



UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA UTILIZANDO SALA DE AULA INVERTIDA NO ENSINO DA OPTICA GEOMÉTRICA: A QUESTÃO DA EMOÇÃO EM SALA DE AULA

Fernando Rosseto

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Unesp no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Ana Maria Osório Araya

Presidente Prudente – SP

Junho de 2020



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Presidente Prudente

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Uma proposta pedagógica utilizando sala de aula invertida no ensino de óptica geométrica: a questão da emoção em sala de aula

AUTOR: FERNANDO ROSSETO

ORIENTADORA: ANA MARIA OSORIO ARAYA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em ENSINO DE FÍSICA, área: Física na Educação Básica pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. ANA MARIA OSORIO ARAYA

Departamento de Física / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente

Profa. Dra. ANDREIA CRISTIANE SILVA WIEZZEL SUGUISAVA (**PARTICIPAÇÃO VIA VIDEOCONFERÊNCIA**)

Departamento de Educação / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente

Prof. Dr. JOÃO RICARDO NEVES DA SILVA (**PARTICIPAÇÃO VIA VIDEOCONFERÊNCIA**)

Instituto de Física e Química / Universidade Federal de Itajubá

Presidente Prudente, 30 de junho de 2020

FICHA CATALOGRÁFICA

Rosseto, Fernando

R839

**UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA UTILIZANDO
SALA DE AULA INVERTIDA NO ENSINO DA
OPTICA GEOMÉTRICA: A QUESTÃO DA EMOÇÃO
EM SALA DE AULA**

Fernando Rosseto. - Presidente Prudente, 2020
127 p.: il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual
Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e
Tecnologia, Presidente Prudente
Orientadora: Ana Maria Osorio Araya

1. Ensino de Física. 2. Inteligência emocional. 3.
Sala de aula invertida. 4. Óptica geométrica..
I. Título.

Dedico o presente trabalho aos apaixonados pelo fascinante universo da Física. Também à minha família, aos amigos e meus alunos, os quais não mediram esforços ao incentivar-me nesta caminhada acadêmica e compreenderam minhas ausências e escassez de tempo. Por fim, aos professores da minha vida que me inspiraram e contribuíram para a minha construção profissional.

Agradecimentos

Agradeço a Jesus Cristo, filho do Deus Pai, por tamanha benção e graça que derramara sobre minha vida, agindo como meu porto seguro e refúgio em oração nos momentos mais difíceis e nas horas mais angustiantes.

Agradeço à Sociedade Brasileira de Física (SBF) e à UNESP por proporcionar imprescindível programa de pós-graduação para professores da educação básica na disciplina de Física.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (**CAPES**) - Código de Financiamento 001 - pois disponibiliza tão relevante programa de formação superior aos docentes da disciplina de Física, fomentando a Educação e animando a todos os envolvidos.

Agradeço, em especial, minha orientadora, professora Ana Maria pela postura docente exemplar e incansável no que tange o amor pela Educação e ao Ensino de Física, além do empenho e entusiasmo durante seu período de orientação para este trabalho.

Agradeço aos meus pais, João e Sonia, pela paciência e compreensão com relação à minha escolha profissional, bem como todo subsídio e incentivo integral durante meu processo de crescimento pessoal e profissional.

Agradeço aos meus amigos de vida e de profissão por caminharem ao meu lado durante este período de aprendizagem e doação ao desenvolvimento de meu projeto, bem como os amigos que o Mestrado Profissional me proporcionou nestes dois anos.

UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA UTILIZANDO SALA DE AULA INVERTIDA NO ENSINO DA OPTICA GEOMÉTRICA: A QUESTÃO DA EMOÇÃO EM SALA DE AULA

Fernando Rosseto

Orientadora: Prof^a. Dra. Ana Maria Osório Araya

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da FCT-UNESP no curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

RESUMO

São inegáveis as transformações ocorridas no perfil dos estudantes nas últimas décadas proporcionadas, principalmente, pela intensa atuação dos meios de comunicação e novas tecnologias no cotidiano dos mesmos. O contato precoce e desmedido com essa vasta quantidade de informações está resultando em jovens inquietos, ansiosos e incapazes de lidar, tanto com as emoções, quanto com a tomada de decisão, fatos que refletem instantaneamente no ambiente escolar, nas relações entre professores, alunos e conteúdo programático, bem como no desenvolvimento cognitivo de crianças e adolescentes. Em particular isto acontece com a disciplina de Física que se apresenta como um conhecimento inatingível e incompreensível para a maioria desses estudantes do século vinte e um, os quais muitas vezes completam o ciclo do Ensino Médio sem ao menos abstrair conceitos elementares da disciplina e com uma carga estressante incalculável. Desta forma, recorrendo à elaboração e aplicação de uma sequência didática que contempla o gerenciamento das emoções e as metodologias ativas, especificamente a sala de aula invertida, se pretendeu por meio deste trabalho, correlacionar o desenvolvimento da inteligência emocional de alunos e professores durante as aulas da disciplina de Física. Os resultados obtidos foram satisfatórios, uma vez que permitiram concluir que o desenvolvimento da inteligência emocional é plenamente possível de ser aliado ao estudo da Física, motivando e instigando os estudantes ao conhecimento científico. Apresenta-se como produto da dissertação a sequência didática contendo todas as atividades desenvolvidas e os resultados obtidos em aulas sobre o conteúdo “Introdução à Óptica Geométrica”.

Palavras-chave: Ensino de Física. Inteligência emocional. Sala de aula invertida. Óptica geométrica.

A PEDAGOGICAL PROPOSAL USING INVERTED CLASSROOM IN TEACHING GEOMETRIC OPTICS: THE QUESTION OF EMOTION IN THE CLASSROOM

Fernando Rosseto

Advisor: Prof. Dr. Ana Maria Osório Araya

Master dissertation submitted to the Graduate Program of FCT-UNESP in the Professional Master's Degree in Physics (MNPEF), as part of the necessary requirements to obtain the title of Master in Physics Teaching.

SUMMARY

The undeniable changes in the profile of students in recent decades are provided mainly by the intense action of the media and new technologies in their daily lives. The early and inordinate contact with this vast amount of information is resulting in restless, anxious young people unable to cope with both emotions and decision-making, facts that instantly reflect on the school environment, the relationships among teachers, students and program content as well as the cognitive development of children and adolescents. In particular, physics presents itself as unattainable and incomprehensible knowledge for most of these twenty-first-century students, who often complete the high school cycle without even abstracting elementary concepts of the subject and with an incalculable stressful burden. Thus, using the elaboration and application of a didactic sequence that contemplates the management of emotions and active methodologies, specifically the inverted classroom, it was intended through this work, to correlate the development of emotional intelligence of students and teachers during the physics classes. The results obtained were satisfactory, since they allowed concluding that the development of emotional intelligence is fully possible to be combined with the study of physics, motivating and instigating students to scientific knowledge. The dissertation product is presented as the didactic sequence containing all the activities developed and the results obtained in classes on the content "Introduction to Geometric Optics".

Keywords: Physics Teaching. Emotional intelligence. Inverted classroom. Geometric optics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – O cérebro límbico.....	16
Figura 2 – O caminho das emoções.....	18
Figura 3 – Princípios que constituem as metodologias ativas de ensino.....	26
Figura 4 – Esquema representativo dos polos considerados na descrição da experimentação.....	29
Figura 5 – Representação dos raios em relação às frentes de onda.....	34
Figura 6 – Reflexão especular e reflexão difusa da luz	35
Figura 7 – Reflexão da luz.....	36
Figura 8 – Representação da reflexão e refração em três casos particulares.....	37
Figura 9 – Reflexão para apenas um espelho plano.....	39
Figura 10 – Mapas conceituais elaborados pelos alunos.....	46
Figura 11 – Expectativas dos estudantes quanto à disciplina de Física.....	50
Figura 12 – Justificativas quanto às expectativas do estudo da Física.....	52
Figura 13 – Nível de abstração dos conceitos da Física.....	53
Figura 14 – Justificativas quanto ao nível de abstração dos conceitos.....	53
Figura 15 – Sentimentos despertados ao estudar Física.....	54
Figura 16 – Nível de aprendizagem após a realização das atividades.....	61
Figura 17 – Sentimentos despertados após a realização das atividades propostas.....	63

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	10
Apresentação	10
Relato introdutório e justificativa	10
Objetivo geral	13
Objetivos específicos	13
1. BASE REFERENCIAL	14
1.1. A inteligência emocional e o desenvolvimento cognitivo.....	14
1.2. A base neuropsicopedagógica da produção e gerenciamento das emoções.....	15
1.3. A teoria humanista de aprendizagem: aspectos gerais e as contribuições de Paulo Freire.....	19
1.4. A utilização de sequências didáticas no ensino.....	23
1.5. As metodologias ativas de ensino.....	25
1.6. A importância da experimentação no ensino de Física.....	28
2. CONTEÚDOS DE ÓPTICA GEOMÉTRICA ABORDADOS.....	31
2.1. A dualidade da luz.....	32
2.2. Produção e propagação da luz.....	32
2.3. Representação da luz na óptica geométrica.....	33
2.4. Princípios da óptica geométrica.....	34
2.5. Fenômenos ópticos.....	35
2.6. Formação de imagens em espelhos planos.....	38
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	40
3.1. Local e sujeitos da pesquisa.....	40
3.2. Metodologia da pesquisa.....	41
3.3. Sequência didática (SD).....	41
3.4. Descrição das aulas.....	44
4. RESULTADOS.....	50
4.1. Aula 01.....	50
4.2. Aula 02.....	56
4.3. Aula 03.....	57

4.4. Aula 04.....	58
4.5. Aula 05.....	58
4.6. Aulas 06 e 07.....	59
4.7. Aula 08.....	60
4.8. Aula 09.....	60
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	64
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
APÊNDICE I – Questionário inicial.....	69
APÊNDICE II – Questões para autoavaliação individual.....	70
APÊNDICE III – Questionário final.....	71
APÊNDICE IV – Avaliação escrita.....	72
APÊNDICE V – Produto educacional.....	74
ANEXO A – Texto – Física e fotografia.....	113
ANEXO B – Roteiros dos experimentos.....	120

INTRODUÇÃO

Apresentação

O presente trabalho foi idealizado e desenvolvido pelo professor Fernando Rosseto, licenciado e bacharel em Química pela Universidade Estadual de Maringá. O autor iniciou a docência ministrando aulas em curso profissionalizante sobre os processos de produção de açúcar e álcool entre os anos de 2012 e 2013. Em seguida, assumiu aulas temporárias pela Secretaria Estadual de Educação do Paraná em turmas do Ensino Médio regular na disciplina de Química, além de ministrar aulas em turmas de coletivos para Educação de Jovens e Adultos (EJA) nas áreas de Química e Física.

Desde 2014 é professor de Física do Colégio Carlos Drummond de Andrade, localizado na cidade de Colorado – PR, área pela qual despertou grande paixão e entusiasmo ao lecioná-la. A busca pelo conhecimento e o amor pela Educação foram os combustíveis que justificam cursar o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), uma oportunidade de atualização da carreira e veículo de compartilhamento de ideias e propostas para o Ensino da Física, desafiador e instigante.

A partir do ano de 2016, o autor direcionou seus estudos para o entendimento das influências do desenvolvimento da inteligência emocional e consequentemente do gerenciamento das emoções no ambiente escolar, constatando a importância de enxergar os estudantes e todos os envolvidos no processo de ensino e aprendizagem como seres humanos passíveis de erros e acertos, sucessos e frustrações.

Logo, o programa de mestrado possibilitou a união entre a abordagem da inteligência emocional e o ensino da Física, tentando torná-la mais próxima, atrativa e compreensível aos alunos.

Relato introdutório e justificativa

No meio científico, o conceito precursor de Inteligência Emocional foi descrito por Salovey e Mayer (1990 apud GONZAGA; MONTEIRO, 2011) como “a capacidade do indivíduo monitorar os sentimentos e as emoções dos outros e os seus, de discriminá-los e de utilizar essa informação para guiar o próprio pensamento e as ações”. Logo, os estudos

relacionados à importância e valorização das emoções para o ensino datam de aproximadamente trinta anos e tem adentrado tanto nos centros universitários, quanto na educação básica principalmente através de programas escolares específicos. De acordo com Goleman (2012):

[...] as capacidades de inteligência emocional começam em nossos primeiros anos e se desenvolvem naturalmente no currículo da vida. Se precisamos melhorar em uma coisa ou outra, podemos fazer isso a qualquer momento. Mas por que não dar a toda criança uma vantagem inicial nessas habilidades da vida? É por isso que defendo o movimento no que é chamado de “aprendizagem social/emocional”, ou SEL, programas escolares que ensinam todo o espectro das capacidades de inteligência emocional. (GOLEMAN, 2012, p.104)

A disciplina de Física, a princípio, carrega consigo diversos paradigmas e até “monstros” que aterrorizam os estudantes do Ensino Médio, na maioria das vezes, criados pelo mero formalismo matemático. Nas palavras de Custódio, Pietrocola e Cruz (2013) “a Física como disciplina no Ensino Médio gera reações variadas, mas sempre muito carregadas de emoção: tanto reações de aversão e ódio quanto o despertar de interesses duradouros que levam às escolhas profissionais.” Portanto, a mesma provoca reações emocionais extremas, seja de afeto ou aversão, perdendo em grande parte sua essência formativa. Nas palavras de Fonseca (2016):

O sistema emocional humano funciona dentro dum espectro comportamental que pode ir da atração magnética impulsiva e curiosa por pessoas, eventos, situações, tarefas, problemas ou desafios, ao seu evitamento imediato, podendo passar pela sua tolerância adaptativa necessária. (FONSECA, 2016)

É imprescindível ressaltar, ainda, o fato de grande parte dos estudantes, ao cursarem o Ensino Médio, se desinteressarem completamente pelo estudo das ciências naturais de modo geral e também pela Física, de modo particular. Muitas vezes, este comportamento transparece a essência da metodologia tradicionalista de ensino, predominantemente conteudista, a qual desconsidera os aspectos subjetivos no elaborado processo de ensino e aprendizagem da Física na contemporaneidade.

Para tanto, se faz necessário compreender que a construção de conceitos por parte do aluno agrega simultânea e indissolúvelmente a cognição e a emoção, esta abordada por

diversos teóricos como “*Atitudes em Ciências*”, apresentando-se pela composição de três elementos imprescindíveis: o afetivo, o cognitivo e o intencional (GOMÉZ-CHÁCON, 2003b; NIESWANDT, 2005 apud CUSTÓDIO; PIETROCOLA; CRUZ, 2013). Portanto, o ensino de qualquer conhecimento científico ou não coaduna com a aceitação ou repulsa, relacionados ao âmbito afetivo; elaboração de conceitos no âmbito cognitivo e; a tendência comportamental no que tange o elemento intencional dos sujeitos.

Desta forma, se faz necessário adequar o ambiente escolar às práticas e metodologias de ensino que privilegiem o desenvolvimento da inteligência emocional de professores e estudantes, proporcionando um ambiente prazeroso, o qual protagonize a aquisição de conhecimento e a potencialização das relações intersociais no ambiente escolar.

Segundo o educador Paulo Freire (MOREIRA, 2014), é essencial romper com a educação bancária, a qual visa apenas à memorização de conceitos, entende o aluno como um mero receptor de informações sem capacidade de desenvolver senso de criticidade sobre conceitos, além de torna-lo ingênuo ao ponto de considerar que o conhecimento é habilidade exclusiva do professor ou levar o próprio docente a cultivar tal ideia.

Em contrapartida, Freire (MOREIRA, 2014), compreende o processo cognitivo substancialmente coletivo, baseado na arte da dialética e da pergunta, através de abordagens problematizadoras, partindo essencialmente da realidade vivenciada pelos estudantes, permitindo que o processo educacional se torne um caminho para a “libertação” do estágio de ingenuidade e não criticidade no qual o sujeito que aprende se encontra. Logo, através do diálogo, a criticidade conduz à liberdade, autonomia e apreensão de novos conceitos.

Ademais, Freire admite a Educação e todo o processo de ensino e aprendizagem como um estado permanente de amor, apresentando a indispensável consideração dos fatores emocionais na aquisição de novos conceitos por parte do estudante, determinando, portanto, um ser completo e dotado de sentimentos, a partir da aprendizagem recíproca entre professor e aluno, valorização de aspectos culturais, sociais e históricos.

Em síntese, é de extrema relevância a valorização das emoções apresentadas pelos estudantes no curso da disciplina de Física no Ensino Médio, a fim de desmistificar esta área do conhecimento como algo complicado e subjetivo, muitas vezes, foco de transtornos de ansiedade, atraindo-os positivamente à investigação e apreensão de conceitos, correlação com

a prática cotidiana e até mesmo a resolução de situações-problema significativas, por meio da agregação do gerenciamento emocional em sua abordagem metodológica.

Considerando o processo de ensino e aprendizagem como uma relação acadêmica e emocional que envolve alunos e professores como principais atores do processo, levanta-se a questão: ***De que forma colocar no mesmo patamar conteúdo, emoção e apropriação do conhecimento de forma a proporcionar a formação integral dos estudantes?*** Frente à esta pergunta, inicia-se uma dissertação de mestrado com os objetivos:

Objetivo geral:

Compreender as implicações educacionais e pedagógicas do ensino de Física baseado nos princípios do desenvolvimento da inteligência emocional de estudantes através da metodologia ativa denominada sala de aula invertida.

Objetivos específicos

- Desenvolver uma sequência didática que contemple e correlacione a gestão emocional com o ensino da disciplina de Física;
- Propor metodologias alternativas que privilegiem o amadurecimento e desenvolvimento da inteligência emocional nas relações pedagógicas entre estudantes e professores de Física;
- Apresentar o conteúdo de “Óptica Geométrica” de forma significativa por meio de atividades contempladas na metodologia de sala de aula invertida;
- Criar um *website* como produto de pesquisa, caracterizando-a como uma fonte de compartilhamento de experiências e práticas pedagógicas que correlacionam a gestão da emoção com o ensino de Física.

As atividades que serão realizadas para alcançar os objetivos são apresentadas em quatro capítulos, os quais: o primeiro capítulo apresenta a base referencial que apoia nossa pesquisa; o segundo capítulo se refere ao conteúdo de física abordado; no terceiro capítulo se apresenta o processo de desenvolvimento das atividades atreladas ao referencial e à metodologia selecionada dentro das metodologias ativas; no quarto capítulo se apresentam os resultados das atividades relacionadas com os objetivos propostos e, finalmente, no último capítulo se apresentam as considerações finais.

1. BASE REFERENCIAL

1.1. A inteligência emocional e o desenvolvimento cognitivo

As transformações que ocorrem na sociedade moderna tornaram-se cada vez mais velozes e estão influenciando diretamente o ambiente escolar, o qual não se desenvolve no mesmo ritmo e padece de atualização e reflexão sobre a prática docente e as relações interpessoais entre alunos e professores. A disciplina de Física não representa uma exceção ao referido cenário e foi estigmatizada como um conhecimento inatingível e incompreensível pelos estudantes.

Os preconceitos acerca do conhecimento científico impossibilitam o desenvolvimento do estudante e potencializam sentimentos de aversão e recusa neurologicamente comprovados pelos estudos de Beauport e Diaz (1998) sobre o funcionamento do sistema límbico, controlador das emoções e influenciador direto na cognição e gerenciamento das emoções dos indivíduos. Logo, é urgente a correlação entre o ensino de Física e a compreensão e estudo das emoções no ambiente de sala de aula.

A emoção pode ser definida como uma construção histórica e cultural de cada sujeito, intrínseca a todos os seres humanos, resultado da compreensão específica em situações vivenciadas ao longo da vida, as quais podem ser classificadas como positivas ou negativas, dependendo do contexto e dos sentimentos manifestados, já que estes representam a interpretação das emoções (MONTEIRO; GASPAR, 2007).

Historicamente, o sistema educacional brasileiro sofreu diversas transições e modificações, desde os jesuítas, precursores na catequização e alfabetização indígena, até a atualidade, tecnológica e veloz. Além disso, todas as mudanças ocorridas nas metodologias de ensino e aprendizagem visaram se adequar à realidade do público alvo de cada geração de estudantes, mas também aos objetivos traçados pelas políticas públicas de cada governo. Logo, é inerente ao processo educativo caracterizar-se como algo amplo e complexo.

Segundo Monteiro e Gaspar (2007), cada atividade ou atitude proposta em sala de aula categoriza sentimentos que desencadeiam experiências sociais tanto positivas (respeito, surpresa, indignação e solidariedade), facilitadoras da aprendizagem; quanto negativas

(indiferença, embaraço e frustração), as quais dificultam o processo interativo. Assim, cabe aos educadores, principalmente nas disciplinas de Ciências, buscar estratégias que proporcionem significado conceitual, resultando em uma real aquisição de conhecimento (BROCKINGTON, 2011).

