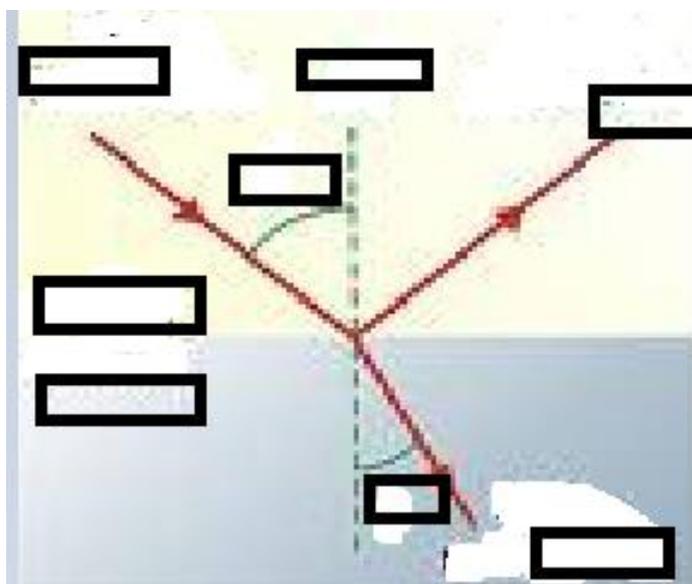
Meio 1: vácuo
 Meio 2:

Produzido por:

Clique no LASER e arraste-o para mudar o Ângulo de Incidência

Óptica Geométrica

7. Preencha as lacunas da imagem a seguir com a numeração correspondente as partes dos fenômenos de reflexão e refração (6,25 pts)



- 1-Normal
- 2-Ângulo de incidência i
- 3-Ângulo de refração r
- 4-Raio incidente
- 4-Raio refletido
- 4-Raio refratado
- 6-Meio 1
- 7-Meio 2

APÊNDICES 4

1 - SEQUÊNCIA DIDÁTICA ÓPTICA GEOMÉTRICA

1.1 Referencial Teórico

As simulações permitem reproduzir na tela do computador o comportamento de um dado sistema, bem como visualizar na tela do computador o que ocorre quando se alteram variáveis num determinado processo, possibilitando observações, em pouco tempo, mas é importante destacar que a simulação não substitui atividades experimentais concretas (VEIT; ARAUJO, 2005, p. 5).

Outro aspecto importante das simulações computacionais é o fato de serem úteis diante da falta de recursos de experiência original sendo impossível de ser reproduzida pelos discentes, experimentos perigosos ou com arranjos experimentais dispendiosos muito caros, assim como outros fenômenos muito lentos ou extremamente rápidos podem ser incluídos, dentro da classe de eventos a serem utilizados nas simulações computacionais no ensino da Física (SNIR *et al*, 1988, *apud* MEDEIROS; MEDEIROS, 2002).

E o papel do professor segundo Valente (1995) é empregar a simulação como complemento de suas aulas, planejando a atividade antecipadamente desta forma, criar oportunidades de aprendizagem, antes ou após a realização de sua metodologia educacional.

O processo de formação das ações mentais ocorre por 5 etapas de acordo com Galperin (1965) que afirma que a formação da mente deve ser planejada e executada em uma sequência de etapas de ações : Base Orientadora de Ação (B.O.A), Formação da ação em forma material ou materializada; Formação da ação verbal externa; Formação da ação na linguagem externa para si (capacidade de generalizar); Formação da ação na linguagem interna. (automatização).

O processo de assimilação de acordo com Talizina é iniciado pelo objetivo de ensino orientado para uma mudança do estado para que se chegue a um estado pré-determinado. O estado de partida segundo a autora deve ser diagnosticado em dois níveis: o primeiro deles seria o estabelecimento de uma correspondência entre o nível de desenvolvimento dos alunos e os objetivos propostos para uma determinada etapa dada do ensino.

Realizado o diagnóstico é iniciado o processo de assimilação que segundo Talízina (1988) deve assegurar os passos do tipo de formação, da atividade psíquica através de etapas qualitativas do processo, onde é possível identificar os conteúdos concretos de tais etapas e suas sucessões recorrendo a regras específicas do processo dirigido, no caso específico, a teoria de estudo.

A retroalimentação aplicada ao processo de estudo pressupõe a solução de dois problemas. A determinação do conteúdo de tal retroalimentação e a frequência em que tal retroalimentação deve ocorrer. Na determinação dos conteúdos o professor deve levar em consideração os objetivos de ensino e a teoria psicológica utilizada e na frequência do controle do processo objetiva resultados mais satisfatórios na direção do processo de assimilação.

E finalmente a correção como um dos elementos dos sistemas de exigências estabelece que mediante as informações recebidas da retroalimentação seja possível introduzir as correções necessárias, tal correção podendo ser realizada mediante três situações apresentadas pelos alunos.

O produto destacado a seguir é composto por uma sequência didática de 9 aulas com 16 horas no total contemplando as três primeiras etapas das ações mentais e conceitos de Galperin, o nível de partida realizado através do diagnóstico não é apresentado, bem como a avaliação final. A sequência didática é para um bimestre do Curso de Física do 2º ano do Ensino Médio que tem uma carga horária de 20 horas e as aulas compreendem 16 horas, as 4 horas restantes são para a realização do diagnóstico e da avaliação final.

A simulação *Optica geométrica* (fig.1) que é referência da sequência didática, o aplicativo para celular *Ray optics* (fig.2) baixado pelos estudantes e o software complementar *Refraction simulator* (fig.3) são destacados nas figuras abaixo.