Por fim, Rêgo e Rocha (2009) considera de extrema importância a alfabetização emocional no contexto escolar como combustível estimulante à aprendizagem, independente da disciplina integrante do currículo. Assim, os temas de cunho emocional se difundem nas discussões em sala de aula nos mais variados assuntos científicos, tais como, saúde, escrita, leitura, álgebra, ciências, entre outros.

1.2.A base neuropsicopedagógica da produção e gerenciamento das emoções

A estrutura cerebral, base de inúmeras pesquisas científicas, engloba e controla todos os processos voluntários e involuntários do corpo. A evolução da neurociência trouxe e ainda traz consigo descobertas importantes que facilitam a compreensão do funcionamento das funções materiais (físicas) e comportamentais (psicológicas) dos seres humanos, pois os esquemas constituintes do cérebro se apresentam em constante movimento, logo, em ininterrupta mudança.

A investigação intrínseca das secções cerebrais, bem como suas funções é, portanto, o foco dos pesquisadores na área neurocientífica, através da utilização de métodos não invasivos, tais como Ressonância Magnética funcional (RMf), Tomografia por Emissão de Póstron (TEP) e Eletroencefalograma (EEG) (BROCKINGTON, 2011). Sob esta ótica, o médico estadunidense Paul MacLean propôs a teoria do cérebro trino, o qual seria formado por três estruturas distintas – neocórtex, sistema límbico e cérebro básico – interativas e interdependentes.

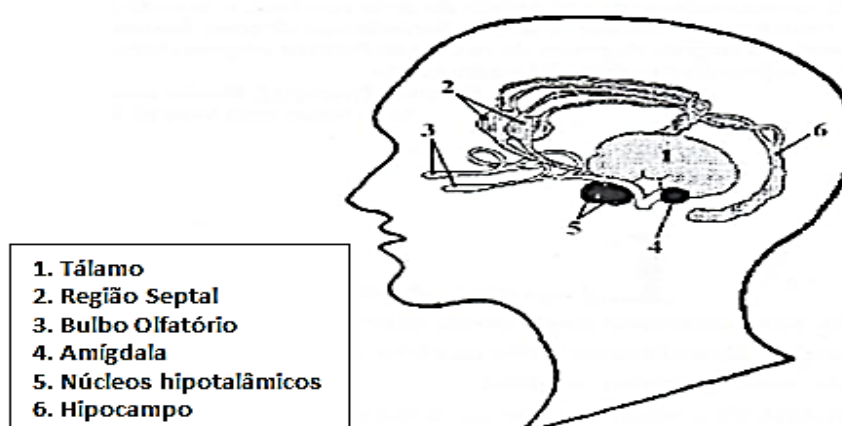
De acordo com Beauport e Diaz (1998), cada uma das três partes do cérebro agregam diferentes tipos de inteligências, desempenhando funções específicas de acordo com a região cerebral à que pertençam (quadro 1), integrando o sistema cérebro-mente-corpo.

Quadro 1: Tipos de inteligências de acordo com a localização no cérebro.

Inteligências mentais do neocórtex	Inteligências emocionais do cérebro límbico	Inteligências comportamentais do cérebro básico
<i>Inteligência racional</i>	<i>Inteligência de sensibilidade</i>	<i>Inteligência básica</i>
<i>Inteligência associativa</i>	<i>Inteligência dos Estados de Espírito</i>	<i>Inteligência dos padrões</i>
<i>Inteligência espacial</i>	<i>Inteligência Motivacional</i>	<i>Inteligência dos parâmetros</i>
<i>Inteligência intuitiva</i>		

Fonte: Autor.

Logo, o presente trabalho delimita-se a investigar a inteligência emocional associada ao cérebro límbico e suas particularidades, pois se trata exatamente da região cerebral responsável pelo controle direto das emoções explícitas pelo corpo, consciente ou inconscientemente. Sobre esta temática, considera-se que o mesmo possa ser dividido em seis regiões – tálamo, amígdala, núcleos hipotalâmicos, bulbo olfatório, região septal e hipocampo – as quais desempenham funções determinantes no que tange o estudo das emoções (Figura 1).

Figura 1: O cérebro límbico

Fonte: BEAUPORT e DIAZ (1998, p.110)

O tálamo é a maior região do sistema límbico e está diretamente relacionado aos afetos e à comunicação mãe e filho. Além disso, regula a capacidade de gerar e ser influenciado por sentimentos que cercam os sujeitos sejam eles provocados por pessoas, objetos, animais ou situações. Beauport e Diaz (1998) propõe um processo de inteligência de sensibilidade, o qual pode ser praticado e que funciona como norteador emocional do ambiente em que o indivíduo se encontra.

A região septal relaciona-se diretamente com a sexualidade, influenciada por vibrações do tálamo; então, as emoções são primordialmente dependentes dos instintos sexuais, pois, pelo fato de serem de difícil camuflagem, interferem na capacidade de tomada de decisões, além de estarem ligadas a todos os órgãos do corpo. Já o bulbo olfatório representa o setor cerebral afetado emocionalmente pelos odores, requerendo o auxílio de todos os órgãos responsáveis pela respiração (nariz, pulmão, diafragma) para harmonizar as emoções por meio de uma “inteligência respiratória” (BEAUPORT; DIAZ, 1998).

A amígdala abrange a parte preocupada com a autopreservação instintiva, afinal, trata-se da região responsável pela mastigação. Logo, mesmo sendo seres racionais e regrados pela civilidade, os momentos de agressão e raiva se manifestam e afloram os instintos mais primitivos de sobrevivência e domínio. Portanto, tudo o que é proferido é também afetado pelas emoções no instante e forma da fala, seja pelo tom da voz ou pelas palavras ditas.

Os núcleos hipotalâmicos são responsáveis pelo controle do sistema endócrino e funções somáticas do organismo, diretamente relacionados com os sentimentos de prazer e dor. Assim, regulam a ação de substâncias químicas como serotonina e endorfina, atuando desde expressões de extrema felicidade até profunda tristeza. Daí a importância em harmonizar os sentidos e as emoções como forma de evitar a ingestão de medicamentos farmacêuticos no controle de tais funções.

A última região é o hipocampo, o qual controla a memória de longo prazo e que possibilita a oportunidade de rever situações e mudar decisões anteriormente tomadas, resultando em melhoria da qualidade de vida. Não é diferente para o ambiente escolar, pois:

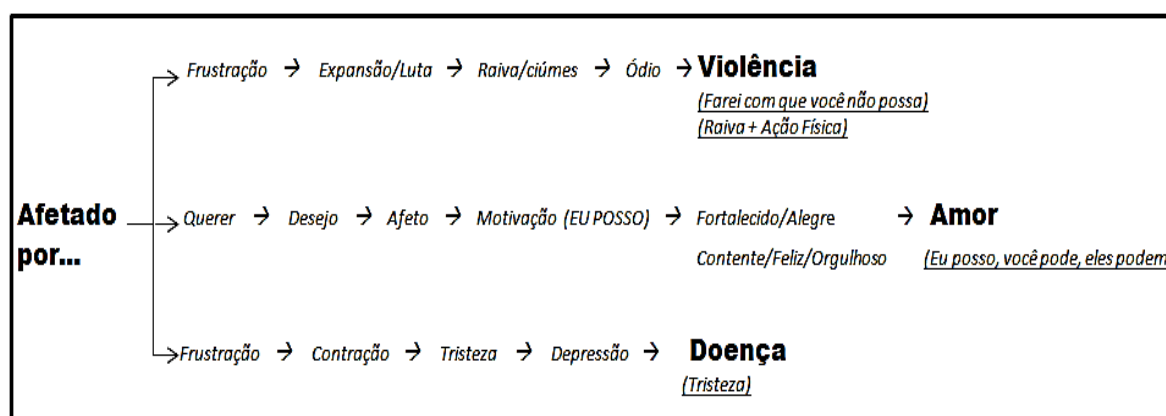
Todos tivemos experiências de memória de longo e curto prazo. Uma das experiências mais comuns é a preparação para exames finais na escola. Lembramos de algo só pelo tempo necessário para passar no exame (memória de curto prazo), mas lembramos até hoje do que realmente

queríamos aprender (memória de longo prazo). (BEAUPORT; DIAZ, 1998, p.117)

Desta forma, entende-se a relevância do conhecimento das influências das emoções física e psicologicamente nos indivíduos, percebendo a contradição em utilizar a razão como único instrumento para explicar as ocorrências fatuais de caráter emotivo, haja vista que o controle emocional é desempenhado pelo sistema límbico e o pensamento cartesiano é regrado através do neocórtex cerebral. Infelizmente a sociedade moderna ainda classifica a manifestação e interpretação das emoções como ato de fraqueza, tendência esta perpetuada entre as gerações, as quais refletem diretamente na aprendizagem de crianças e jovens no ambiente escolar, muitas vezes, repressores de seus anseios e sentimentos, sejam eles positivos ou negativos.

A emoção é resultado de vibrações internas inerentes a qualquer indivíduo, tais como o pensamento, sexualidade, alegria, medo. Logo, o diferencial entre cada pessoa é o modo como administra o processo emocional. Para tanto, é necessário compreender os diferentes caminhos que podem ser percorridos por um ato afetivo. Se uma experiência for incorporada pela psique através da aceitação, o resultado final é o amor; já se se absorve com sentimento de luta, o saldo emocional é a raiva ou violência e; por fim, se a experiência emocional é interpretada como perda, o quociente final será a tristeza (Figura 2). Assim, a maneira como as experiências cotidianas são encaradas por cada sujeito é determinante para a emoção predominante no final do processo, desde amor, raiva ou tristeza (BEAUPORT; DIAZ, 1998).

Figura 2: O caminho das emoções



Fonte: Adaptado de BEAUPORT e DIAZ (1998, p.136)

O supracitado caminho das emoções é imprescindível ao contexto educacional, pois a classe docente suporta a maior responsabilidade em gerar os mais diversos atos afetivos com relação às disciplinas e conteúdos trabalhados. Especificamente na Física, a carga emocional é predominantemente negativa e gera, na maioria das situações, sentimentos de raiva, tristeza e aversão, pois os estudantes incorporam os conceitos científicos apenas por meio do neocórtex, sendo seus sentimentos e emoções completamente desconsiderados.

O presente estudo busca, portanto, promover a compreensão dos conceitos científicos da Física através da gestão e desenvolvimento das emoções dos estudantes do Ensino Médio, para que, ao final do período possam apresentar sentimentos e expressões positivas - de amor – quanto ao conhecimento proposto.

1.3. A teoria humanista de aprendizagem: aspectos gerais e as contribuições de Paulo Freire

A teoria humanista de aprendizagem junto com seus representantes visa apresentar aquele que aprende não apenas como um “ser aprendente”, meramente racional e cognitivo, mas compreende o processo de ensino e aprendizagem como um ato humano, considerando o sujeito dotado de emoções, as quais influenciam diretamente em tal procedimento.

Paulo Freire (1921–1997) em sua essência como educador, propõe uma pedagogia dialógica e libertadora, executada como uma atitude de amor, oferecendo o crescimento recíproco de educador e educando. Neste ponto há a convergência entre o desenvolvimento emocional e a escolha do autor como referencial teórico: o ambiente educacional deve ser valorizado como local propício para o prazer pelo conhecimento, logo, ensinar e aprender, independentemente do conteúdo ou da disciplina, se torna ato de amor.

Entende-se por teoria, toda tentativa humana de sistematizar determinada área do conhecimento ou de solucionar um problema, logo, relaciona-se intrinsecamente ao conceito almejado para a situação que se está analisando, o qual se deseja compreender de modo satisfatório. Já uma teoria de aprendizagem, objetiva buscar respostas ou explicações de como o indivíduo adquire conhecimento, por quais meios se possibilita a aprendizagem, portanto, está centrada em formas de aquisição de conhecimento, saberes pedagógicos e científicos.

Uma teoria de aprendizagem é, então, uma construção humana para interpretar sistematicamente a área de conhecimento que chamamos aprendizagem. Representa o ponto de vista de um autor/pesquisador sobre como interpretar o tema aprendizagem, quais as variáveis independentes, dependentes e intervenientes. Tenta explicar o que é aprendizagem, porque funciona e como funciona. (MOREIRA, 2014, p.12)

Conceitualmente, o termo aprendizagem permite uma gama de definições, tais como, condicionamento, aumento de conhecimento, mudança comportamental estável, capacidade de resolução dos mais variados problemas, elaboração de novos significados ou revisão de modelos mentais, todos eles utilizados nas mais diversas áreas do conhecimento, sejam científicos, literários, matemáticos, biológicos, entre outros (MOREIRA, 2014).

De acordo com Santos (2006), a psicologia define e caracteriza a aprendizagem como fato inerente a todos os indivíduos capazes de desenvolver raciocínio lógico de modo expressivo e verbalizado, isto é, todo aquele que raciocina desenvolve e aprimora a possibilidade de aprender.

Agregadas às teorias de aprendizagem estão as três principais correntes filosóficas: comportamentalista, cognitivista e humanista, sendo esta última de maior interesse para o presente trabalho, devido à relevância e correlação direta com a aplicação didática em sala de aula, de acordo com a sequência didática proposta.

A teoria humanista de aprendizagem ou simplesmente humanismo tem como objetivo principal abordar e valorizar a formação integral do sujeito que aprende, pois o “ser aprendente”, aqui, é visto como pessoa, dotado de pensamentos que geram sentimentos, os quais resultam em ações. Logo, de acordo com esta vertente filosófica da Educação, a aprendizagem não se trata apenas da mera aquisição de conhecimento, mas considera o ser humano completo, indistinto de suas emoções e sentimentos. Conforme considera Santos (2006, p. 106) “A abordagem humanista prioriza como base fulcral da aprendizagem a auto realização do aprendiz, havendo uma valorização tanto do aspecto cognitivo, quanto do motor e do afetivo. Para tal abordagem o desenvolvimento do sujeito da aprendizagem deve se dar de forma integral”.

Destaca-se como principais características desta abordagem educacional o não-diretismo pedagógico, a experimentação por parte dos alunos, sendo estes seres únicos, com

suas particularidades, dificuldades e potencialidades. Além disso, seus principais representantes são Carl Rogers, Joseph Novak e Paulo Freire.

O psicólogo norte americano Carl Rogers (1902 – 1987), durante a década de 1970, foi o precursor em propor o ensino centrado no aluno, bem como em suas escolhas, pois foi capaz de transpor suas observações dos atendimentos clínicos na área da psicologia para situações de ensino e aprendizagem utilizando o método não-diretivist, no qual o paciente conclui através da auto reflexão, por exemplo, as melhores estratégias para solucionar seus problemas, aflições, males. Portanto, o aluno é considerado um sujeito potencial para aprendizagem, a qual deve ser atraente para obter significado. Considera ainda que a motivação do estudante depende da coerência de conteúdos e suas expectativas. Assim, o ambiente educacional não deve ser ameaçador, mas possibilitar o desenvolvimento da autoestima (SANTOS, 2006).

Outra significativa contribuição para a abordagem humanista no ensino vem do empresário e educador Joseph Donald Novak. Pioneiro na conceituação e elaboração de mapas conceituais, Novak propõe uma aprendizagem significativa voltada para a sala de aula, integrando o pensar, o agir e o sentir, sendo o ser humano o foco principal.

No Brasil, Paulo Freire (1921 – 1997) é o principal representante da valorização do sujeito aprendente no processo de ensino, disseminando a educação dialógica e libertadora, habilitada a romper com a tradicionalista educação bancária, tornando o processo e as relações escolares verdadeiros atos de amor.

Saber ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção. Quando entro em uma sala de aula devo estar sendo um ser aberto a indagações, à curiosidade, às perguntas dos alunos, a suas inibições; um ser crítico e inquiridor, inquieto em face da tarefa que tenho – a de ensinar e não a de transferir conhecimento. (FREIRE, 2002, p.21)

É relevante ressaltar que ao se aplicar as ideias humanistas no ambiente escolar, ocorreram distorções semânticas, as quais tenderam para o afrouxamento da disciplina e libertinagem pedagógica. Infelizmente, tal fato tornara-se uma constante no Brasil, haja vista que todas as mudanças educacionais propostas nas últimas décadas não foram suficientes para

modificar a formação docente, bem como a implantação efetiva na prática educacional cotidiana, limitando-se apenas aos anais legislativos, completamente isolados da realidade.

O educador brasileiro Paulo Freire (1921 – 1997) fundamentou sua obra considerando a educação como viés de libertação, caracterizando-se como um processo humano e inseparável da sociedade nativa do indivíduo que aprende. Além disso, o momento histórico vivido por ele fora marcado pela opressão, mas também pela transição, evidenciando uma sociedade fechada na cultura da alienação. Segundo Santos (2018):

Para Paulo Freire (1970), educação é sempre um processo humano; portanto, ela é fundamentada na transmissão ou na geração de valores. Para ele, não existe educação fora da sociedade humana, sendo assim sua proposta é essencialmente uma pedagogia humanística voltada para as condições humanas, que deve considerar o mundo no qual os homens e mulheres estão inseridos. (SANTOS, 2018, p.114)

As concepções educacionais de Paulo Freire se alicerçam na educação dialógica, crítico-emancipatória, entendendo a aprendizagem como processo coletivo e social, evidenciando abordagens problematizadoras, diálogo entre educador e educando, os quais se encontram sempre em condição de igualdade, além de explicitar o ofício docente como ato de amor e prevalência de humildade pedagógica; concepções tais em detrimento da educação bancária, voltada para a mera memorização de informações e conteúdos, na qual os alunos são apenas receptores, ingênuos e acríticos, concentrando o conhecimento exclusivamente ao professor (MOREIRA, 2014).

A essência freireana evidencia que a criticidade discente, patrocinada pelo diálogo, promove sua libertação, ou seja, a conscientização do sujeito é inerente à dialética e consequentemente à práxis, a qual se define como a ação transformadora no mundo (SANTOS, 2018). Além disso, é relevante destacar que o professor assume o papel de mediador perante os estudantes, atuando como conexão entre senso comum e o conhecimento científico, exercitando intermitentemente sua autocrítica e reflexão sobre a própria práxis. Nas próprias palavras de Freire (2002, p.12) “Ensinar inexiste sem aprender e vice-versa e foi aprendendo socialmente que, historicamente, mulheres e homens descobriram que era possível ensinar”.

Ademais a obra de Paulo Freire é reconhecida internacionalmente, além de mostrar-se atual e pujante, caminho alternativo para superar a escola tradicional e incorporar-se efetivamente às práticas educativas através do diálogo, autonomia, interdisciplinaridade, participação, valorização da diversidade cultural, indissociabilidade entre teoria e prática e avaliação processual e emancipatória (SAUL, 2014).

Desta forma, transparece a transversalidade entre a educação e prática pedagógica humanista de Paulo Freire e demais colaboradores com a educação socioemocional no ambiente escolar, pois, analisando intimamente a velocidade evolutiva das atuais gerações de estudantes, é essencial aliar o processo de aquisição de conhecimento ao estudo e compreensão das emoções, em vez de limitar o estudo apenas às questões de ordem cognitiva. Portanto, é passível enxergar o aluno como sujeito completo e ininterruptamente influenciado por suas experiências, sentimentos e emoções, fatores indispensáveis à aprendizagem.

1.4. A utilização de sequências didáticas no ensino

A escolha de conteúdos e metodologias a serem empregadas em sala de aula durante o desenvolvimento de determinado assunto ou tema relacionado ao conteúdo programático da grade curricular das disciplinas escolares, exige do docente uma visão abrangente sobre as formas como deverá organizar as atividades e desenvolver os objetivos propostos a fim de potencializar a aprendizagem dos estudantes, atitude desempenhada por professores diariamente ao prepararem os planos de trabalho docente e os planos de aula, inerentes ao seu cotidiano.

Em consonância com tal atribuição, se destaca a elaboração de sequências didáticas para o ensino, as quais, segundo Zabala (Reimpressão em 2010, p.18) definem-se como “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”. Assim, a organização de uma sequência didática exige comprometimento por parte do docente ao elaborar uma ordem lógica e interconectada de atividades, dialogando com objetivos que se deseja alcançar ao final de sua aplicação em sala de aula (ARAÚJO, 2013).

A elaboração das sequências didáticas ou unidades didáticas ocorre por meio de três fases de intervenção reflexiva: planejamento, aplicação e avaliação. O planejamento exige inicialmente a escolha do tema, a qual não suscita de modo aleatório ou indiscriminado, pois é preciso organizar as ações possibilitando a continuidade de desafios e a diversidade de atividades. É importante ressaltar a importância do diálogo entre professores e equipe pedagógica no intuito de realçar a construção da sequência.

O planejamento engloba também a necessidade de investigação dos conhecimentos prévios dos alunos, pois a sondagem inicial é de extrema relevância para determinar o prosseguimento das atividades propostas. Tal abordagem pode ser desenvolvida a partir de diferentes estratégias, tais como interpretação de textos, questionários, discussões em grupos, experimentos, entre outros.

A aplicação de uma unidade temática sempre está alicerçada em seus objetivos, ou seja, cada conteúdo a ser ensinado deve estar conectado àquilo que se deseja alcançar, pois é irrelevante elaborar sequências de atividades as quais compunham excesso de conteúdos ou de atividades completamente desconexas. Logo, uma sequência, para que seja lógica, deve ser coerente com seus objetivos e ações sugeridas, as quais passam pela escolha e utilização de metodologia adequada, isto é, cada atividade tem de ser planejada com intencionalidade, tendo os objetivos e conteúdos muito claros e sabendo exatamente o ponto em que se deseja chegar. Conforme afirmam Giordan, Guimarães e Massi (2012), a organização de uma sequência didática permite a utilização de diversas metodologias, fator dependente da atividade a ser desenvolvida com o intuito de promover a interação entre o aluno, o professor e o conhecimento.

A última fase do desenvolvimento das sequências didáticas explicita as formas de avaliação da mesma, recomendando-se que se aplique de modo processual, isto é, durante toda a aplicação e execução das atividades propostas. Vale ressaltar que é pertinente recorrer à diversificação no processo de avaliação, desempenhando avaliações do tipo diagnóstica, formativa e somativa de modo equânime.

Desta forma, a utilização de sequências didáticas no ensino justifica-se pelo amplo espectro de possibilidades em abordar diferentes temas das mais distintas áreas do conhecimento utilizando metodologias diversificadas e cadenciadas às atividades propostas e

aos objetivos lançados. A abordagem por meio deste procedimento é capaz de envolver indistintamente professores, estudantes e aprendizagem, tornando-os uníssonos na aquisição e compartilhamento de conhecimento e conceitos.

1.5. As metodologias ativas de ensino

Conforme já relatado, o processo de ensino e aprendizagem vem sofrendo mudanças nas últimas décadas, as quais se tornam mais intensas e em intervalos de tempo cada vez menores. A explicação para tal fenômeno reflete o advento da globalização e avanço do capitalismo, proporcionando às pessoas informações, produtos e experiências jamais imaginadas. Assim, pensar na sala de aula do século XXI requer um estudo aprofundado das metodologias de ensino, percebendo-as e desenvolvendo-as em consonância com esse avanço da modernidade.

A educação contemporânea é influenciada pelo conceito de modernidade líquida, definido pelo filósofo e sociólogo polonês Zygmunt Bauman (1925 – 2017), o qual considera que as relações interpessoais na atualidade são regidas pela imprevisibilidade, fato refletido diretamente na instituição escolar e consequentemente nas metodologias de ensino praticadas por professores formados pelo método tradicionalista, sólido, enrijecido pelo estigma do docente como detentor do “saber absoluto”, depositando seus conhecimentos sobre os alunos, meros acumuladores de informações, muitas vezes excessivas e desconexas.

Assim, ao preparar uma aula ou uma sequência didática, a escolha da metodologia é o cerne do desenvolvimento do trabalho do professor, pois é através dela que se planeja e executam os objetivos de aprendizagem, entendendo o aluno como centro da prática docente.

Assim, em contraposição ao método tradicional, em que os estudantes possuem postura passiva de recepção de teorias, o método ativo propõe o movimento inverso, ou seja, passam a ser compreendidos como sujeitos históricos e, portanto, a assumir um papel ativo na aprendizagem, posto que têm suas experiências, saberes e opiniões valorizadas como ponto de partida para construção do conhecimento. (DIESEL, BALDEZ e MARTINS, p.271, 2017)

Logo, a utilização das metodologias ativas em sala de aula caracteriza-se como um processo amplo, tornando o aluno o agente principal de sua aprendizagem, comprometendo-se com o

seu próprio aprendizado e, conseqüentemente adquirindo autonomia. Ademais, os métodos ativos agregam consigo outras vantagens, tais como, problematização da realidade na qual o estudante está inserido, desenvoltura na execução de trabalhos em equipe, entre outros, conforme exposto na figura 3.

Figura 3: Princípios que constituem as metodologias ativas de ensino



Fonte: DIESEL, BALDEZ e MARTINS, p.273, 2017

Vale destacar a abordagem das metodologias ativas passa por um processo de convencimento docente, buscando a ressignificação da prática de ensino conforme ressaltam Diesel, Baldez e Martins (2017, p.270), pois, “[...] há necessidade de os docentes buscarem novos caminhos e novas metodologias de ensino que enfoquem no protagonismo dos estudantes, favoreçam a motivação e promovam a autonomia destes”.

Desta forma, trata-se da função do professor adotar e compreender a perspectiva do aluno, acolher e valorizar os pensamentos e sentimentos dos estudantes, colaborando para suas capacidades de autorregulação e desenvolvimento motivacional.

Vale ressaltar que a escola possui papel de total relevância na adoção das metodologias ativas de ensino, pois cabe a ela auxiliar o professor na elaboração de seu plano de trabalho docente, adequação do espaço físico, tornando-o multifuncional, além da indiscutível atualização do projeto-político-pedagógico (PPP).

Dentre os principais tipos de metodologias ativas, destacam-se quatro delas:

- *Aprendizagem baseada em projetos;*
- *Aprendizagem baseada em problemas;*
- *Estudo de caso;*
- *Sala de aula invertida.*

Para o desenvolvimento do presente trabalho, dentre as mais variadas metodologias ativas disponíveis, a sala de aula invertida foi escolhida, pois:

[...] é uma metodologia de ensino que inverte a lógica tradicional de ensino. O aluno tem o primeiro contato com o conteúdo que irá aprender através de atividades extraclasse, prévias à aula. Em sala, os alunos são incentivados a trabalhar colaborativamente entre si e contam com a ajuda do professor para realizar tarefas associadas à resolução de problemas, entre outras. (OLIVEIRA, ARAUJO e VEIT, p.5, 2016)

Portanto, esta metodologia promove uma inversão no processo de ensino e aprendizagem, instigando o aluno a buscar e demonstrar conhecimento, destituindo o professor de seu papel de detentor exclusivo do saber à medida que o torna mediador de conceitos. Além disso, as atividades extraclasse propostas podem ser as mais variadas possíveis, tais como, leitura prévia de textos, elaboração de perguntas, solicitação para que assistam a vídeos, execução de experimentos simples, entre outras.

Logo, dentre as vantagens da utilização da sala de aula invertida, destacam-se a resignificação do papel do professor (agora como mediador); o aluno está no centro da aprendizagem e torna-se corresponsável por ela; maior possibilidade de explorar os conhecimentos prévios; incentivo para que os alunos adquiram o hábito de estudos, já que a avaliação se dilui durante as aulas; aprimoramento da capacidade de reflexão, elaboração de perguntas e comunicação oral dos estudantes; diminuição das lacunas cognitivas existentes nas turmas devido a sua heterogeneidade; e; potencialização do trabalho colaborativo em equipes.

Assim como toda metodologia proposta, esta também carrega consigo alguns desafios relevantes a serem destacados como, por exemplo, a grande quantidade de conteúdos exigidos na matriz curricular da disciplina de Física no Ensino Médio; quantidade de aulas semanais para a disciplina de Física (geralmente duas para o sistema público de ensino); estrutura burocrática de instituições escolares resistentes a mudanças metodológicas; heterogeneidade cognitiva da turma e número elevado de alunos por classe.

Entretanto, ressalta-se que, por ser uma metodologia maleável, o professor é capaz de adequá-la às realidades de sua escola e turmas em que ministra aula. Vale destacar também que as primeiras vezes em que for utilizar tal método ativo, nem todas as atividades propostas serão realizadas de acordo com os objetivos iniciais, pois este se trata de um processo complexo que engloba primordialmente o envolvimento e compreensão dos alunos. Ademais, é inerente ao processo de ensino e aprendizagem reflexão e adequação constante, independentemente da metodologia escolhida.

1.6. A importância da experimentação no ensino da Física

A Física, enquanto Ciência da Natureza trata de uma seção do conhecimento científico que objetiva explicar os fenômenos naturais através da formulação de conceitos. Ressalta-se assim a importância da abordagem experimental neste processo de elaboração e até mesmo validação de determinado efeito ou fenômeno, seja ele natural ou artificial.

Entretanto, o cenário atual desta importante área do conhecimento aborda majoritariamente o formalismo matemático associado aos conceitos, fato que rotula a Física como um emaranhado de equações desconexas e irrelevantes para a vida cotidiana dos estudantes, resultando assim veemente repúdio ao seu estudo e compreensão. Como forma de romper com o supracitado enfoque matemático, se recorre à utilização de experimentos dentro das metodologias de ensino, pois conforme afirma Sér  , Coelho e Nunes (2003)

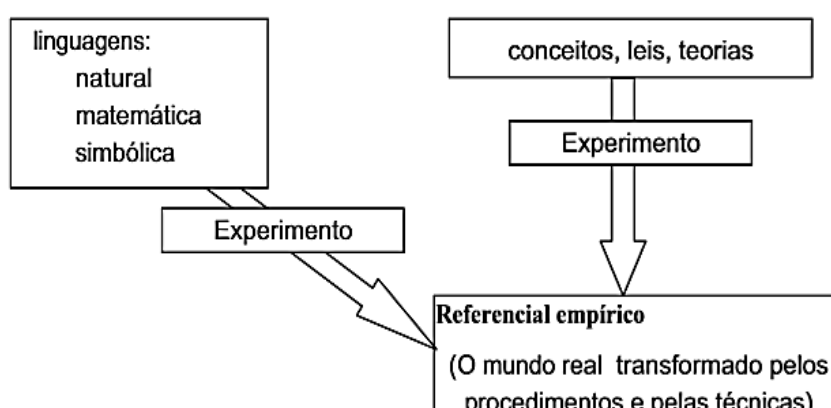
Através dos trabalhos práticos e das atividades experimentais, o aluno deve se dar conta de que para desvendar um fenômeno   necessária uma teoria. Além disso, para obter uma medida e também para fabricar os instrumentos de medida   preciso muita teoria. Pode-se dizer que a experimenta  o pode ser descrita considerando-se três polos: o referencial empírico; os conceitos, leis e teorias; e as diferentes linguagens e simbolismos utilizados em física. (S  R  , COELHO e NUNES, p. 9 e 10, 2003)

Desta forma, as atividades experimentais em sala de aula objetivam correlacionar os três eixos conforme a Figura 4.

Segundo Batista, Fusinato e Blini (2009), o excesso de conteúdos e informa  es desmotiva grande parte dos alunos, principalmente pelo fato de não visualizarem rela  o entre

teoria e prática, logo, para que o conceito adquira significado, o mesmo deve estar ao alcance dos jovens.

Figura 4: Esquema representativo dos polos considerados na descrição da experimentação.



Fonte: SÉRÉ, COELHO e NUNES (p.39, 2003)

Os procedimentos experimentais podem ser classificados de três formas distintas principais: quanto à disposição, quanto às atividades e quanto à metodologia. A disposição experimental pode ser realizada de duas formas, uma estruturada, a qual fornece informações detalhadas e o procedimento experimental completo e outra não estruturada, especificando os objetivos da atividade, porém deixando o desenvolvimento do experimento a cargo do próprio aluno.

Já as atividades de experimentos propostos podem ser classificadas em motivacionais, funcionais, instrucionais e epistemológicas, conforme aponta o Quadro 2.

Quadro 2: Principais classificações de experimentos

Tipo de atividade	Característica
Motivacional	Busca atrair a atenção do aluno relacionando o experimento com fatores cotidianos e tecnológicos.
Funcional	Atividade que requer material de fácil manuseio e acesso, além de utilizar materiais de baixo custo.

Instrucional	Atua diretamente no processo de ensino e aprendizagem, possibilitando a compreensão de conceitos de modo mais simples.
Epistemológica	Ideal para atividades que envolvam métodos construtivistas no planejamento de aula.

Fonte: O autor

Com relação à metodologia empregada, os experimentos podem ser demonstrativos com aparatos simples, quantitativos com montagem simples ou sofisticada, problematizadores, de reconstrução de aparatos históricos e para portadores de necessidades especiais.

As atividades experimentais também podem ser classificadas de acordo com a visão do próprio estudante como, por exemplo, experimentos demonstrativos, tradicionais, divergentes, abertos, laboratório biblioteca e problema da redescoberta.

Desta forma, conclui-se que é de extrema importância e relevância a utilização de experimentos no ensino da Física, tendo as mais variadas estratégias metodológicas disponíveis para desempenhar tal ação de modo exitoso no ambiente escolar, proporcionando assim maior desenvolvimento conceitual e estímulo aos estudantes para a aprendizagem desta importante área do conhecimento científico.

2. CONTEÚDOS DE ÓPTICA GEOMÉTRICA ABORDADOS

A curiosidade sempre foi o condicionante essencial para mover as descobertas científicas ao longo da evolução histórica da humanidade. Desde as primeiras civilizações, os fenômenos da natureza instigavam os filósofos e pensadores da Antiguidade a buscarem explicações sobre a natureza dos raios, trovões, o comportamento e composição da matéria, bem como a investigação da natureza da visão e sua relação com a luz, por exemplo.

Assim, à medida que o Homem evolui, o conhecimento o faz concomitante a tal evolução, possibilitando a instituição da Física como Ciência da Natureza, empenhada em explicar e explorar os comportamentos e particularidades do Universo, da menor à maior escala de grandeza.

Dentro do vasto conhecimento da Física, a óptica é área responsável por estudar os fenômenos e comportamentos relacionados à luz e que possui grande relevância ao ser estudada tanto ao nível da Educação básica com maior enfoque no segundo ano do Ensino Médio, quanto a nível superior no tocante aos cursos de engenharias, ciências médicas e ciências exatas.

O atual estudo da óptica é dividido didaticamente em três campos:

- Óptica Física: relacionada aos fenômenos de interferência e polarização, diretamente associados à natureza ondulatória da luz;
- Óptica Fisiológica: relacionada à anatomia da visão e todo o processo envolvido neste sentido, tais como as anomalias oculares como, por exemplo, astigmatismo, miopia e hipermetropia;
- Óptica geométrica: estuda os fenômenos associados ao Princípio de Fermat, segundo o qual a luz percorre o trajeto entre dois pontos no menor intervalo de tempo possível.

Logo, tendo em vista a grandeza conceitual do estudo da óptica, delimitamos para este trabalho o estudo dos fundamentos da óptica geométrica.

2.1. A dualidade da luz

Para se desenvolver um estudo satisfatório e coerente acerca da óptica geométrica, a princípio, deve-se abordar a natureza dual do comportamento da luz, ora atuando como partícula, ora atuando como energia (onda).

Desde a Antiguidade até por volta dos séculos XVII e XVIII, a maioria dos cientistas consideravam a luz composta de minúsculas partículas, chamadas de corpúsculos, emitidas por suas fontes e que se deslocavam com grande velocidade entre os corpos (YOUNG; FREEDMAN, 2008). Isaac Newton (1643 – 1727) elaborou princípios para explicar como os fenômenos ópticos de reflexão e dispersão da luz ocorreriam considerando sua natureza corpuscular; Galileu Galilei (1564 – 1642) e outros cientistas obtiveram insucesso na tentativa de medir sua velocidade.

Já em meados do século XVIII e todo século XIX, o período fora marcado pelo desenvolvimento de uma teoria ondulatória da luz, pois

Em 1873, James Clerk Maxwell previu a existência das ondas eletromagnéticas e calculou a velocidade de propagação dessas ondas [...]. Esse desenvolvimento, juntamente com o trabalho experimental de Heinrich Hertz iniciado em 1887, mostrou de maneira irrefutável que a luz é realmente uma onda eletromagnética. (YOUNG; FREEDMAN, 2008, p. 1 e 2)

Desta forma, em 1930, com o desenvolvimento da eletrodinâmica quântica, a teoria dual da luz foi elaborada partindo da complementaridade entre a teoria corpuscular e a teoria ondulatória, as quais definem um conjunto de fenômenos distintos (e alguns comuns). Assim, a propagação da luz é descrita através da utilização de um modelo ondulatório, enquanto os fenômenos de absorção e emissão são satisfatoriamente definidos através do comportamento corpuscular da luz (YOUNG; FREEDMAN, 2008).

2.2. Produção e propagação da luz

Dentre os processos passíveis para a produção de luz destacam-se três. O primeiro trata-se do aquecimento de corpos a elevadas temperaturas, fato que promove a movimentação

térmica de suas partículas, resultando na emissão de radiação térmica, logo, toda forma de matéria aquecida torna-se um corpo luminoso ou fonte de luz primária.

O segundo processo de produção de luz ocorre através de descargas elétricas em gases ionizados, fato que ocorre em lâmpadas fluorescentes e lâmpadas de vapor de sódio, por exemplo. E, por fim, no terceiro processo ocorre a geração da luz laser, muito utilizada nas últimas décadas na medicina e na indústria.

[...] no caso de um laser, os átomos no interior da fonte são induzidos a emitir luz de modo organizado e coerente. O resultado é que o feixe do laser pode ser muito intenso e fino, além de mais *monocromático* – com frequência única – do que o feixe produzido por qualquer outra fonte de luz. (YOUNG; FREEDMAN, 2008, p.2)

Vale ressaltar que todo corpo ou objeto capaz de emitir luz própria classifica-se como objeto luminoso ou fonte primária de luz. Já corpos que refletem a luz incidida são classificados como fontes secundárias de luz ou corpos iluminados.

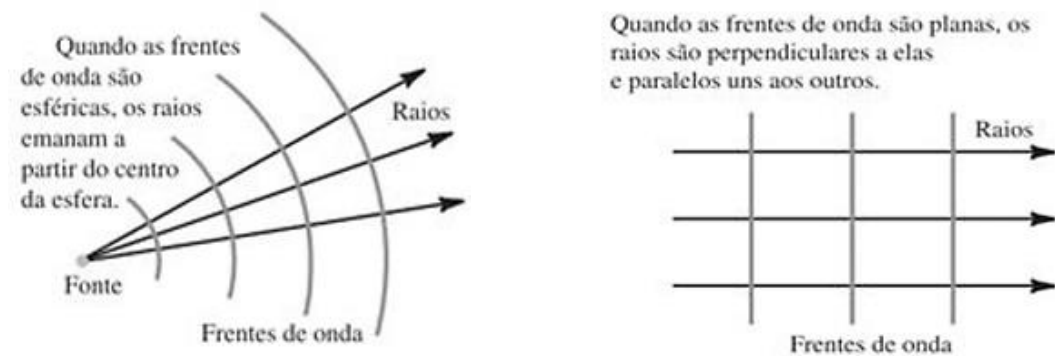
É importante ressaltar que, independentemente da fonte luminosa, a velocidade de propagação da luz será sempre a mesma, isto é, $c = 299\,792\,458\text{ m/s}$ e que a mesma é capaz de propagar-se em meios materiais transparentes, translúcidos e opacos. O meio transparente é atravessado pela luz sem sofrer desvios; já no meio translúcido a luz descreve trajetórias irregulares e, no meio opaco, a luz é incapaz de se propagar ou de atravessá-lo.

2.3. Representação da luz na óptica geométrica

Comumente a luz é representada através de frentes de onda do ponto de vista da teoria e fenômenos ondulatórios, as quais podem ser definidas como “o lugar geométrico de todos os pontos adjacentes que possuem a mesma fase da vibração de uma grandeza física associada com a onda” (YOUNG; FREEDMAN, p.3, 2008).

Entretanto, para descrever as direções da propagação da luz, na óptica opta-se preferencialmente pela representação das frentes de onda através de raios, conforme a figura 5 a seguir.

Figura 5: Representação dos raios em relação às frentes de onda



Fonte: YOUNG e FREEDMAN (p.3, 2008)

2.4. Princípios da óptica geométrica

A representação dos raios de luz auxilia na compreensão dos três princípios básicos que regem a óptica geométrica. São eles:

- *Princípio da propagação retilínea da luz:* considera que em meios isotrópicos e homogêneos, de acordo com o Princípio de Fermat, segundo o qual a distância da luz entre dois pontos é percorrida em tempo mínimo, a trajetória da luz é uma linha reta.

Deste princípio derivam as explicações da formação sombra e penumbra dependendo do tipo de fonte luminosa em questão, pois uma fonte pontual gera apenas sombra e, uma fonte extensa, produz sombra e penumbra.

Além disso, a propagação retilínea da luz é utilizada para explicar a formação de sombra e penumbra durante os eclipses lunar e solar.

- *Princípio da independência dos raios luminosos:* tal princípio versa que quando dois ou mais raios de luz vindos de fontes diferentes se cruzam, não há alteração de suas propriedades, como intensidade e direção de propagação.

- *Princípio da reversibilidade da luz:* considera que a trajetória seguida por um raio luminoso é independente do sentido de sua propagação.

Portanto, a descrição e compreensão dos princípios regimentares da óptica geométrica, são essenciais para o estudo dos principais fenômenos ópticos, tais como reflexão, refração e absorção, destacados no item a seguir.