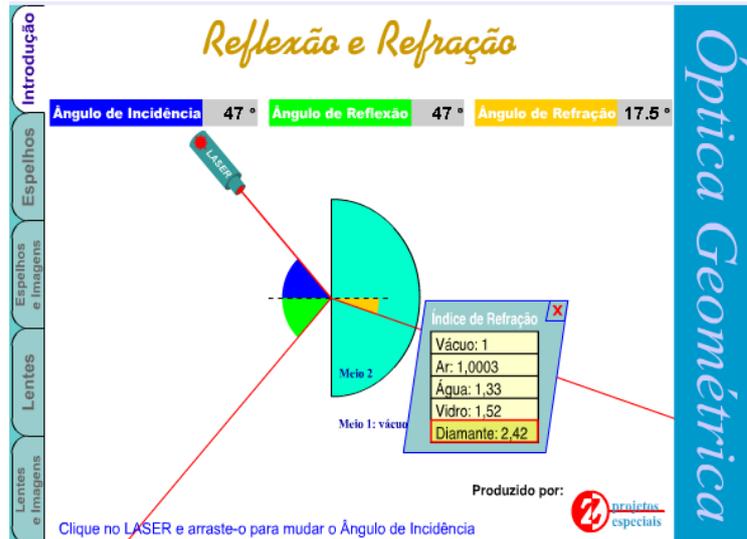


Figura 01 – Software *Optica Geométrica*



Figura 02 – Aplicativo *Ray Optics*

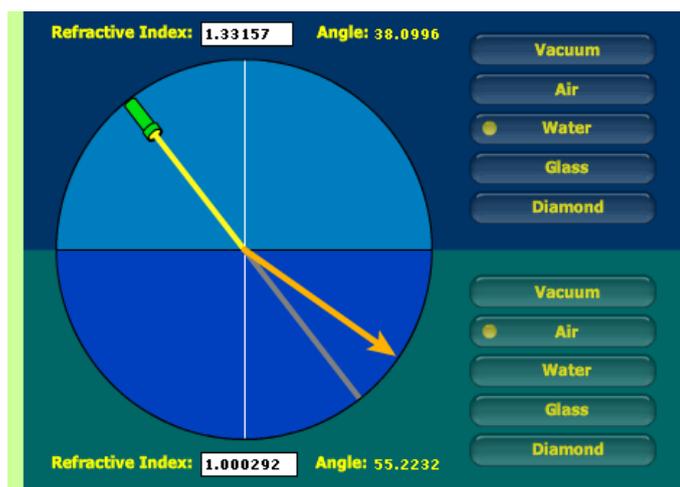


Figura 01 – Software *Refraction simulator*

1.2 Sequencia Didática

BASE ORIENTADORA DA AÇÃO – BOA

LEI DA REFLEXÃO E FORMAÇÃO E IMAGENS EM ESPELHOS	
AULA: 01	CARGA HORÁRIA: 2h
<ul style="list-style-type: none"> • • Orientação da proposta de utilização de software no estudo da Óptica Geométrica; • Apresentação do software “Óptica Geométrica” no data show; • Orientação de como chegar ao software através do endereço, aberta a página digitar 37438 no campo “buscar” e com a página da aula aberta abrir o ícone ÓPTICA GEOMÉTRICA; (portaldoprofessor.mec.gov.br→37438→Optica Geométrica). • Manuseie livremente o software • Clique no ícone “INTRODUÇÃO” e observe os seguintes parâmetros: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Ângulo de incidência (cor azul); ➤ Ângulo de reflexão (cor verde); ➤ Linha pontilha (NORMAL) que aparece perpendicular ao plano do espelho e a definição do ângulo de reflexão formado a partir da normal. • Varie o valor do ângulo de incidência para 15°, 30°, 45°, 60° e 90°. • Observe o que ocorre com os valores dos ângulos de reflexão na parte superior, bem como os ângulos de incidência (cor azul) e reflexão formados a partir da normal. • Discussão coletiva da simulação para a elaboração dos conceitos referentes a 1ª e a 2ª lei da reflexão; 	

BASE ORIENTADORA DA AÇÃO – BOA	
LEI DA REFLEXÃO E FORMAÇÃO E IMAGENS EM ESPELHOS	
AULA: 02	CARGA HORÁRIA: 2h
<ul style="list-style-type: none"> • No software OPTICA GEOMÉTRICA clique no ícone ESPELHOS; • Varie de espelho côncavo a convexo e observe o que ocorre; 	

- Regule deixando a simulação em espelho plano e observe o comportamento dos raios;
- Determine o que são as setas que chegam e saem na simulação;
- Compare a simulação ESPELHOS com a simulação INTRODUÇÃO;
- Observe C (centro de curvatura) e F (foco) que aparecem e determine o comportamento dos raios incidentes e refletidos como relação a tais parâmetros;
- No software OPTICA GEOMÉTRICA clique no ícone ESPELHOS E IMAGENS;
- Varie de espelho côncavo a convexo e observe o que ocorre com a imagem;
- Determine as características da imagem em espelhos côncavos quando o objeto:
 - Objeto localizado antes do centro de curvatura (C)
 - Objeto localizado sobre o centro de curvatura (C)
 - Objeto localizado entre o centro de curvatura (C) e o foco (F)
 - Objeto localizado sobre o foco (F)
 - Objeto localizado depois do foco (F);

Como complementação da aula solicitar que os estudantes baixem no aplicativo *Ray Optics* gratuito para celular

BASE ORIENTADORA DA AÇÃO – BOA	
LEI DA REFLEXÃO E FORMAÇÃO E IMAGENS EM ESPELHOS	
AULA: 03	CARGA HORÁRIA: 1h
<ul style="list-style-type: none"> • Abra o aplicativo para celular <i>Ray Optics</i>; • Manuseie o software livremente; • Observe os parâmetros mirror (espelhos) e objects (objetos); • Analise os parâmetros numéricos, posição dos do objeto, altura e foco • Insira os tipos de espelhos (concave, plane e convex) e o objeto; 	

- Varie o objeto em cada tipo de espelho;
- Compare a simulação *Ray Optics* com a simulação *Optica Geométrica*;

ETAPA MATERIALIZADA

TRABALHO 1-REFLEXÃO E ESPELHOS PLANOS

AULA: 04

CARGA HORÁRIA: 1h

- Professor distribui para os estudantes o trabalho 1 exibido no Data Show e dando às seguintes orientações;
- Leia atentamente as questões;
- Responda a questão 1 e 2 letra (Os estudantes tem um certo tempo para a resolução das questões);
- Estudantes devem ser convidados a vir ao quadro responder suas questões e para que se inicie um momento de discussão das respostas dadas e o professor mediante tal resultado direciona para que as respostas corretas sejam construídas;