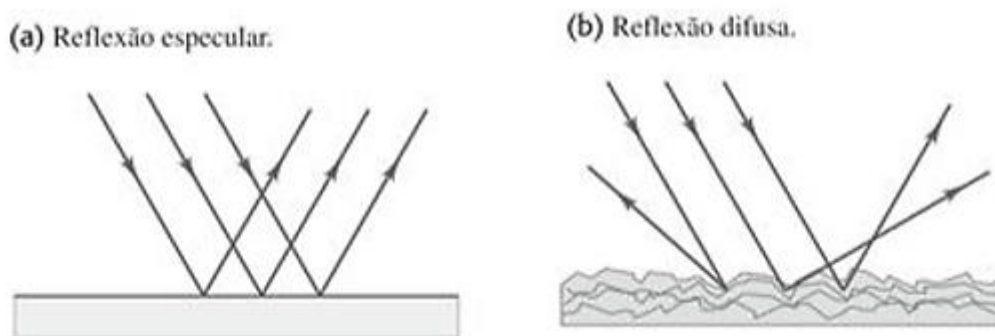
2.5. Fenômenos ópticos

Os fenômenos ópticos relevantes a serem estudados neste trabalho são: reflexão, refração e absorção, os quais serão definidos e exemplificados na sequência.

- Reflexão

A reflexão ocorre quando a luz proveniente de uma fonte atinge um corpo desviando sua trajetória, porém continuando a se propagar no mesmo meio de origem. O comportamento da luz refletida, no entanto, depende das características da superfície refletora. Sob esse aspecto, a reflexão da luz pode ser dividida em regular (ou especular) - quando o raio luminoso incide em uma superfície lisa e gera um único ângulo de reflexão (Figura 6a) – e reflexão difusa – quando os raios refletidos são espalhados em diferentes direções em uma superfície rugosa (Figura 6b).

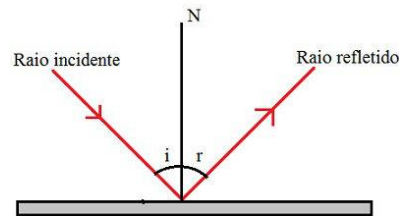
Figura 6: Reflexão especular e reflexão difusa da luz



Fonte: YOUNG e FREEDMAN (p.5, 2008)

A reflexão, tanto especular quanto difusa, é regida por leis facilmente observáveis graficamente através da Figura 7.

Figura 7: Reflexão da luz



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/a-refracao-luz.htm>

A primeira lei da reflexão enuncia que o raio incidente, o raio refletido e a reta normal à superfície no ponto de incidência são coplanares. Já a segunda lei da reflexão considera que o ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão.

- Refração

A refração caracteriza o fenômeno óptico de mudança do meio de propagação da luz com consequente alteração da velocidade. Se a superfície entre os dois meios for polida ou ideal, tem-se a refração regular. Caso a superfície de separação dos meios seja irregular, ocorre a refração difusa.

Cada material possui capacidade própria de desviar a trajetória da luz que nele incidir, conceito definido através da grandeza denominada de índice de refração (n), o qual é obtido ao se dividir o valor da velocidade da luz no vácuo (c) pelo valor da velocidade da luz no meio em questão (v).

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

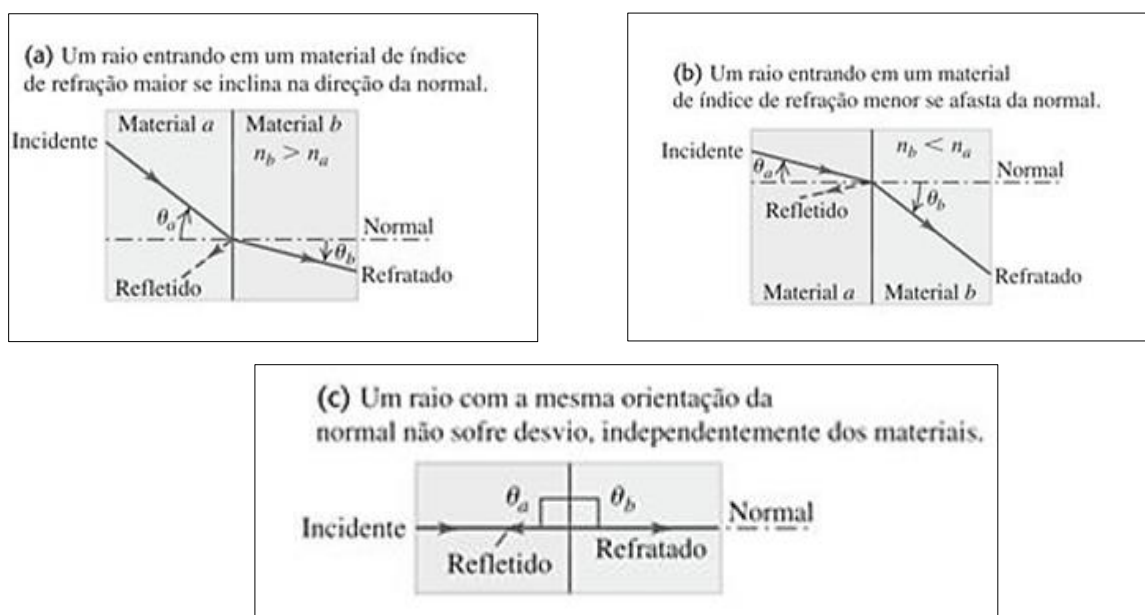
Assim como a reflexão, a refração também é regida por leis que auxiliam na plena compreensão deste fenômeno óptico em questão.

A primeira lei da refração, de modo similar à primeira lei da reflexão, versa que o raio de luz incidente, o raio de luz refratado e a reta normal estão contidos no mesmo plano, ou seja, são coplanares. Já a segunda lei, denominada de Lei de Snell-Descartes, considera que o produto do seno do ângulo de incidência pelo valor do índice de refração do meio em que se propaga o raio incidente, é igual ao produto do seno do ângulo de refração pelo índice de refração do meio em que se propaga o raio refratado, conforme a equação a seguir.

$$n_1.\text{sen}_1 = n_2.\text{sen}_2$$

É relevante ressaltar no estudo do fenômeno óptico da refração que, dependendo do ângulo de incidência do raio na superfície de separação dos meios, é possível obter comportamentos distintos para o raio refratado. Além disso, em situações reais, os fenômenos de refração e reflexão ocorrem simultaneamente, assim, é possível representar os dois efeitos juntos utilizando a notação dos raios luminosos conforme a figura 8.

Figura 8: Representação da reflexão e refração em três casos particulares



Fonte: YOUNG e FREEDMAN (p.5, 2008)

Conforme representa a figura 8a, quando um raio de luz desloca-se de um meio menos refringente para outro mais refringente, haverá uma aproximação da trajetória do mesmo em relação à reta normal. Já na figura 8b, observa-se o efeito oposto, ou seja, um raio de luz

deslocando-se de um meio mais refringente para outro menos refringente, assim, o raio refratado se afasta da reta normal.

Por fim, a figura 8c demonstra que um raio de incidência perpendicular à superfície, isto é, ângulo de incidência nulo, resulta em um refratado que não sofre desvio.

- Absorção

A absorção da luz ocorre quando os raios luminosos incidem em uma superfície e não sofrem nem reflexão e nem refração. Logo, são absorvidos e promovem um aumento da temperatura da superfície que atingem. Segundo a definição da Enciclopédia Wikipédia:

Em Física, absorção se relaciona à parcela de energia que persiste em um corpo após incidir sobre ele. Contrapõe-se às parcelas correspondentes à transmissão e à reflexão. Absorção ocorre quando um corpo escuro, iluminado por alguma fonte, absorve todas as cores e reflete a luz de sua própria cor. Exemplo: Um corpo vermelho, iluminado por uma luz branca, absorve todas as cores e reflete o vermelho. (Wikipédia, acesso em 21/04/2020)

Assim, as cores dos objetos são determinadas pelos fenômenos de reflexão difusa e absorção da luz, pois correspondem a determinadas frequências de luz que os olhos são sensíveis.

2.6. Formação de imagens em espelhos planos

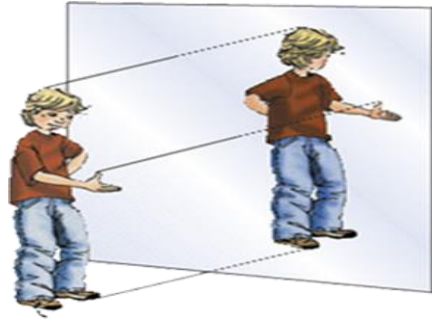
Os espelhos planos representam o único sistema perfeitamente estigmático, ou seja, apresenta imagens perfeitamente nítidas. Além disso, a formação de suas imagens obedece às leis da reflexão previamente estudadas nesta seção.

É relevante destacar que os espelhos planos possuem um campo visual determinado a partir de dois raios que incidem nas suas bordas e se propagam até os olhos do observador. A extensão desse campo depende da distância do observador ao espelho e das dimensões do espelho.

O tipo de imagem formada para este espelho apresenta sempre as mesmas características, pois é virtual (se forma atrás do espelho), é do mesmo tamanho do objeto,

direita e simétrica (a distância da imagem ao espelho é igual à distância do objeto ao espelho) (Figura 9).

Figura 9: Reflexão para apenas um espelho plano



Fonte: MACHADO (2019)

- Formação de múltiplas imagens

Com a associação de espelhos planos é possível obter várias imagens de um mesmo objeto, o qual dependerá do ângulo de associação entre os espelhos de acordo com a equação:

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

Se a relação $\frac{360}{\theta}$ resultar em um número par, ela será válida para um objeto colocado em qualquer ponto entre dois espelhos. Entretanto, se a relação $\frac{360}{\theta}$ for um número ímpar, será válida somente para um objeto colocado no plano bissetor do ângulo θ .

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Após a apresentação da fundamentação teórica que justifica o desenvolvimento do presente trabalho, na sequência, descreve-se o procedimento metodológico de acordo com os objetivos propostos. Inicia-se com o local e sujeitos da pesquisa, a metodologia utilizada e a aplicação da sequência didática proposta, bem como a descrição das atividades sugeridas e seus respectivos objetivos.

Objetivo geral:

Compreender as implicações educacionais e pedagógicas do ensino de Física baseado nos princípios do desenvolvimento da inteligência emocional de estudantes através da metodologia ativa denominada sala de aula invertida.

Objetivos específicos

- Desenvolver uma sequência didática que contemple e correlacione a gestão emocional com o ensino da disciplina de Física;
- Propor metodologias alternativas que privilegiem o amadurecimento e desenvolvimento da inteligência emocional nas relações pedagógicas entre estudantes e professores de Física;
- Apresentar o conteúdo de “Óptica Geométrica” de forma significativa por meio de atividades contempladas na metodologia de sala de aula invertida;
- Criar um *website* como produto de pesquisa, caracterizando-a como uma fonte de compartilhamento de experiências e práticas pedagógicas que correlacionam a gestão da emoção com o ensino de Física.

3.1. Local e sujeitos da pesquisa

O presente trabalho foi desenvolvido e aplicado com vinte e dois alunos do segundo ano do Ensino Médio do Colégio Carlos Drummond de Andrade, situado na cidade de Colorado, Paraná, pertencente à rede privada de ensino, durante o quarto bimestre do ano letivo de 2018. A sequência didática foi aplicada no decorrer de nove aulas, equivalendo a três semanas de aulas da disciplina de Física. Ressalta-se que o professor titular da turma no colégio é o próprio responsável pelo desenvolvimento da presente pesquisa.

3.2. Metodologia da pesquisa

O corrente trabalho trata-se de uma pesquisa bibliográfica de natureza básica, com abordagem qualitativa e objetivo de ordem exploratória. A pesquisa básica tem como objetivo produzir conhecimentos novos, úteis para o avanço da ciência sem aplicação prática prevista (GIL, 1999). Assim, o pesquisador busca satisfazer uma necessidade intelectual pelo conhecimento e sua meta é o saber. (CERVO; BERVIAN, 2002).

A pesquisa qualitativa considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa que não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento chave. (GIL, 1999). Entende-se, portanto, este modelo de pesquisa sendo o mais adequado para verificar os resultados práticos das aplicações de produtos educacionais em sala de aula, o qual se caracteriza como um ambiente de estudo subjetivo em sua essência.

Em relação à pesquisa exploratória, restringe-se a definir objetivos e buscar mais informações sobre o assunto, realizando descrições precisas da situação buscando descobrir as relações existentes entre os elementos componentes.

3.3. A Sequência Didática (SD)

Um dos objetivos propostos é o desenvolvimento de uma Sequência Didática (SD), que contemple e correlacione a gestão emocional com o ensino da disciplina de Física. Segundo Araujo (2013), a organização dos conteúdos atrelados às habilidades e competências em uma SD exige comprometimento por parte do docente ao elaborar uma ordem lógica e interconectada de atividades, dialogando com objetivos que se deseja alcançar ao final de sua aplicação.

Com base no referencial e nos objetivos propostos, desenvolveu-se uma SD dividida em nove aulas de cinquenta minutos, como apresentada no Quadro 3. No item 3.4., são apresentadas as aulas em detalhe.

Quadro 3: Descrição e objetivos da sequência didática aplicada

Aula	Objetivos	Atividade	Habilidades	Tempo
01	Investigar a visão dos alunos quanto à Física.	Questionário inicial	Autoconhecimento a partir da autorreflexão e autocrítica.	10 minutos
	Analisar as influências dos sentimentos na aprendizagem da Física.	Diálogo em formato de círculo.	Desenvolvimento de pensamento crítico, capacidade de comunicação e argumentação por meio da empatia.	30 minutos
	Incentivar o trabalho em equipe.	Divisão da turma em cinco equipes e entrega do texto “Física e Fotografia” (Anexo A) para realizarem leitura prévia em casa.	Organização do trabalho em grupo.	10 minutos
02	Levantamento de conhecimentos a partir da leitura prévia do texto proposto	Discussão em formato de círculo sobre os principais temas abordados no texto.	Valorizar conhecimentos produzidos historicamente pela humanidade	30 minutos
	Distribuir os temas da óptica geométrica entre os cinco grupos	Pesquisa em sites e materiais didáticos sobre os temas abordados no texto.	Utilização adequada de ferramentas de pesquisa via internet e organização de informações	10 minutos
	Refletir sobre o próprio desempenho durante o desenvolvimento das atividades propostas.	Auto avaliação.	Exercício do autoconhecimento, autocuidado, empatia e cooperação por meio da reflexão crítica.	10 minutos
03	Desenvolver a habilidade para o trabalho em equipe.	Construção de mapa conceitual a respeito do tema designado à cada equipe.	Responsabilidade e cidadania para a ação individual e coletiva; Organização do conhecimento, autoconhecimento e cooperação.	50 minutos
04	Proporcionar diálogo amplo com relação aos conceitos	Apresentação dos mapas conceituais de cada	Capacidade de comunicação oral e organização de discussão coletiva;	50 minutos

	fundamentais da óptica geométrica.	equipe.	Desenvolvimento do respeito quanto à opiniões divergentes.	
05	Proporcionar diálogo amplo com relação aos conceitos fundamentais da óptica geométrica.	Término das apresentações dos mapas conceituais de cada equipe.	Capacidade de comunicação oral e organização de discussão coletiva; Desenvolvimento do respeito quanto à opiniões divergentes.	35 minutos
	Aplicar conceitos de óptica geométrica através de experimentos simples.	Entrega dos experimentos para cada equipe (Anexo B).	- Desenvolvimento de pensamento crítico, capacidade de comunicação e argumentação, bem como o exercício da empatia e cooperação, capacitando ao diálogo e resolução de conflitos na elaboração de experimentos.	5 minutos
	Refletir sobre o próprio desempenho durante o desenvolvimento das atividades propostas.	Auto avaliação.	Exercício do autoconhecimento, autocuidado, empatia e cooperação por meio da reflexão crítica.	10 minutos
06 e 07	Dialogar entre as equipes com relação aos experimentos propostos; Corrigir erros conceituais e procedimentais durante a execução e apresentação dos experimentos.	Apresentação dos experimentos para a turma e para o professor em sala de aula.	Execução e explicação de atividades experimentais; Capacidade de comunicação; Desenvolvimento da autocrítica e autorreflexão sobre os procedimentos experimentais executados.	50 minutos em cada aula.
08	Aplicar os conhecimentos trabalhados através de apresentação de experimentos.	Apresentação dos experimentos para as outras turmas do colégio.	Desenvolvimento da comunicação e capacidade de argumentação e exposição oral.	50 minutos
09	Avaliar os conhecimentos adquiridos.	Avaliação escrita e questionário final para autoavaliação.	Avaliação autocrítica.	50 minutos

3.4. Descrição das aulas

Aula 01

Na primeira aula proposta o professor utilizou um questionário inicial (que se encontra no Apêndice I) com a finalidade de promover um exercício reflexivo dos alunos com relação à Física e as expectativas lançadas quanto ao seu estudo. Além disso, o referido questionário objetivou também investigar o estado emocional dos estudantes frente ao estudo da disciplina.

Assim que todos responderam às questões, foi organizada, em formato de semicírculo, uma roda de conversa para dialogar sobre a importância da compreensão e gerenciamento das emoções, seja na vida pessoal ou no ambiente escolar. Neste momento, foi proporcionado um diálogo amplo entre estudantes e professor.

Terminada a explanação de sentimentos e opiniões com relação às influências das emoções nas ações cotidianas, a turma foi dividida em cinco equipes, as quais receberam o texto “Física e Fotografia” (Anexo A) a fim de realizarem leitura prévia como tarefa de casa para discussão na aula seguinte. A atividade propõe estimular a interpretação de textos que abordam a evolução histórica de conceitos científicos, além de requerer e aprimorar o desenvolvimento de trabalho em grupos, desde a leitura e compreensão do conteúdo, até a organização das informações mais relevantes.

A SD apresenta atividades a serem realizadas fora da sala de aula utilizando as Tecnologias de Informação e Comunicação, ferramentas que permitem utilizar a metodologia de Sala de Aula Invertida. Um dos objetivos desta pesquisa é utilizar esta metodologia que juntamente com a organização da aula e participação dos alunos, promove um ensino significativo que permite o amadurecimento e desenvolvimento da inteligência emocional nas relações pedagógicas entre estudantes e professores de Física como comprovado pelos estudos de Beauport e Diaz (1998).

Aula 02

No início da segunda aula, a sala foi organizada novamente em formato de semicírculo para a exposição das principais ideias retiradas pelos alunos a partir da leitura do texto entregue na aula anterior e lido em casa, evidenciando a primeira atividade da metodologia de

sala de aula invertida escolhida para o desenvolvimento do presente trabalho. Nesta etapa, o professor anotou no quadro as informações mais relevantes levantadas pelos alunos com relação aos conceitos da Física para o estudo da óptica geométrica, tais como tipos de fontes de luz, meios de propagação da luz e alguns fenômenos ópticos.

Esta ação objetivou explorar a relevância em compreender as Ciências como resultado de uma construção historicamente humana, estimulada pela criticidade e curiosidade do Homem com relação aos fenômenos naturais. Além disso, o professor enfatizou e indagou os alunos sobre a importância das influências dos fatores emocionais no processo de “descoberta científica”, sejam as conquistas ou as frustrações dos pesquisadores e cientistas na proposição de leis, teorias ou técnicas científicas.

Na sequência, cada grupo foi incumbido de pesquisar sobre os cinco principais tópicos a respeito da fundamentação da óptica geométrica, extraídos do texto base. São eles:

- *Tipos de fontes de luz;*
- *Meios de propagação da luz;*
- *Princípios da óptica geométrica;*
- *Fenômenos ópticos (reflexão, refração e absorção);*
- *Formação de imagens e associação de espelhos planos.*

Esta forma de se abordar os conhecimentos e se apoderar deles, relaciona o afetivo com o intelectual de forma prazerosa o que permite a aceitação do novo conhecimento.

A pesquisa se iniciou em sala, porém se estendeu como tarefa extraclasse para cada grupo, a qual será estruturada na aula seguinte. Ao final desta aula, com o intuito de promover o exercício reflexivo de cada estudante com relação ao seu comprometimento e envolvimento com as atividades propostas até então, os mesmos realizaram uma autoavaliação escrita, relatando os aspectos que contribuíram ou não para seu engajamento na sequência de ações sugeridas.

A autoavaliação objetiva levar o estudante a refletir sobre sua postura perante as atividades propostas, caracterizando um fator importante no reconhecimento das emoções despertadas durante a execução de determinada atividade. Além disso, esta estratégia

descentraliza o processo avaliativo do professor, inserindo o aluno no desenvolvimento das aulas propostas pela sequência didática.

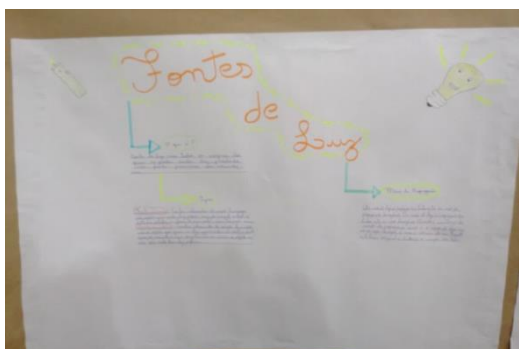
Aula 03

A partir da pesquisa que os grupos realizaram sobre cada um dos temas levantados na aula anterior, o professor propôs a elaboração de um mapa conceitual para cada equipe a fim de explicar os cinco tópicos extraídos do texto de apoio (figura 10). Durante esta aula, o docente realizou a mediação do trabalho em grupo, além de auxiliar na sistematização das informações e conceitos a serem representados através do mapa em uma folha de cartolina por grupo.

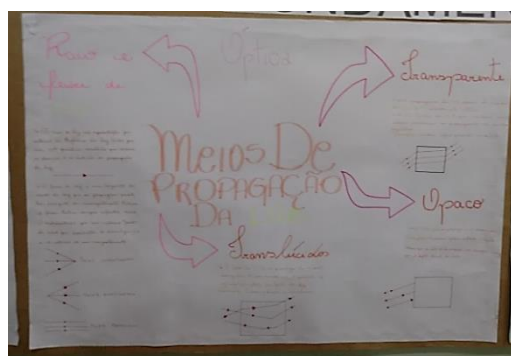
O mapa conceitual trata-se de um recurso visual gráfico no qual as informações, ideias e conceitos são organizados de forma esquematizada, permitindo maior aceção de conhecimento por parte dos estudantes que o elabora.

Essencialmente, esta aula objetivou o desenvolvimento do trabalho em equipe, reforçando as habilidades de empatia, comunicação e organização do conhecimento.

Figura 10: Mapas conceituais elaborados pelos alunos.



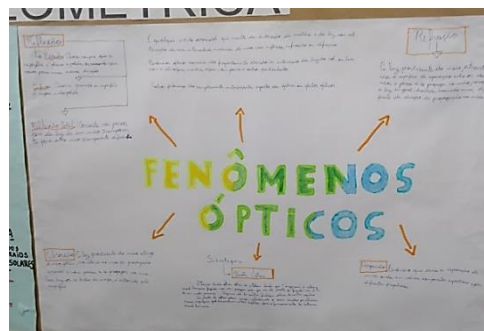
(a) Grupo 1



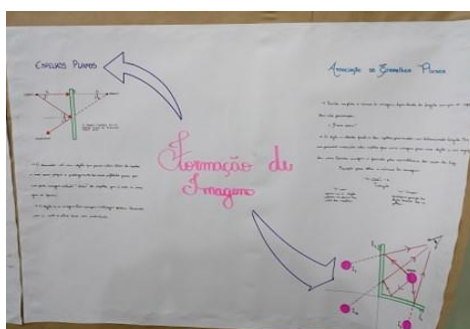
(b) Grupo 2



(c) Grupo 3



(d) Grupo 4



(e) Grupo 5

Fonte: Autor.

Aula 04

Nesta aula foram iniciadas as apresentações dos mapas conceituais elaborados por cada equipe, esquematizados em cartolinas (figura 10).

Durante a apresentação, os grupos ficaram responsáveis por explanar os conceitos da óptica geométrica para a turma, além de solucionar possíveis dúvidas que surgissem. Nesta etapa o professor permaneceu na função de mediador do amplo diálogo protagonizado pelos alunos, explicando algum conceito quando todas as alternativas e tentativas dos estudantes haviam se esgotado e também questionando os integrantes das equipes em como se sentiram durante o desenvolvimento da atividade quanto às dificuldades, desafios e conflitos.

O objetivo central deste momento da sequência didática foi desenvolver a capacidade de comunicação oral, organização de discussão coletiva, prática da empatia e cooperação a partir

da compreensão e respeito da opinião de outras pessoas, ambiente proporcionado pelo diálogo durante a apresentação dos mapas conceituais da óptica geométrica.

Aula 05

A primeira parte da quinta aula foi utilizada para o término das apresentações e discussões acerca dos mapas conceituais produzidos pelos alunos, os quais os fixaram em um painel explicativo intitulado “Fundamentos da Óptica Geométrica”.

Em um segundo momento, cada equipe recebeu o roteiro de dois experimentos (Anexo B) a serem testados e apresentados ao professor na aula seguinte. São eles:

- *A luz preenche espaço e comparação entre fonte pontual e fonte extensa;*
- *Dispersão da luz branca e reflexão da luz;*
- *Construção da câmara escura e interação entre dois feixes de luz;*
- *Localização da imagem em espelhos planos e Construção de imagens em espelhos planos;*
- *Associações de espelhos planos e multiplicidade de imagens.*

O objetivo desta proposta foi de aplicar os conceitos até então trabalhados em sala de aula por meio de experimentos de simples confecção e execução, permitindo a visualização prática dos temas previamente estudados na óptica geométrica.

Novamente, com o intuito de promover um exercício reflexivo do próprio envolvimento com as atividades propostas e o conhecimento disponibilizado, os alunos fizeram uma autoavaliação escrita (Apêndice II) nos dez minutos finais desta aula.

Aulas 06 e 07

Estas aulas foram destinadas à apresentação dos experimentos entre os grupos e também para o professor, a fim de discutir dúvidas ou acertar alguma etapa dos procedimentos experimentais que tenham causado algum tipo de problema ou erro de execução.

Durante estas aulas, mais uma vez se proporcionou o diálogo entre as equipes e o professor, objetivando estimular a comunicação, autocrítica e autorreflexão sobre os procedimentos experimentais desenvolvidos por cada grupo.

Aula 08

Com o intuito de aplicar os conceitos trabalhos através da apresentação de experimentos, esta aula foi destinada à exposição das atividades experimentais para as outras turmas do colégio como forma de fechamento da sequência didática e também da avaliação processual realizada pelo professor ao longo das semanas.

Aula 09

Nesta última aula foram realizados um questionário final e uma autoavaliação individual dos alunos (Apêndice III) e também a avaliação escrita (Apêndice IV) como componente do processo de avaliação desenvolvido pelo professor, a qual agregou do princípio ao fim questões subjetivas e objetivas para pontuar e avaliar o desempenho cognitivo e emocional com relação à abstração de conceitos pelos estudantes.

4. RESULTADOS

Após a explanação da metodologia empregada no desenvolvimento da sequência didática e da descrição das atividades realizadas em sala de aula, serão expostas as discussões e análises dos resultados obtidos a partir da aplicação da mesma.

4.1. Aula 01

No início das atividades foi aplicado um questionário composto de três perguntas com o objetivo de investigar a visão preliminar dos alunos quanto à disciplina de Física.

4.1.1. Questão 01: Antes de cursar a disciplina de Física, quais eram suas expectativas? Explique.

À supracitada questão foram ofertadas quatro alternativas de resposta aos alunos: péssima, regular, boa, e excelente. O percentual assinalado pela turma está representado na figura 11.

Figura 11: Expectativas dos estudantes quanto à disciplina de Física.



Fonte: Autor

Conforme se observa na figura acima as respostas ficaram divididas, tais que, 55% dos estudantes (doze alunos) declararam ter boa expectativa quanto ao estudo da Física, 23% regular (cinco alunos), 18% péssima (quatro alunos) e 4% excelente (um aluno). É possível constatar que mais da metade dos alunos da turma, antes de cursar efetivamente a disciplina de Física no Ensino Médio, possuíam expectativas positivas quanto a ela, fato que se comprova ao somarmos as porcentagens de respostas assinaladas como boa e excelente, totalizando 59 %(treze alunos).

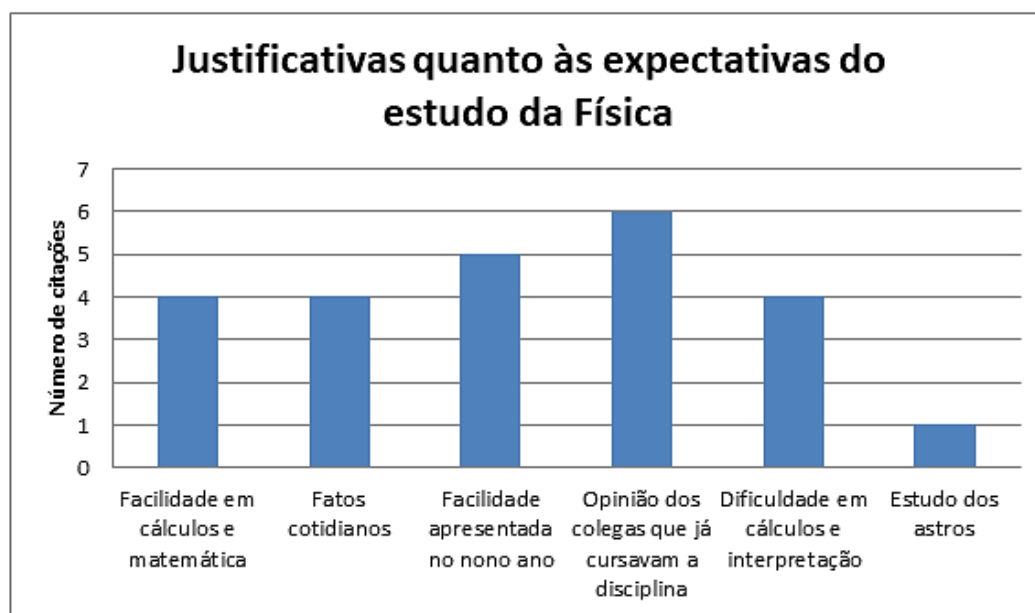
Além disso, os alunos apresentaram suas justificativas descritivas ao assinalarem uma das alternativas propostas ao responder à questão 01, ou seja, discorreram de forma escrita justificando a alternativa assinalada, conforme seguem algumas respostas dadas pelos estudantes apresentadas no quadro 4.

Quadro 4: Exemplos de respostas dos alunos para a questão 01.

Aluno	Resposta assinalada	Justificativa escrita
A	Excelente	<i>“Excelente, pois eu sempre tive gosto por matérias que envolvessem cálculos.”</i>
B	Boa	<i>“As expectativas eram boas, pois eu acreditava que aprendendo tal matéria, eu conseguiria perceber e associar as coisas cotidianas com a disciplina.”</i>
C	Regular	<i>“Pois muitas pessoas diziam que era difícil para quem não estuda, mas se torna legal quando você entende o conteúdo.”</i>
D	Péssima	<i>“Devido as coisas que as pessoas que já cursavam a disciplina diziam, que era difícil e que muitos iam mal.”</i>

Fonte: Autor.

Logo, as respostas foram agrupadas e são apresentadas na figura 12.

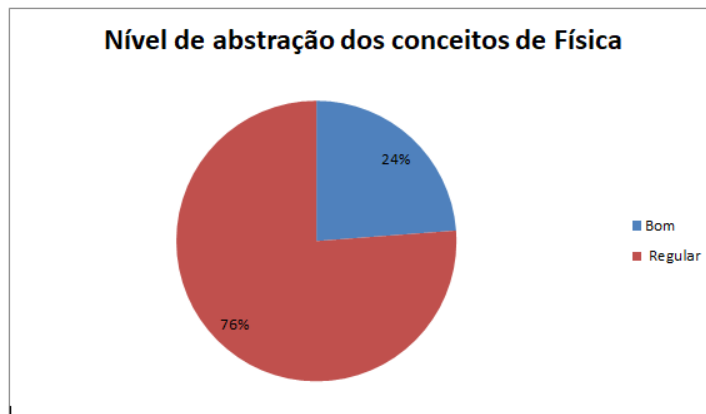
Figura 12: Justificativas quanto às expectativas do estudo da Física**Fonte:** Autor

De acordo com o exposto na figura 12, os fatores que mais influenciaram as expectativas dos alunos ao estudarem Física foram a opinião dos colegas que já cursavam a disciplina em séries subsequentes, a facilidade apresentada no nono ano do Ensino Fundamental, seguidas pela facilidade em cálculos e matemática, fatos cotidianos e dificuldades em cálculos e interpretação. O estudo dos astros fora citado apenas uma vez.

É possível perceber, a partir do exposto, que os estudantes ingressam no Ensino Médio carregados de expectativas quanto ao estudo da Física, as quais são alimentadas pelos mais diversificados fatores, muitos deles influenciadores diretos das emoções e que serão determinantes em como cada aluno irá lidar com os conceitos e desafios futuros da disciplina.

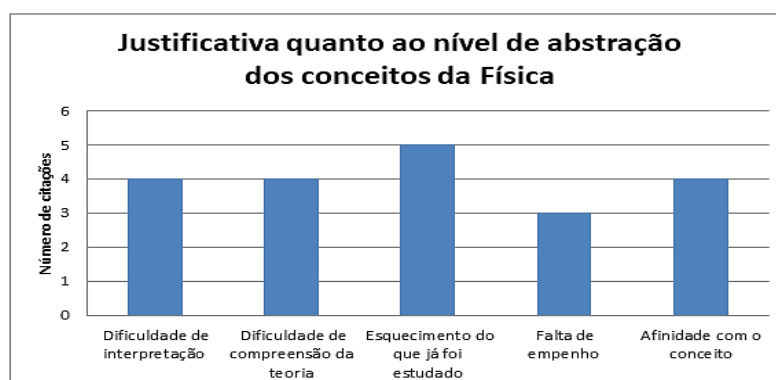
4.1.2. Questão 02: De acordo com suas experiências de aula com a disciplina de Física, qual o seu nível de abstração dos conceitos desta área do conhecimento? Explique.

Assim como na questão 01, os alunos poderiam assinalar uma das quatro opções disponíveis para esta questão, variando entre péssimo, regular, bom ou excelente.

Figura 13: Nível de abstração dos conceitos da Física**Fonte:** Autor.

Conforme a figura 13, em 76% das respostas assinaladas (dezesesseis alunos), foi declarado que os alunos abstraem os conceitos físicos de modo regular, ou seja, relatam que são capazes de compreender os conteúdos de modo mediano, porém o empenho e as dificuldades inerentes aos conceitos serão fatores determinantes para a referida abstração; e, em 24% dos casos (cinco alunos), relataram abstração de conceitos de modo bom, isto é, sem grandes dificuldades.

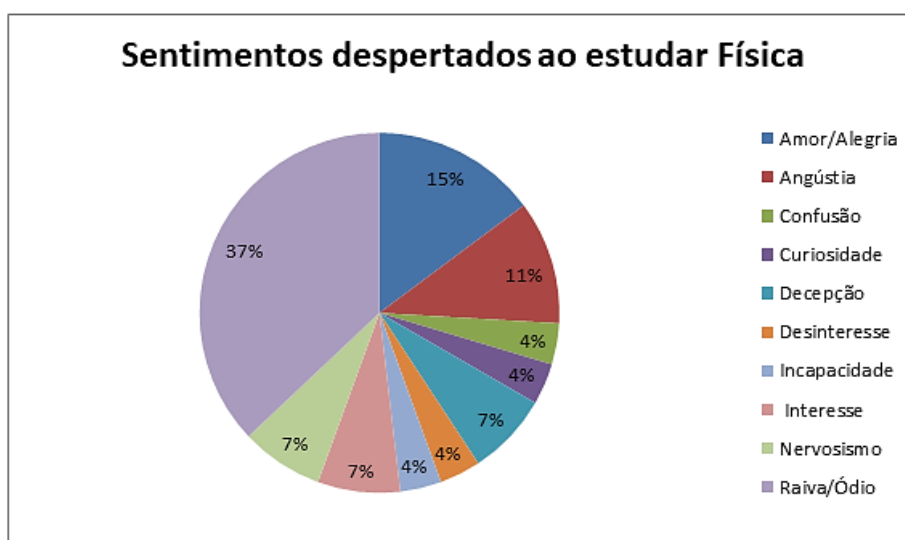
Entre os fatores que influenciam diretamente neste nível de abstração conceitual foram elencados, conforme a figura 14, o esquecimento do que já foi estudando (citado cinco vezes), dificuldades de interpretação e compreensão da teoria e afinidade com o conceito (citados quatro vezes cada) e a falta de empenho (citada três vezes).

Figura 14: Justificativas quanto ao nível de abstração dos conceitos**Fonte:** Autor

4.1.3. Questão 03: Quais são os sentimentos despertados em você ao estudar Física?

A terceira questão não apresentava alternativa, logo, as respostas foram analisadas e agrupadas em dez sentimentos distintos citados pelos alunos, conforme o exposto pela figura 15. De acordo com a análise do gráfico, 37% (dez citações) dos estudantes externaram sentimento de raiva ou ódio, 15% de amor ou alegria (quatro citações), 11% de angústia (três citações), 7% de nervosismo, interesse e decepção (totalizando 21% em seis citações) e, por fim, 4% para cada sentimento de confusão, curiosidade, desinteresse e incapacidade (totalizando 16% em quatro citações).

Figura 15: Sentimentos despertados ao estudar Física



Fonte: Autor

Observando o exposto na figura 15, podemos constatar o grande número de sentimentos despertados nos alunos durante o estudo da disciplina de Física, evidenciando que o processo educativo é indissociável às emoções, logo, “sentir algo” é inerente ao processo de aprendizagem.

A partir da análise dos resultados obtidos através do questionário inicial, foi possível concluir que a maior parte dos estudantes apresentam expectativas positivas quanto ao estudo da disciplina de Física, seja pelos comentários dos colegas de séries veteranas ou pelo primeiro contato com os conceitos básicos durante o curso do Ensino Fundamental II.

Outro fator relevante é a associação do estudo da Física ao desenvolvimento de cálculos matemáticos e interpretação de situações-problema, fatores determinantes que podem cativar ou afastar os alunos de acordo com as facilidades ou dificuldades que apresentam na interpretação conceitual e desenvolvimento de procedimentos matemáticos.

Ressaltamos ainda que a partir do instante em que os estudantes tiveram contato direto com os conceitos abordados pela Física no Ensino Médio (questão 02), externaram um baixo nível de abstração dos mesmos – apenas 24% indicado como bom conforme figura 13 –, fator justificado pelas dificuldades em interpretação e compreensão teórica, além do excesso de conteúdos evidenciarem o alto nível de esquecimento daquilo que já foi estudado, porém, não aprendido efetivamente.

O formalismo matemático, a elevada exigência interpretativa e o excesso de conceitos subsidiam e justificam, então, o porquê de 74% dos sentimentos citados na resposta da questão 03 ser de caráter negativo, tais como, raiva, angústia e decepção; e apenas 26% remeter à sentimentos positivos como amor, curiosidade e interesse.

Após o preenchimento do questionário inicial, a turma organizada em formato de semicírculo, participou de um diálogo promovido pelo professor com o objetivo de explorar as influências das emoções na vida cotidiana e na aprendizagem de cada sujeito, bem como abordar técnicas de gerenciamento das mesmas durante o estudo da disciplina de Física. Durante esta atividade, os alunos se mostraram à vontade para expor suas opiniões com relação ao sistema educacional brasileiro como um todo, externando suas insatisfações e angústias a respeito da metodologia tradicionalista de ensino, a qual privilegia o desempenho de notas em boletins acadêmicos, em detrimento da formação cidadã de cada indivíduo para atuar conscientemente na sociedade, utilizando para isso os conceitos mais relevantes das Ciências da Natureza, matriz primordial da Física.

A partir das atividades propostas na aula 01, podemos concluir que, de forma geral, os estudantes ingressam no Ensino Médio com postura otimista quanto ao estudo da Física, porém o formalismo matemático, a invariabilidade metodológica utilizada pelo professor e os conceitos complexos, muitos deles irrelevantes para a formação cidadã dos alunos, fazem com que desenvolvam uma resistência ao estudo da disciplina; bloqueio emocional resultado de

aula expositiva e resolução de exercícios, método de mera memorização e reprodução enraizado no sistema educacional brasileiro em virtude das exigências de provas vestibulares.

4.2. Aula 02

Nos primeiros minutos desta aula, foi proposta a discussão oral com os alunos organizados em círculo através de um ambiente dinâmico para o compartilhamento das principais ideias extraídas da leitura prévia do texto “Física e Fotografia” (Anexo A). Este momento da aula justifica a utilização da metodologia ativa denominada sala de aula invertida, na qual os estudantes realizaram leitura prévia para posterior discussão em sala de aula.

Durante a realização desta atividade os estudantes participaram de modo ativo e atento externando suas conclusões a respeito do texto, bem como suas opiniões com relação às descobertas científicas no ramo da fotografia e suas aplicações na atualidade. Além disso, se comprovou coletivamente que os cientistas são, antes de tudo, seres humanos dotados de sentimentos, logo, suscetíveis a falhas, equívocos, conquistas e sucessos, fatores inerentes à condição humana.

A partir da discussão sobre o texto previamente proposto, o professor indicou no quadro, através de um *brainstorming*, os temas relacionados à Óptica Geométrica a serem trabalhos em cinco grupos, os quais iniciaram uma pesquisa via internet na sala de aula e se estendeu como tarefa extraclasse. Os temas extraídos do quadro foram:

- *Tipos de fontes de luz;*
- *Meios de propagação da luz;*
- *Princípios da óptica geométrica;*
- *Fenômenos ópticos (reflexão, refração e absorção);*
- *Formação de imagens e associação de espelhos planos.*

Finalizando a aula 02, os alunos realizaram uma auto avaliação individual escrita a fim de refletir sobre o próprio desempenho durante o desenvolvimento das atividades propostas até então.