ETAPA MATERIALIZADA

TRABALHO 3 E 4-REFLEXÃO, ESPELHOS PLANOS E ESFÉRICOS

AULA: 05

CARGA HORÁRIA: 2h

- Professor distribui para os estudantes o trabalho 3 exibido no Data Show e da às seguintes orientações;
- Leia atentamente a questão;
- Responda a questão 3 (Os estudantes tem um certo tempo para a resolução das questões);
- Estudantes devem ser convidados a vir ao quadro responder suas questões e para que se inicie um momento de discussão das respostas dadas e o professor mediante tal resultado direciona para que as respostas corretas sejam construídas;

- No trabalho 4 o professor distribuiu para os estudantes tabela para que de posse do aplicativo para celular *Ray Optics* preencha-a determinando as características das imagens de acordo com a posição do objeto;

Obs. O trabalho 3 trata-se da questão 3, tirada do trabalho 2 e readaptada.

BASE ORIENTADORA DA AÇÃO – BOA

LEI DA REFRAÇÃO

AULA: 06

CARGA HORÁRIA: 2h

- No software OPTICA GEOMÉTRICA clique no ícone INTRODUÇÃO;
- Manuseie livremente o software
- Observe os seguintes parâmetros:
 - Ângulo de incidência (cor azul);
 - Ângulo de refração (cor amarela);
 - Linha pontilha (NORMAL) que aparece perpendicular ao plano do espelho e a definição do ângulo de refração formados a partir da normal.
 - Índices de refração do meio 2 (vácuo, ar, água, vidro e diamante)
- Mantenha o meio 2 como sendo água e varie o valor do ângulo de incidência para 15°, 30°, 45°, 60° e 90°.
- Mantenha o ângulo 45° e varie o valor do meio 2 (vácuo, ar, água, vidro e diamante).
- Observe o que ocorre com os valores dos ângulos de refração na parte superior da simulação, bem como os ângulos de incidência (cor azul) e refração (cor amarela) refração formados a partir da normal;
- Discussão coletiva da simulação para a elaboração dos conceitos referentes a 1ª e a 2ª lei da refração;

BASE ORIENTADORA DA AÇÃO – BOA	
LEI DA REFRAÇÃO	
AULA: 07	CARGA HORÁRIA: 2h
<p>Mediante as limitações do software ÓPTICA GEOMÉTRICA quanto a variação do meio 1 e também por na mesma tela serem apresentados os fenômenos de refração e reflexão, o software REFRACTION SIMULATOR é apresentado aos estudantes. E nesse sentido as orientações seguem-se:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apresentação do software REFRACTION SIMULATOR no data show; • Acesse o endereço http://interactagram.com/physics/optics/refraction/ • Manuseie livremente o software • Observe os seguintes parâmetros: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Índice de refração (refractive index) e ângulo (angle) dos dois meios; ➤ Os meios apresentados vácuo, ar, água, gelo e diamante (vacum, air, water, glass e diamond). • Identifique semelhanças e diferenças entre a primeira simulação (OPTICA GEOMÉTRICA) e a simulação atual (REFRACTION SIMULATOR) • Simule mantendo o ângulo de incidência 45° com o meio 1 vácuo e meio 2 diamante • Simule mantendo o ângulo de incidência 45° com o meio 1 diamante e o meio 2 vácuo. • Repita as mesmas situações com os mesmo meios (vácuo e diamante) variando somente o ângulo de incidência (15°, 30°, 60° e 90°). • Mantenha os ângulos constantes e variem os meios de ar ao diamante tanto no meio 1, quanto no meio 2; <p>Discussão coletiva da simulação para a elaboração dos conceitos referentes a 1ª e a 2ª lei da refração;</p>	