Entre as principais justificativas de participação descritas na autoavaliação, destacam-se pontos que relatam o prazer dos alunos em participarem de aulas mais dinâmicas e interativas, as quais atraem a atenção para o conhecimento científico. Além disso, sentimentos como empolgação e curiosidade predominaram nos relatos dos alunos, enfatizando o interesse despertado pela discussão coletiva para estudar os fundamentos da óptica.

Destaca-se, ainda, a sinceridade nas declarações de alguns estudantes ao revelarem que não leram o texto solicitado previamente, mas a participação e empenho dos amigos os estimularam a prestar atenção e participarem da conversa.

4.3. Aula 03

Este momento da aplicação da sequência didática foi designado à elaboração dos mapas conceituais por cada grupo acerca do tema anteriormente determinado (figura 10). Durante a mediação do trabalho, o docente foi responsável por auxiliar na sistematização e organização das informações e conceitos das equipes.

Durante a execução dos trabalhos, as equipes apresentaram alguns momentos de conflitos sobre a organização dos textos e imagens no cartaz que compunha o mapa conceitual, os quais permitiram a atuação do professor como intermediário, proporcionando a cada aluno a reflexão sobre sua participação individual e importância na colaboração efetiva da atividade. Assim, habilidades como empatia, comunicação e tolerância foram plenamente observadas na solução de pequenos conflitos, permitindo a autorreflexão e desenvolvimento da autocrítica de cada aluno, constatando a relevância do trabalho em equipe.

4.4. Aula 04

A quarta aula foi designada para a apresentação em sala dos mapas conceituais produzidos em grupo com o objetivo de proporcionar diálogo amplo a respeito dos conceitos fundamentais da Óptica Geométrica.

No decorrer das apresentações, o professor realizava inserções em último caso, isto é, apenas quando os próprios estudantes da turma já não conseguiam explicar os conceitos designados a eles ou sentiam dificuldades de se expressarem de modo claro e compreensível.

Destaca-se neste momento de execução da sequência didática o empenho de cada equipe ao tentar explicar da melhor forma possível o tema definido pelo mapa conceitual, seja por meio de imagens, exemplos ou analogias, fato que corroborou com uma comunicação direta entre os jovens através da linguagem que compreendem facilmente, prática e objetiva. Além disso, destacamos a cooperação entre as equipes durante a apresentação ao se auxiliarem mutuamente para potencializarem o entendimento dos fundamentos da Óptica Geométrica, pois se criou, assim, um ambiente de aprendizagem horizontal, ou seja, todos os indivíduos ensinando e aprendendo em situação de igualdade, incluindo o professor.

4.5. Aula 05

Pouco mais da primeira metade desta aula foi utilizada para o término das apresentações e discussões dos mapas conceituais elaborados pelos alunos nas aulas iniciais. Semelhante ao que fora descrito na aula anterior, os estudantes finalizaram as exposições a respeito da Óptica Geométrica compartilhando os conhecimentos adquiridos entre si.

Com o prosseguimento da aula, cada grupo recebeu o roteiro de dois experimentos (Anexo B) referentes ao tema que explanaram através do mapa conceitual, tendo por objetivo aplicar de modo prático os conceitos até então destacados teoricamente. Assim, cada equipe foi responsável por elaborar e testar os experimentos tanto em casa como tarefa extraclasse, quanto em sala, na aula seguinte.

Vale ressaltar que a proposta dos experimentos lançados às equipes as deixaram mais entusiasmadas quanto ao prosseguimento do estudo, pois o desenvolvimento de atividades práticas instiga a curiosidade, além de desenvolver habilidades como capacidade de

argumentação e cooperação, capacitando ao diálogo e à resolução de possíveis conflitos que surjam.

Novamente, ao término desta aula os alunos foram submetidos a uma segunda autoavaliação através de duas questões (Apêndice II), a fim de refletir sobre o próprio desempenho durante o desenvolvimento das atividades propostas.

4.5.1. Questão 01: Como você avalia sua participação na elaboração e apresentação desta atividade?

Para esta questão os alunos expuseram, de modo extremamente sincero, que desenvolveram esta etapa do trabalho com muita atenção e dedicação, onde cada integrante da equipe atuou como incentivador do colega. Além disso, citações ainda selecionadas aqui demonstraram atitudes de participação, colaboração dinâmica e método de organização, já que uma parcela das ações se desenvolveu em ambiente extraclasses.

4.5.2. Questão 02: Como você se sentiu durante esta etapa do trabalho?

Percebe-se nitidamente um entusiasmo por parte dos estudantes ao responderem a questão supracitada, pois em suas respostas prevaleceram sentimentos de conforto, satisfação, atenção, diversão e maior interesse e compreensão dos conceitos apresentados.

Nas justificativas da questão, se expôs também que muitos sentiram vergonha ao iniciarem as apresentações, mas que a mesma foi amenizada no decorrer da aula. Destaca-se, ainda, que os alunos citaram casos em que necessitaram solucionar conflitos internos da equipe para se chegar a um acordo satisfatório para todos e não interferir na qualidade da apresentação para os colegas.

4.6. Aulas 06 e 07

Estas duas aulas foram utilizadas para a apresentação dos experimentos propostos a cada equipe, bem como as correções e adequações necessárias com relação aos conceitos a serem explicados pelos alunos durante o desenvolvimento do procedimento experimental.

Todos os grupos testaram os experimentos em casa diversas vezes, fato que facilitou o trabalho do professor para solucionar falhas relacionadas aos procedimentos experimentais. Além disso, os integrantes dividiram as tarefas entre si valorizando as habilidades de comunicação particular de cada um para a explicação e execução dos experimentos.

Ademais, durante as apresentações dos experimentos todos os alunos demonstraram entusiasmo e empenho para serem capazes de explicar o fenômeno experimental da melhor forma, respeitando os conceitos e dialogando com os colegas de grupos distintos, mantendo desta forma um ambiente de aprendizagem horizontal, sem distinção entre os alunos e o professor.

4.7. Aula 08

Nesta penúltima aula proposta pela sequência didática, os alunos apresentaram os experimentos para as outras turmas do colégio, englobando as séries do oitavo e nono ano do Ensino Fundamental e primeiro e terceiro ano do Ensino Médio.

Em formato de feira de Ciências, as equipes formaram estações dentro do ambiente da sala de aula e explanaram cada atividade experimental para as turmas visitantes com entusiasmo e empenho nítidos em cada aluno. Destaca-se que muitos estudantes inicialmente tímidos, nesta etapa do trabalho, sentiram-se desprendidos de vergonha e desempenharam com êxito suas funções com a equipe.

Ressaltamos também a capacidade de organização e argumentação desenvolvidas pelos alunos, além de transmitirem os conceitos da Física do modo alegre e cativante, fator influenciador para as turmas expectadoras, rompendo preconceitos e paradigmas quanto ao seu estudo.

4.8. Aula 09

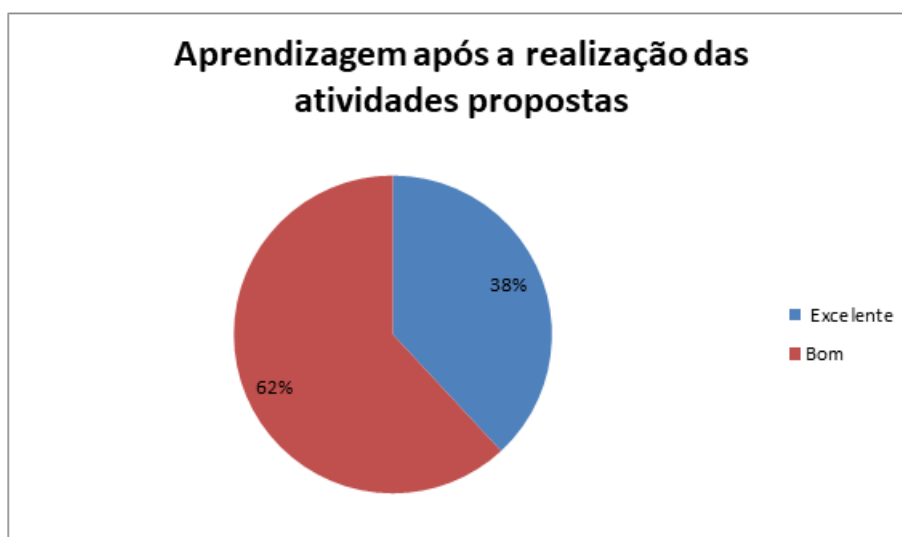
Nesta aula de fechamento da sequência didática, os alunos realizaram uma avaliação escrita, a qual compôs uma nota final acrescida da avaliação processual desenvolvida pelo professor durante a execução das tarefas, sejam as apresentações, discussões e auto avaliações individuais.

Os alunos foram submetidos a um questionário final, composto por duas questões, como forma de comparação entre o início e o término da aplicação das nove aulas.

4.8.1. Questão 01: Como você considera seu nível de aprendizagem após a realização das atividades propostas?

À supracitada questão foram ofertadas quatro alternativas de resposta aos alunos: péssimo, regular, bom, e excelente. O percentual assinalado pela turma está representado na figura 16.

Figura 16: Nível de aprendizagem após a realização das atividades



Fonte: Autor.

Conforme se observa na figura acima, as respostas dos alunos foram divididas em 62% (treze alunos) das citações como aprendizagem considerada boa e 38% (oito alunos) considerada excelente, confirmando o entusiasmo e empenho crescentes dos discentes no decorrer das aulas. A partir desta análise podemos constatar que 100% dos estudantes, ao término da aplicação das aulas, autoavaliaram-se destacando apenas alternativas positivas quanto ao estudo da Física e, conseqüentemente, à aprendizagem da mesma.

Ao compararmos os dados obtidos na figura 16 com os dados da figura 13, no qual os alunos expunham o nível de abstração de conceitos adquiridos ao estudarem Física até então como 76% regular e 24% bom, concluímos que a comunicação entre o desenvolvimento

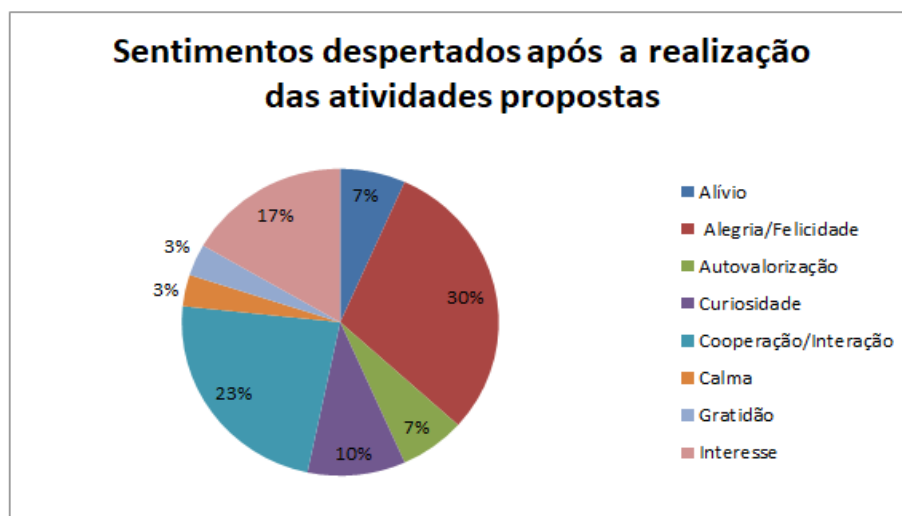
emocional e o estudo de conceitos da Física é completamente pertinente e significativa, pois transporta os alunos de níveis extremamente insignificativos de compreensão conceitual, para patamares jamais conquistados anteriormente. Assim, a utilização da metodologia ativa de sala de aula invertida, aliada aos questionários e autoavaliações, as quais promoveram maior reflexão e uma mudança de atitudes por parte dos alunos quanto à disciplina de Física, são relevantes e justificam o resultado positivo alcançado ao fim da aplicação da sequência didática elaborada.

4.8.2. Questão 02: Quais os sentimentos despertados ao estudar Física através da proposta de trabalho oferecida pelo professor?

A segunda questão não apresentava alternativa, logo, as respostas foram analisadas e agrupadas em oito sentimentos distintos citados pelos alunos, conforme o exposto na figura 17. De acordo com a análise preliminar da figura, todos os alunos apresentaram sentimentos positivos quanto ao desenvolvimento da atividade proposta, confirmando a crescente participação e engajamento dos mesmos no decorrer das aulas.

Destacamos ainda os 30% (nove citações) das respostas que externaram sentimentos de alegria ou felicidade e os 23% (sete citações) que declararam sentirem maior cooperação ou interação com os colegas durante as etapas propostas.

Figura 17: Sentimentos despertados após a realização das atividades propostas



Fonte: Autor.

Portanto, a partir da análise comparativa entre o início e o término da aplicação da sequência didática, constatamos a total relevância em aliar o gerenciamento das emoções na sala de aula com a disciplina de Física, desenvolvendo estudantes emocionalmente mais saudáveis e atraídos pela mesma, quebrando paradigmas e vencendo barreiras injustamente preestabelecidas pelo formalismo matemático atribuído a ela.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas análises de todas as atividades realizadas durante a aplicação do projeto, verifica-se que o objetivo principal, correlacionar o ensino de Física com o desenvolvimento e gerenciamento das emoções, foi alcançado.

A partir dos dados expostos e analisados nos resultados desta pesquisa concluímos que a valorização e o desenvolvimento dos fatores emocionais influenciam, principalmente, nas relações afetivas entre os alunos e o conteúdo de Física, o qual antes era visto com um formalismo matemático e fonte de aversão e recusa por parte dos estudantes, conforme descrito na aula 01. Entretanto, ao final da aplicação da sequência didática, tornou-se prazeroso e cativante, fato destacado no questionário final realizado na aula 09.

Ressaltamos ainda que, mediante os resultados apresentados, é possível destacar que as aulas da disciplina de Física se tornaram mais atrativas e significativas para os alunos devido à utilização da metodologia ativa de ensino denominada sala de aula invertida, a qual exige do discente um protagonismo ímpar no processo de aprendizagem. A utilização desta metodologia é mais enfática nas atividades oferecidas aos alunos a serem desenvolvidas como tarefa extraclasse, primeiro, na leitura prévia e compreensão do texto “Física e Fotografia” (Anexo A) e, em seguida, no desenvolvimento das atividades experimentais propostas (Anexo B).

Assim, atestamos que a emoção, resultado da interpretação dos sentimentos controlada pelo sistema límbico, é uma construção de cada educando mediante as experiências vivenciadas por eles, podendo se manifestar por meio de sensações positivas (empenho, entusiasmo, alegria) ou negativas (ansiedade, raiva, tristeza), levando-nos a considerar que os docentes devem sempre estar atentos a tais manifestações para poderem atuar de modo correto para cada tipo de situação.

Reforçamos também que durante o desenvolvimento das atividades foi possível compreender na prática a importância do professor colocar-se em situação de igualdade dos alunos, agindo como mediador do conhecimento e não detentor do mesmo, fato que proporcionou aos estudantes maior autonomia e liberdade pedagógica, conforme afirma a obra do educador Paulo Freire atestando, portanto, que ensinar resume-se em um ato de amor acima de tudo.

Outro fator de extrema relevância e que valida o presente trabalho é a análise da satisfação dos estudantes após a realização das atividades, pois puderam enxergar o conhecimento como algo prático e relevante para a formação cidadã de cada indivíduo, contribuindo para a formação científica, mas também para a perda da timidez e desenvolvimento da capacidade de argumentação.

Por fim, mediante o exposto, conclui-se que a aprendizagem dos conceitos fundamentais da Óptica Geométrica através do desenvolvimento da inteligência e gerenciamento das emoções de alunos é relevante e aplicável nos sistemas de ensino, desde que o docente esteja disposto a conhecer e valorizar o fator humano de cada aluno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABSORÇÃO (FÍSICA). In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2020. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Absor%C3%A7%C3%A3o_\(f%C3%ADsica\)&oldid=57788726](https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Absor%C3%A7%C3%A3o_(f%C3%ADsica)&oldid=57788726)>. Acesso em: 21 abr. 2020

ARAÚJO, Denise Lino de. O que é (e como faz) sequência didática? **Entrepalavras**, Fortaleza, v. 3, n. 1, p.322-334, 2013.

BATISTA, Michel Corci; FUSINATO, Polônia Altoé; BLINI, Ricardo Brugnolle. Reflexões sobre a importância da experimentação no ensino de física. **Acta Scientiarum. Human And Social Sciences**, Maringá, v. 31, n. 1, p.43-49, 2009.

BEAUPORT, Elaine de; DIAZ, Aura Sofia. **Inteligência Emocional**: as três faces da mente. Brasília - Df: Editora Teosófica, 1998. 406 p. Tradução - Marly Winckler.

BROCKINGTON, Guilherme. **Neurociência e Educação**: investigando o papel da emoção na aquisição e uso do conhecimento científico. 2011. 199 f. Tese (Doutorado) - Curso de Educação, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

CERVO, Amado L.; BREVIAN, Pedro A.. **Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CUSTÓDIO, José Francisco; PIETROCOLA, Maurício; CRUZ, Frederico Firmo de Souza. Experiências emocionais de estudantes de graduação como motivação para se tornarem professores de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [s.l.], v. 30, n. 1, p.25-57, 15 abr. 2013. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2013v30n1p25>.

DIESEL, Aline; BALDEZ, Alda; MARTINS, Silvana. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. *Revista Thema*, [s.l.], v. 14, n. 1, p.268-288, 23 fev. 2017. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense. <http://dx.doi.org/10.15536/thema.14.2017.268-288.404>.

FONSECA, Vitor da. Importância das emoções na Aprendizagem: uma abordagem neuropsicopedagógica. **Revista Psicopedagogia**, Oeiras, Portugal, v. 33, n. 102, p.365-384, 12 nov. 2016. Anual.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia**: Saberes necessários à prática educativa. 25. ed. São Paulo: Editora Paz e Terra S/a, 2002. 54 p.

GIL, Antonio C.. **Métodos e técnicas em pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GIORDAN, Marcelo; GUIMARÃES, Yara A. F.; MASSI, Luciana. **Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas**: Tendências no ensino

de ciências. 2012. Disponível em: <http://www.lapeq.fe.usp.br/textos/ec/ecpdf/giordan_guimaraes_massi-enpec-2012.pdf>. Acesso em: 06 ago. 2019.

GOLEMAN, Daniel. **O cérebro e a inteligência emocional**: novas perspectivas. Rio de Janeiro: Editora Schwarcz, 2012. 116 p. Tradução de Carlos Leite da Silva.

GONZAGA, Alessandra Rodrigues; MONTEIRO, Janine Kieling. Inteligência emocional no Brasil: um panorama da pesquisa científica. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**: Teoria e Pesquisa, [s.l.], v. 27, n. 2, p.225-232, jun. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-37722011000200013>.

MACHADO, Nuno. **Os espelhos**. Disponível em: <http://www.aulas-fisica-quimica.com/8f_16.html>. Acesso em: 05 ago. 2019.

MONTEIRO, Isabel Cristina de Castro; GASPAR, Alberto. Um estudo sobre as emoções no contexto das interações sociais em sala de aula. **Investigações em Ensino de Ciências**, [s.l.], v. 12, n. 1, p.71-84, 2007.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de Aprendizagem**. 2. ed. São Paulo: E.p.u, 2014.

OLIVEIRA, Tobias Espinosa de; ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela. Sala de aula invertida (flipped classroom): inovando as aulas de física. **Física na Escola**, São Paulo, v. 14, n. 2, p.4-13, 2016.

RÊGO, Claudia Carla de Azevedo Brunelli; ROCHA, Nívea Maria Fraga. Avaliando a educação emocional: subsídios para um repensar da sala de aula. **Ensaio**: Avaliação e Políticas Públicas em Educação, Rio de Janeiro, v. 17, n. 62, p.135-152, mar. 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-40362009000100007>.

SANTOS, José Alex Soares dos. Teorias da aprendizagem: Comportamentalista, cognitivista e humanista. **Revista Científica Sigma**, [s.l.], p.97-111, 2006.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Educação Científica Humanística em Uma Perspectiva Freireana: Resgatando a Função do Ensino de CTS. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, [s.l.], v. 1, n. 1, p.109-131, mar. 2018.

SAUL, Ana Maria. Políticas e práticas educativas inspiradas no pensamento de Paulo Freire: pesquisando diferentes contextos. **Currículo Sem Fronteiras**, São Paulo, v. 14, n. 3, p.129-142, set. 2014.

SÉRÉ, Marie-geneviève; COELHO, Suzana Maria; NUNES, Antonio Dias. O papel da experimentação no ensino da Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p.30-42, 2003.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A.. **Ótica e Física Moderna**: natureza e propagação da luz. 12. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2008.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa:** como ensinar. São Paulo: Artmed, 2010. 224 p.
Tradução de Ernani F. da F. Rosa.

APÊNDICE I – Questionário inicial

1) Antes de cursar a disciplina de Física, quais eram suas expectativas? Explique.

() Excelente. () Boa. () Regular. () Péssima.

2) De acordo com as suas experiências de aula com a disciplina de Física, qual o seu nível de abstração dos conceitos desta área do conhecimento? Explique.

() Excelente. () Bom. () Regular. () Péssimo.

3) Quais são os sentimentos despertados em você ao estudar Física?

APÊNDICE II – Questões para autoavaliação individual

1) Como você avalia sua participação na elaboração e apresentação desta atividade?

2) Como você se sentiu durante esta etapa do trabalho?

APÊNDICE III – Questionário Final

1) Como você considera seu nível de aprendizagem após a realização das atividades propostas?

() Excelente. () Bom. () Regular. () Péssimo.

2) Quais os sentimentos despertados ao estudar Física através da proposta de trabalho oferecida pelo professor? Explique.

APÊNDICE IV – Avaliação escrita

1)(ITA – SP) Dos objetos citados a seguir, assinale aquele que seria visível em uma sala perfeitamente escura.

- a) Um espelho
ao rubro
d) Uma lâmpada desligada
- b) Qualquer superfície clara
e) Um gato preto
- c) Um fio aquecido

2) Levando em consideração os conceitos sobre fontes de luz e meios de propagação, complete as lacunas com o termo presente no quadro que melhor caracteriza a frase.

Meio Opaco – Primária	Fonte secundária –	Meio transparente –	Meio Translúcido –	Fonte
--------------------------	--------------------	---------------------	--------------------	-------

a) Um copo de vidro é um tipo de

b) A Lua é um tipo de

c) O Sol é um tipo de

d) Uma fogueira é um tipo de

e) Um tapa olhos é um tipo de

f) Um vitral de igreja é um tipo de

3)(UFCE) “Quando dois ou mais raios de luz vindos de fontes diferentes se cruzam, seguem suas trajetórias de forma independente, como se os outros não existissem”. Este texto caracteriza:

- a) O princípio da reversibilidade dos raios de luminosos;
b) O princípio da propagação retilínea da luz;
c) A refração da luz;
d) O princípio da independência dos raios luminosos;
e) A polarização da luz.

4)(UnB – DF) Sob incidência de luz branca, um tecido listrado é visto nas cores branca, vermelha e azul. Com que cores este tecido será visto quando iluminado por um feixe de luz monocromática de cor vermelha?

R: _____

5)(UFU – MG) Ao olhar para um objeto (que não é uma fonte luminosa), em um ambiente iluminado pela luz branca, e constatar que ele apresenta a cor amarela, é correto afirmar que:

- a) O objeto absorve a radiação cujo comprimento de onda corresponde ao amarelo.
- b) O objeto refrata a radiação cujo comprimento de onda corresponde ao amarelo.
- c) O objeto difrata a radiação cujo comprimento de onda corresponde ao amarelo.
- d) O objeto reflete a radiação cujo comprimento de onda corresponde ao amarelo.

6)(CEFET-CE) Observando as imagens formadas por dois espelhos planos de um objeto entre eles colocado, Syned, um curioso aluno, verifica que, para determinado ângulo, formam-se 5 imagens. Entretanto, fazendo variar o ângulo entre os espelhos, o número de imagens diminui. Pode-se concluir que:

- a) o ângulo era inicialmente de 60° , e o ângulo entre os espelhos estava aumentando.
- b) o ângulo era inicialmente de 30° , e o ângulo entre os espelhos estava aumentando.
- c) o ângulo era inicialmente de 60° , e o ângulo entre os espelhos estava diminuindo.
- d) o ângulo era inicialmente de 72° , e o ângulo entre os espelhos estava diminuindo.
- e) o ângulo era inicialmente de 72° , e o ângulo entre os espelhos estava aumentando.



APÊNDICE V – PRODUTO EDUCACIONAL

UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA UTILIZANDO SALA DE AULA INVERTIDA NO ENSINO DA OPTICA GEOMÉTRICA: A QUESTÃO DA EMOÇÃO EM SALA DE AULA

Fernando Rosseto

Produto apresentado ao Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Ciências e Tecnologia – UNESP, no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Orientadora: Dra. Ana Maria Osorio Araya

Presidente Prudente/SP

Junho de 2020

**UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA UTILIZANDO SALA DE AULA
INVERTIDA NO ENSINO DA OPTICA GEOMÉTRICA: A QUESTÃO
DA EMOÇÃO EM SALA DE AULA**

Fernando Rosseto

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	77
2. RECOMENDAÇÕES.....	77
3. REFERENCIAIS PRINCIPAIS ESTUDADOS.....	78
4. SEQUÊNCIA DIDÁTICA APLICADA E DESCRIÇÃO DAS AULAS	81
5. CONTEÚDOS DE ÓPTICA GEOMÉTRICA ABORDADOS	104
5.1. A dualidade da luz	105
5.2. Produção e propagação da luz.....	105
5.3. Representação da luz na óptica geométrica.....	106
5.4. Princípios da óptica geométrica	107
5.5. Fenômenos ópticos.....	108
5.6 Formação de imagens em espelhos planos.....	111

1. APRESENTAÇÃO E JUSTIFICATIVA

Segundo consta no Regimento do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, “este mestrado se constitui em um sistema de formação intelectual e de desenvolvimento de técnicas na área de Ensino de Física que visa habilitar ao exercício altamente qualificado de funções envolvendo ensino de Física no Ensino Básico”. No seu artigo 28 temos:

“Para a obtenção do grau de Mestre Profissional é necessária aprovação de Dissertação de Mestrado, que deve resultar de um trabalho de pesquisa profissional, aplicada, descrevendo o desenvolvimento e avaliação de processos ou produtos de natureza educacional em Física”.

Considera-se Produto Educacional, uma sequência de atividades teórico-práticas, que sejam suficientemente explicativas, para que professores de física em exercício possam reproduzir em suas aulas, contribuindo efetivamente para mudanças no ensino desta disciplina. Desta forma considero um dos requisitos mais importantes e diferenciados do Mestrado Acadêmico.

2. RECOMENDAÇÕES

Serão apresentados documentos, atividades, links utilizados entre outros recursos utilizados na elaboração e aplicação da sequência didática. Podem-se adicionar atividades como leituras, simulações e outros não perdendo de vista o ser humano que está sendo formado.

É relevante recomendar, ainda, que a utilização dos conceitos relacionados à inteligência emocional podem ser aprimorados à realidade de cada sala de aula, pois cada uma possui suas particularidades.

Consta como parte integrante deste produto educacional o blog “A Física das Emoções” criado com a finalidade de compartilhar conceitos e práticas a respeito da utilização da gestão da emoção nas aulas da disciplina de Física, o qual pode ser acessado pelo link <https://fisicadaemocao.blogspot.com/>.

3. REFERENCIAIS PRINCIPAIS ESTUDADOS

As referências elencadas a continuação estão relacionadas com a motivação e a inteligência emocional e foram selecionadas por ser a base da dissertação que nos introduzem no campo emocional do ensino em sala de aula, tão necessário para mudar o estado atual do ensino. São elas:

ABSORÇÃO (FÍSICA). In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2020. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Absor%C3%A7%C3%A3o_\(f%C3%ADsica\)&oldid=57788726](https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Absor%C3%A7%C3%A3o_(f%C3%ADsica)&oldid=57788726)>. Acesso em: 21 abr. 2020

ARAUJO, Denise Lino de. O que é (e como faz) sequência didática? **Entrepalavras**, Fortaleza, v. 3, n. 1, p.322-334, 2013.

BATISTA, Michel Corci; FUSINATO, Polônia Altoé; BLINI, Ricardo Brugnolle. Reflexões sobre a importância da experimentação no ensino de física. **Acta Scientiarum. Human And Social Sciences**, Maringá, v. 31, n. 1, p.43-49, 2009.

BEAUPORT, Elaine de; DIAZ, Aura Sofia. **Inteligência Emocional**: as três faces da mente. Brasília - Df: Editora Teosófica, 1998. 406 p. Tradução - Marly Winckler.

BROCKINGTON, Guilherme. **Neurociência e Educação**: investigando o papel da emoção na aquisição e uso do conhecimento científico. 2011. 199 f. Tese (Doutorado) - Curso de Educação, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

CERVO, Amado L.; BREVIAN, Pedro A.. **Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CUSTÓDIO, José Francisco; PIETROCOLA, Maurício; CRUZ, Frederico Firmo de Souza. Experiências emocionais de estudantes de graduação como motivação para se tornarem professores de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [s.l.], v. 30, n. 1, p.25-57, 15 abr. 2013. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2013v30n1p25>.

DIESEL, Aline; BALDEZ, Alda; MARTINS, Silvana. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. *Revista Thema*, [s.l.], v. 14, n. 1, p.268-288, 23 fev. 2017. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense. <http://dx.doi.org/10.15536/thema.14.2017.268-288.404>.

FONSECA, Vitor da. Importância das emoções na Aprendizagem: uma abordagem neuropsicopedagógica. **Revista Psicopedagogia**, Oeiras, Portugal, v. 33, n. 102, p.365-384, 12 nov. 2016. Anual.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia**: Saberes necessários à prática educativa. 25. ed. São Paulo: Editora Paz e Terra S/a, 2002. 54 p.

GIL, Antonio C.. **Métodos e técnicas em pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GIORDAN, Marcelo; GUIMARÃES, Yara A. F.; MASSI, Luciana. **Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas**: Tendências no ensino de ciências. 2012. Disponível em: <http://www.lapeq.fe.usp.br/textos/ec/ecpdf/giordan_guimaraes_massi-enpec-2012.pdf>. Acesso em: 06 ago. 2019.

GOLEMAN, Daniel. **O cérebro e a inteligência emocional**: novas perspectivas. Rio de Janeiro: Editora Schwarcz, 2012. 116 p. Tradução de Carlos Leite da Silva.

GONZAGA, Alessandra Rodrigues; MONTEIRO, Janine Kieling. Inteligência emocional no Brasil: um panorama da pesquisa científica. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**: Teoria e Pesquisa, [s.l.], v. 27, n. 2, p.225-232, jun. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-37722011000200013>.

MACHADO, Nuno. **Os espelhos**. Disponível em: <http://www.aulas-fisica-quimica.com/8f_16.html>. Acesso em: 05 ago. 2019.

MONTEIRO, Isabel Cristina de Castro; GASPAR, Alberto. Um estudo sobre as emoções no contexto das interações sociais em sala de aula. **Investigações em Ensino de Ciências**, [s.l.], v. 12, n. 1, p.71-84, 2007.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de Aprendizagem**. 2. ed. São Paulo: E.p.u, 2014.

OLIVEIRA, Tobias Espinosa de; ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela. Sala de aula invertida (flipped classroom): inovando as aulas de física. **Física na Escola**, São Paulo, v. 14, n. 2, p.4-13, 2016.

RÊGO, Claudia Carla de Azevedo Brunelli; ROCHA, Nívea Maria Fraga. Avaliando a educação emocional: subsídios para um repensar da sala de aula. **Ensaio**: Avaliação e Políticas Públicas em Educação, Rio de Janeiro, v. 17, n. 62, p.135-152, mar. 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-40362009000100007>.

SANTOS, José Alex Soares dos. Teorias da aprendizagem: Comportamentalista, cognitivista e humanista. **Revista Científica Sigma**, [s.l.], p.97-111, 2006.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Educação Científica Humanística em Uma Perspectiva Freireana: Resgatando a Função do Ensino de CTS. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, [s.l.], v. 1, n. 1, p.109-131, mar. 2018.

SAUL, Ana Maria. Políticas e práticas educativas inspiradas no pensamento de Paulo Freire: pesquisando diferentes contextos. **Currículo Sem Fronteiras**, São Paulo, v. 14, n. 3, p.129-142, set. 2014.

SÉRÉ, Marie-geneviève; COELHO, Suzana Maria; NUNES, Antonio Dias. O papel da experimentação no ensino da Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p.30-42, 2003.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A.. **Ótica e Física Moderna**: natureza e propagação da luz. 12. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2008.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa**: como ensinar. São Paulo: Artmed, 2010. 224 p. Tradução de Ernani F. da F. Rosa.

4. SEQUÊNCIA DIDÁTICA APLICADA E DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

A sequência didática desenvolvida foi dividida em nove aulas de cinquenta minutos, exposta através do esboço representado pela Tabela 1 a seguir:

Tabela 1: Descrição e objetivos da sequência didática aplicada

Aula	Objetivos	Atividade	Habilidades	Tempo
01	Investigar a visão dos alunos quanto à Física.	Questionário inicial	Autoconhecimento a partir da autorreflexão e autocrítica.	10 minutos
	Analisar as influências dos sentimentos na aprendizagem da Física.	Diálogo em formato de círculo.	Desenvolvimento de pensamento crítico, capacidade de comunicação e argumentação por meio da empatia.	30 minutos
	Incentivar o trabalho em equipe.	Divisão da turma em cinco equipes, entrega do texto “Física e Fotografia” (Anexo A) para leitura prévia em casa.	Organização do trabalho em grupo.	10 minutos
02	Levantamento de conhecimentos a partir da leitura prévia do texto proposto	Discussão em formato de círculo sobre os principais temas abordados no texto.	Valorizar conhecimentos produzidos historicamente pela humanidade	30 minutos
	Distribuir os temas da óptica geométrica entre os cinco grupos	Pesquisa em sites e materiais didáticos sobre os temas abordados no texto.	Utilização adequada de ferramentas de pesquisa via internet e organização de informações	10 minutos
	Refletir sobre o próprio desempenho durante o desenvolvimento das atividades propostas.	Auto avaliação.	Exercício do autoconhecimento, autocuidado, empatia e cooperação por meio da reflexão crítica.	10 minutos
03	Desenvolver a habilidade para o trabalho em equipe.	Construção de mapa conceitual a respeito do tema designado à cada equipe.	Responsabilidade para cidadania a ação individual e coletiva; Organização do conhecimento, autoconhecimento e cooperação.	50 minutos
04	Proporcionar diálogo amplo com relação aos conceitos	Apresentação dos mapas conceituais de	Capacidade de comunicação oral e organização de discussão coletiva;	50 minutos

	fundamentais da óptica geométrica.	cada equipe.	Desenvolvimento do respeito quanto à opiniões divergentes.	
05	Proporcionar diálogo amplo com relação aos conceitos fundamentais da óptica geométrica.	Término das apresentações dos mapas conceituais de cada equipe.	Capacidade de comunicação oral e organização de discussão coletiva; Desenvolvimento do respeito quanto à opiniões divergentes.	35 minutos
	Aplicar conceitos de óptica geométrica através de experimentos simples.	Entrega dos experimentos para cada equipe (Anexo B).	- Desenvolvimento de pensamento crítico, capacidade de comunicação e argumentação, bem como o exercício da empatia e cooperação, capacitando ao diálogo e resolução de conflitos na elaboração de experimentos.	5 minutos
	Refletir sobre o próprio desempenho durante o desenvolvimento das atividades propostas.	Auto avaliação.	Exercício do autoconhecimento, autocuidado, empatia e cooperação por meio da reflexão crítica.	10 minutos
06 e 07	Dialogar entre as equipes com relação aos experimentos propostos; Corrigir erros conceituais e procedimentais durante a execução e apresentação dos experimentos.	Apresentação dos experimentos para a turma e para o professor em sala de aula.	Execução e explicação de atividades experimentais; Capacidade de comunicação; Desenvolvimento da autocrítica e autorreflexão sobre os procedimentos experimentais executados.	50 minutos em cada aula.
08	Aplicar os conhecimentos trabalhados através de apresentação de experimentos.	Apresentação dos experimentos para as outras turmas do colégio.	Desenvolvimento da comunicação e capacidade de argumentação e exposição oral.	50 minutos
09	Avaliar os conhecimentos adquiridos.	Avaliação escrita e questionário final para auto avaliação.	Avaliação autocrítica.	50 minutos

Fonte: Autor.

Aula 01

Na primeira aula proposta o professor utilizou um questionário inicial (que se encontra na sequência) com a finalidade de promover um exercício reflexivo dos alunos com relação à Física e as expectativas lançadas quanto ao seu estudo. Além disso, o referido questionário objetivou também investigar o estado emocional dos estudantes frente ao estudo da disciplina.

Questionário inicial

1) Antes de cursar a disciplina de Física, quais eram suas expectativas? Explique.

() Excelente. () Boa. () Regular. () Péssima.

2) De acordo com as suas experiências de aula com a disciplina de Física, qual o seu nível de abstração dos conceitos desta área do conhecimento? Explique.

() Excelente. () Bom. () Regular. () Péssimo.

3) Quais são os sentimentos despertados em você ao estudar Física?

Assim que todos responderam às questões, foi organizada, em formato de semicírculo, uma roda de conversa para dialogar sobre a importância da compreensão e gerenciamento das emoções, seja na vida pessoal ou no ambiente escolar. Neste momento, foi proporcionado um diálogo amplo entre estudantes e professor.

Terminada a explanação de sentimentos e opiniões com relação às influências das emoções nas ações cotidianas, a turma foi dividida em cinco equipes, as quais receberam o texto “Física e Fotografia” (inserido a seguir) a fim de realizarem leitura prévia como tarefa de casa para discussão na aula seguinte. A atividade propõe estimular a interpretação de textos que abordam a evolução histórica de conceitos científicos, além de requerer e aprimorar o desenvolvimento de trabalho em grupos, desde a leitura e compreensão do conteúdo, até a organização das informações mais relevantes.

TEXTO – FÍSICA E FOTOGRAFIA

Ao longo de sua evolução o Homem foi descobrindo e inventando coisas, desenvolvendo conhecimento, tecnologia e instrumentos para suprir suas necessidades. Com a Fotografia foi assim também. Ela nasce movida pela curiosidade, em um processo que envolveu estudo, observação e muita experimentação.

Voltaremos no tempo para entender como foi construído o conhecimento necessário para a descoberta da fotografia. Iremos agora para o século V a.C. e se hoje estamos na Era do aperfeiçoamento do conhecimento, aquela era uma época de grandes filósofos e incríveis descobertas.

Primeiro o homem descobriu que o que ele enxergava era a Luz que incidia sobre os objetos e refletia, e não o próprio objeto. Por isso não enxergamos no escuro.

O filósofo chinês Mo Ti percebeu então que as sombras não se movem por si mesmas, o que move na verdade é a Luz que incide sobre o objeto ou o próprio objeto. Quer um exemplo? Faça o teste: Ascenda uma vela, observe que a dança da chama faz a sombra de objetos parados se moverem.



No século XVI, com a sombra produzida pela luz de vela o Homem inventou uma “máquina de fazer silhuetas”, que funcionava como no desenho ao lado e a usava para copiar a silhueta (sombra) projetada em um plano.

Figura 1: Máquina de fazer silhuetas

Outro filósofo, já bem mais famoso, no século VI a.C. faz outra observação importante. Aristóteles sentou-se à sombra das árvores para assistir a um eclipse quando percebeu que por entre as folhas das árvores, em uma fresta, se formou um pequeno orifício e a imagem do Sol, durante o eclipse era projetada no chão. Foi o primeiro relato de observação de formação da imagem.

Hoje se sabe pelas leis da física que a imagem refletida de um objeto qualquer, quando passa por um pequeno orifício, acaba por formar uma imagem invertida deste mesmo objeto, mas para aquela época foi uma grande descoberta.

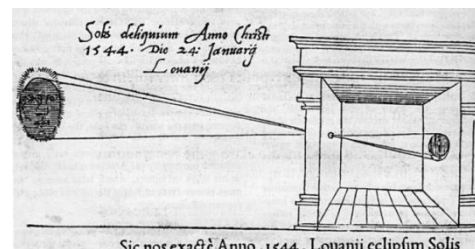


Figura 2: formação de imagem segundo Aristóteles

As primeiras Câmeras

Daremos agora um grande salto na história e iremos para o século XVI.

Por volta de 1544, não se sabe quem, mas foi construída uma caixa toda vedada, capaz de impedir qualquer entrada de luz. Em um dos lados foi feito um pequeno orifício, para que a Luz pudesse passar e do outro lado da caixa a cena externa se formava invertida. A esta caixa foi dado o nome de Câmara Obscura ou Câmara Escura, e foi muito utilizada para estudos de Astronomia e dos Fenômenos Óticos.