ETAPA MATERIALIZADA	
TRABALHO 5 - REFRAÇÃO	
AULA: 08	CARGA HORÁRIA: 2h
<p>Professor distribui para os estudantes o trabalho 5 exibido no Data Show e dando às seguintes orientações; Abrir programa 1. REFRACTION SIMULATOR é. Ativar o feixe da lanterna,. Varie os ângulos de incidência que deslocam a lanterna para frente e para trás. Lembre-se: Os ângulos refletidos e refratados são medidos a partir do Normal (linha pontilhada). Lembre-se: n_1: índice absoluto de refração do primeiro meio θ_r ângulo de refração.</p> <p>ANÁLISE E PERGUNTAS</p> <p>1. Qual é a diferença observada entre o ângulo formado com o feixe refletido e do ângulo formado com o raio refratado? _____</p> <p>2. Quando o feixe incidente é perpendicular à interface entre dois meios, o que acontece com o raio refratado? _____</p> <p>Primeira situação: Análise, usando ar como o primeiro meio e segundo meio água.</p> <p>3. O que você vê no valor do ângulo do raio refratado quando você vai aumentando lentamente o ângulo de incidência? _____</p> <p>4. Quando o feixe incidente longe do normal, o que acontece com o raio refratado em relação ao normal? _____</p> <p>Segunda situação: Agora faça a mesma análise utilizando a água como o principal meio e no ar como o segundo meio.</p> <p>5. Entre as situações acima, no qual o raio refratado está mais longe do normal?</p> <p>Obs. Para melhor entendimento essa atividade pode ser completada com o exercício numero 6 que trata do preenchimento de uma tabela para que se compare a relação entre os senos dos ângulos e os índices de refração de cada meio.</p>	

ETAPA VERBAL EXTERNA	
SEMINÁRIO - REFLEXÃO E REFRAÇÃO	
AULA: 09	CARGA HORÁRIA: 2h
<p>O seminário é composto de uma lista de exercício com 9 questões previamente entregue para que os estudantes respondam. Sorteio de questões de lista de exercício Óptica Geométrica e do estudante a responder determinada questão;</p> <p>O estudante deverá ler a questão e responder oralmente na frente da turma podendo utilizar o quadro para ilustrar sua resposta;</p>	

ETAPA VERBAL EXTERNA	
SEMINÁRIO - REFLEXÃO E REFRAÇÃO	
AULA: 10	CARGA HORÁRIA: 2h
<p>O seminário é composto de uma lista de exercício com 9 questões previamente entregue para que os estudantes respondam. Sorteio de questões de lista de exercício Óptica Geométrica e do estudante a responder determinada questão;</p> <p>O estudante deverá ler a questão e responder oralmente na frente da turma podendo utilizar o quadro para ilustrar sua resposta;</p> <p>O professor nesse momento pode direcionar o processo lançando mais perguntas para induzir o estudante a elaborar corretamente as respostas</p>	

BIBLIOGRAFIA

MENDOZA, Hector José Garcia. Estudio Del Efecto Del Sistema de Acciones Em el Proceso Del Aprendizaje En La Actividade De Situaciones Problema En Matemática Em La Asignatura De Algebra Lineal, En el Contexto de La Faculdade Actual De La Amazonia. 2009 Tese (Doutorado em Psicopedagogia) -Universidade de Jaén (UJAEN), Espanha, 2009a.

SOUZA, R. A atividade de situações problema no teatro científico como estratégia de aprendizagem da cinemática no ensino médio na proposta de P.Ya.Galperin. 2014. 166f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) Universidade Estadual de Roraima-UERR, Boa Vista. 2014.

_____; TINTORER, O. A contribuição de Galperin na avaliação de provas de lápis e papel de sistemas de equações lineares. Revista de Psicopedagogia, Psicologia Escolar e Educação, v. XII, p. 289-323, 2013.

TALÍZINA, N.F. *Psicología de la enseñanza*. Moscou: Progreso, 1988. (Biblioteca de Psicología Soviética).

VALENTE, J. A. **Diferentes usos do computador na educação**. Campinas: Unicamp: 1995.