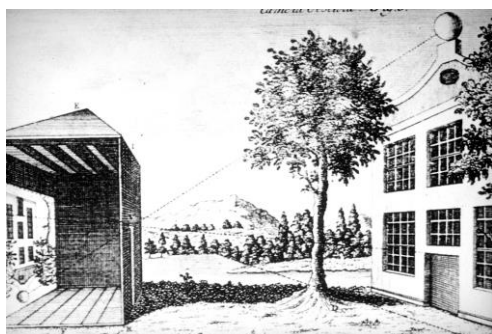


Figura 3: Uso da câmara escura como um grande quarto, onde poderia caber um homem

Para melhorar a imagem captada pela câmera, foi colocada uma lente em frente ao orifício da caixa. Esta lente organizava os raios de luz que chegavam desorganizados da natureza e os convergia para um único ponto, formando assim uma imagem mais nítida.

Com o passar do tempo, percebeu-se que a Câmara Escura podia ser útil para as Artes Plásticas, pois com a imagem do Mundo Real projetada, era possível copiá-la, facilitando assim o trabalho do pintor de observar e copiar a natureza.

Então a Câmera Escura foi adaptada e um espelho em diagonal foi colocado no fundo da caixa e na parte superior foi aberta uma janela, com um vidro despolido, onde a imagem era projetada. No século XVIII, durante o Renascimento, a Câmera Clara foi muito utilizada por pintores como Leonardo da Vinci.

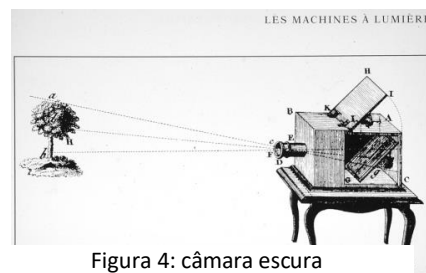


Figura 4: câmara escura

Não contente com seus progressos, o homem passou a pesquisar novas técnicas para manter aquelas imagens que conseguia na Câmera Escura guardada para sempre, ou pelo menos por um longo período. No século XVII, então se desenvolvem as pesquisas de substâncias químicas que fossem sensíveis à Luz, as quais pudessem interromper o processo de escurecimento pela ação da luz e substâncias que fixassem a imagem.

Logo, é perceptível que o estudo da Física e da Química sempre estiveram presentes no desenvolvimento da Fotografia e de diversas outras áreas. Uma descoberta de um filósofo que viveu cinco séculos antes de Cristo contribuiu para o desenvolvimento de uma máquina que foi inventada milhares de anos depois.

A Descoberta da Fotografia

Muitas conquistas foram realizadas no mundo inteiro, na Itália, Alemanha, Inglaterra, Brasil, China e outros países do Oriente. Era o desejo do ser humano de fixar e reproduzir imagens do Mundo Real, desenhando com a Luz (*foto* – luz *grafia* – desenho)

Na França, o cientista, Joseph Niépce, estava desenvolvendo diversas pesquisas sobre o assunto e já havia feito algum progresso quando conheceu Louis Daguerre. Durante 6 anos trocaram correspondências sobre suas descobertas, mas somente um ano após a morte de Niépce que Daguerre, consegue sensibilizar uma superfície de vidro, interromper o processo e fixar a imagem obtida. Em 1839 anuncia sua grande descoberta ao mundo, dá o nome de Daguerreotipia e a vende para a Academia Francesa de Ciências.

Os estudos sobre sensibilização e fixação de imagens pipocavam por todo o mundo e foi no Brasil que a palavra Fotografia foi usada pela primeira vez.

Hércules Florence, francês, que morava no Brasil fez parte da Expedição de Barão Von Langsdorff, entre 1825 e 1829, e viajou por rios de São Paulo ao Amazonas. Era uma expedição de reconhecimento das terras brasileiras e Florence foi o desenhista e também narrador da viagem. Desde o retorno da viagem ao interior do país, Hércules Florence procurou inventar aparelhos de duplicação ou reprodução de registros e deu início a sua fase de invenções. Desenvolveu



Figura 5: Niépce: 1ª fotografia Natureza Morta – 1837

diversas técnicas e em julho de 1832, afirmou em correspondência que havia descoberto uma forma de fixar as imagens pela câmara escura e denominou este processo de "Photographie". Cinco anos antes do Inglês John Herschel, a quem a história sempre atribuiu o mérito de ter criado o vocábulo (fotografia).

Em 1840, um ano após a descoberta de Daguerre, o inglês Fox Talbot conseguiu pela primeira vez, através de um processo conhecido como “positivo e o negativo” a reprodutibilidade da fotografia, ou seja, finalmente a imagem captada e fixada podia ser reproduzida, em números infinitos. Talbot deu a esse processo o nome de Calotipia.

Na mesma época outros processos fotográficos foram desenvolvidos na busca de imagens mais nítidas, maior facilidade de gravação, tempos menores de exposição à luz e nesta pesquisa surgiu a chapa úmida de colódio, o ambrótipo e o ferrótipo.

Popularização da Fotografia

O tempo de espera para a gravação de uma imagem era muito longo e o homem passou a investigar substâncias que pudessem diminuir este tempo, também os materiais, as lentes, as câmeras foram se modernizando, tornando-se mais leves, pequenos, fáceis de manusear e baratos e se antes um fotógrafo saía para seu ofício com a carroça cheia de apetrechos, nesta época já podia sair com uma câmera nas mãos e um filme na máquina.



Figura 6: Fotógrafo e seu laboratório móvel

Com tamanha evolução, a fotografia pode se aproximar do homem comum e o grande responsável pela popularização da fotografia foi o norte-americano George Eastman, que sempre achou os processos fotográficos muito complicados e passou a desenvolver máquinas portáteis, que pudessem fazer várias chapas fotográficas em sequência. Assim com uma chapa pronta para ser exposta e uma câmera fácil de manusear, qualquer homem seria capaz de fotografar.

Em 1888 Eastman vendia câmeras já carregadas com 100 chapas que depois de expostas eram levadas novamente à sua empresa para serem reveladas. A essa empresa Eastman deu o nome de Kodak... Foi assim que nasceu a Kodak.



Figura 7: Cartaz de propaganda da câmera Brownie

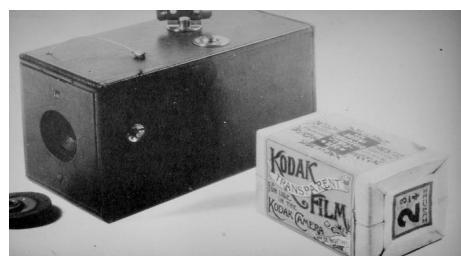


Figura 8: A câmera KODAK

O homem continuou criando, inovando, inventando e por volta de 1892, como resultado de muitos estudos e experimentações, nos Estados Unidos foi inventada uma câmera para fazer fotografias coloridas.

A partir de 1907, os irmãos Lumière desenvolvem um processo industrial, que possibilita a popularização da fotografia colorida. Em 1932 mais de 6 mil chapas coloridas foram produzidas. Hoje restam poucas destas chapas, pois elas sofrem um processo de deterioração muito rápido e hoje temos a impressão que estas fotografias são monocromáticas (só tem uma cor), o que não é verdade.

São desenvolvidos muitos tipos e tamanhos de câmeras, variedades de filmes e em 1998 nasce a fotografia digital. Imagens formadas por códigos de computador, códigos numéricos,

decodificados e transformados em cores e formas. Na fotografia digital não se usa filme, pois a imagem fica registrada na memória do computador/máquina e não mais na película (filme).

O conceito de câmera digital começou a ser estudado ainda durante a Segunda Guerra Mundial, porém a primeira só foi fabricada em 1965 pela *Mariner 4*, uma câmera de 0,04 megapixels, com o objetivo de capturar imagens da superfície de Marte. No total, foram captadas 22 imagens, que levaram quatro dias para chegar a Terra. Com o desenvolvimento da tecnologia e da ciência, foi possível desenvolver lentes e câmeras mais avançadas para melhor captação visual, o que acabou substituindo as velhas câmeras analógicas, aquelas que eram preciso revelar os filmes, por câmeras com um dispositivo chamado de CCD (Charge-coupled device) / “Dispositivo de carga acoplada”, mais conhecida como “sensor”. Agora ele que será o responsável pela captação da luz, formando assim, a foto digital. Portanto em qualquer aparelho eletrônico que possui uma câmera, possui um sensor digital.

Para entender como uma foto é feita nas máquinas digitais devemos compreender alguns princípios físicos da óptica:

- O Sol é uma fonte de luz primária, ou seja, que não depende de nenhum outro elemento para se iluminar. Ele distribui seus raios para todos os sentidos, porém, como a distância entre a Terra e o Sol é muito grande, os raios que aqui chegam são paralelos.
- Tudo que vemos é formado através da luz do Sol, que ilumina os objetos, os quais refletem a luz solar para diversas direções, sendo assim nossos olhos as captam e as informações que aquela luz carrega são processadas em nosso cérebro, o qual dá um sentido para aquela imagem formada baseado em suas experiências, conhecimentos e instintos.
- Todas as imagens captadas por nossos olhos estão, na verdade, ao contrário / pontacabeça, pois os raios de luz que chegam aos nossos olhos se cruzam como na imagem abaixo. Só as enxergamos “direito” porque estas são invertidas em nosso cérebro para que nossa relação de processamento visual e equilíbrio corporal em relação à Terra sejam rápidos e firmes, pois nosso equilíbrio é determinado pelo líquido que há no interior de nosso ouvido, o qual é direcionado de acordo com a gravidade.

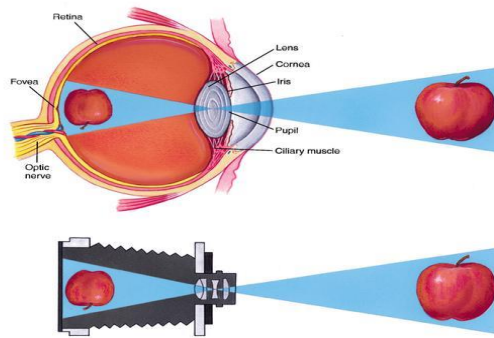


Figura 9: olho humano/formação de imagens

Como podemos observar, o sensor é um dispositivo quadrado que está localizado no fundo da câmera digital. Por isso as imagens digitais são quadradas, porque o sensor é quadrado. Ele fará o mesmo papel de nosso cérebro: irá captar todas as informações de luz que chega nele e irá inverter a imagem.

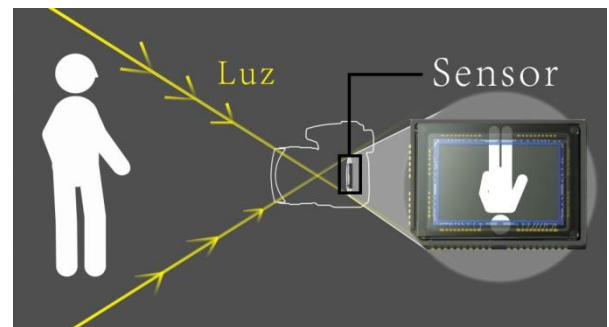


Figura 10: esquema de formação de imagens

As Áreas da Fotografia

Desde o surgimento da fotografia, seu papel na sociedade foi muito questionado. Deveria a fotografia servir à ciência ou deveria fotografia servir às artes? E esta questão por muitos anos, e na verdade até hoje ainda cerca a fotografia.

Diante desta questão, aqueles que tomavam partido de que a fotografia poderia ser arte trataram de desenvolver uma forma de fotografar, uma forma de olhar e recortar a realidade que aproximasse a fotografia da arte.

No começo esta forma assemelhava-se às artes plásticas, então os fotógrafos fotografavam naturezas mortas, cenas bucólicas e retratos românticos, depois outros fotógrafos encontraram novas formas de olhar e de fotografar e foram desenvolvendo o que podemos chamar “língua fotográfica”, que até hoje está em desenvolvimento e sempre estará.

Mas desde sempre a fotografia serviu de instrumento tanto às ciências, quanto às artes. O estudo dos movimentos, assim como a astronomia e até mesmo a psiquiatria, por exemplo, tiveram grande auxílio da fotografia em suas pesquisas.

A fotografia serviu também para falar do homem, das sociedades, dos costumes, das crenças e dos valores através dos retratos e retratos de família, dos retratos étnicos, da fotografia de moda, da fotografia social e documental e das fotografias de guerra. Deixou registrado o desenvolvimento das cidades, das novas tecnologias, nos vende produtos e sonhos.

Fonte: http://www.alfabetizacaoovisual.com.br/wp-content/uploads/2014/10/cap_1.pdf

Aula 02

No início da segunda aula, a sala foi organizada novamente em formato de semicírculo para a exposição das principais ideias retiradas pelos alunos a partir da leitura do texto entregue na aula anterior e lido em casa, evidenciando a primeira atividade da metodologia de sala de aula invertida escolhida para o desenvolvimento do presente trabalho. Nesta etapa, o professor anotou no quadro as informações mais relevantes levantadas pelos alunos com relação aos conceitos da Física para o estudo da óptica geométrica, tais como tipos de fontes de luz, meios de propagação da luz e alguns fenômenos ópticos.

Esta ação objetivou explorar a relevância em compreender as Ciências como resultado de uma construção historicamente humana, estimulada pela criticidade e curiosidade do Homem com relação aos fenômenos naturais. Além disso, o professor enfatizou e indagou os alunos sobre a importância das influências dos fatores emocionais no processo de “descoberta científica”, sejam as conquistas ou as frustrações dos pesquisadores e cientistas na proposição de leis, teorias ou técnicas científicas.

Na sequência, cada grupo foi incumbido de pesquisar sobre os cinco principais tópicos a respeito da fundamentação da óptica geométrica, extraídos do texto base. São eles:

- *Tipos de fontes de luz;*
- *Meios de propagação da luz;*
- *Princípios da óptica geométrica;*

- *Fenômenos ópticos (reflexão, refração e absorção);*
- *Formação de imagens e associação de espelhos planos.*

A pesquisa se iniciou em sala, porém se estendeu como tarefa extraclasse para cada grupo, a qual será estruturada na aula seguinte.

Ao final desta aula, com o intuito de promover o exercício reflexivo de cada estudante com relação ao seu comprometimento e envolvimento com as atividades propostas até então, os mesmos realizaram uma autoavaliação escrita, relatando os aspectos que contribuíram ou não para seu engajamento na sequência de ações sugeridas.

A autoavaliação objetiva levar o estudante a refletir sobre sua postura perante as atividades propostas, caracterizando um fator importante no reconhecimento das emoções despertadas durante a execução de determinada atividade. Além disso, esta estratégia descentraliza o processo avaliativo do professor, inserindo o aluno no desenvolvimento das aulas propostas pela sequência didática.

Aula 03

A partir da pesquisa que os grupos realizaram sobre cada um dos temas levantados na aula anterior, o professor propôs a elaboração de um mapa conceitual para cada equipe a fim de explicar os cinco tópicos extraídos do texto de apoio. Durante esta aula, o docente realizou a mediação do trabalho em grupo, além de auxiliar na sistematização das informações e conceitos a serem representados através do mapa em uma folha de cartolina por grupo.

Essencialmente, esta aula objetivou o desenvolvimento do trabalho em equipe, reforçando as habilidades de empatia, comunicação e organização do conhecimento.

Aula 04

Nesta aula foram iniciadas as apresentações dos mapas conceituais elaborados por cada equipe, esquematizados em cartolinas.

Durante a apresentação, os grupos ficaram responsáveis por explicar os conceitos da óptica geométrica para a turma, além de solucionar possíveis dúvidas que surgissem. Nesta etapa o professor permaneceu na função de mediador do amplo diálogo protagonizado pelos alunos, explicando algum conceito quando todas as alternativas e tentativas dos estudantes haviam se esgotado e também questionando os integrantes das equipes em como se sentiram durante o desenvolvimento da atividade quanto às dificuldades, desafios e conflitos.

O objetivo central deste momento da sequência didática foi desenvolver a capacidade de comunicação oral, organização de discussão coletiva, prática da empatia e cooperação a partir da compreensão e respeito da opinião de outras pessoas, ambiente proporcionado pelo diálogo durante a apresentação dos mapas conceituais da óptica geométrica.

Aula 05

A primeira parte da quinta aula foi utilizada para o término das apresentações e discussões acerca dos mapas conceituais produzidos pelos alunos, os quais os fixaram em um painel explicativo intitulado “Fundamentos da Óptica Geométrica”.

Em um segundo momento, cada equipe recebeu o roteiro de dois experimentos a serem testados e apresentados ao professor na aula seguinte. São eles:

ROTEIROS DOS EXPERIMENTOS

EXPERIMENTO 1 - A luz preenche o espaço?

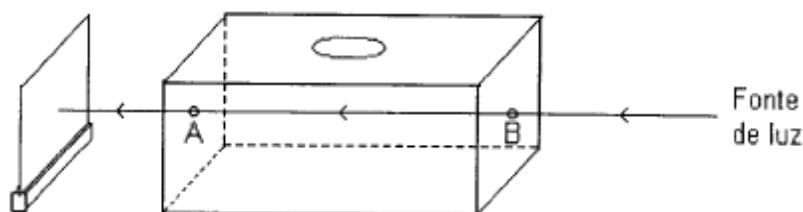
Materiais utilizados

- caixa de cartão (caixa de sapato);
- fonte de luz (feixe delgado de raios paralelos);
- alvo ou anteparo (folha sulfite ou a própria parede);
- tesoura.

Objetivo: Observar o comportamento de um feixe de luz que atravessa um espaço obscurecido.

Procedimento

- 1) Com a tesoura efetue um pequeno orifício ($d < 0,5 \text{ cm}$) no centro de cada uma das duas faces laterais menores da caixa.
- 2) Efetue também um orifício maior na tampa da caixa, de modo a poder observar o seu interior.
- 3) Posicione o alvo em frente a um dos orifícios pequenos (A).
- 4) Com a sala obscurecida, faça incidir um feixe delgado de luz através do outro orifício pequeno (B), de modo a penetrar na caixa e sair pelo orifício (A) incidindo no alvo.



- 5) Observe o interior da caixa através do orifício maior. Compare a sua iluminação com aquela que pode ver no alvo. Perceba se a luz preenche totalmente o espaço onde penetra.

EXPERIMENTO 2 - Comparação entre uma fonte de luz pontual com uma fonte extensa

Materiais utilizados

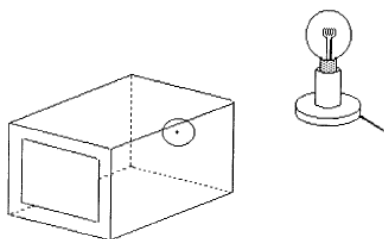
- caixa de cartão (caixa de sapato)
- estilete metálico
- vidro fosco
- papel de estanho
- tesoura
- lâmpada elétrica de filamento, com suporte

Objetivo: Comparar uma fonte de luz pontual com uma fonte extensa.

Procedimento

- 1) Construa uma câmara escura com a caixa de sapato
 - (a) Recorte um quadrado numa das faces laterais menores, e adapte o vidro fosco, que servirá de alvo, onde se formarão as imagens.
 - (b) Na face oposta recorte um círculo com cerca de 3 cm de diâmetro. Sobre ele cole um quadrado de papel de estanho com cerca de 5 cm de lado.
- 2) No centro do quadrado de papel de estanho faça um orifício com o estilete metálico.
- 3) Com a sala obscurecida, acenda a lâmpada e coloque-a em frente à câmara escura, a uma distância conveniente, de modo a obter uma imagem focada do filamento da lâmpada.
- 4) Amplie o orifício do papel de estanho e repita a observação. Que diferença nota?

- 5) Faça vários orifícios no papel. O que observa agora?
- 6) Efetue o máximo número possível de orifícios no papel e observe. O que pode concluir?



EXPERIMENTO 3: Dispersão da luz branca

Materiais utilizados

- 1 disco de DVD
- tesoura
- fita isolante
- vela

Objetivo: visualizar e compreender a dispersão da luz

Procedimento

- 1) Primeiro, divida o DVD em duas partes, utilizando somente a parte plástica;
- 2) Com o auxílio da fita isolante, retire toda a superfície metálica;
- 3) Em um ambiente totalmente escuro, ilumine o DVD com a luz de uma vela e observe. (Descrição no youtube: dispersão da luz branca)

EXPERIMENTO 4: Reflexão especular e difusa

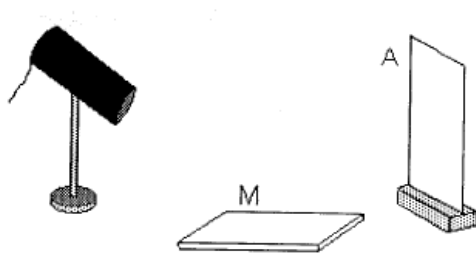
Materiais utilizados

- fonte de luz (lâmpada)
- espelho plano (M)
- alvo ou anteparo (A)
- saleiro contendo pó de giz

Objetivo: Distinguir em quais condições a luz reflete especularmente e de modo difuso.

Procedimento

- 1) Faça incidir o feixe luminoso sobre o espelho, de modo a obter o respectivo feixe refletido num alvo; recorde as leis da reflexão.
- 2) Com o saleiro espalhe lentamente pó de giz sobre a superfície do espelho. O que ocorre à imagem (da luz refletida) no alvo?



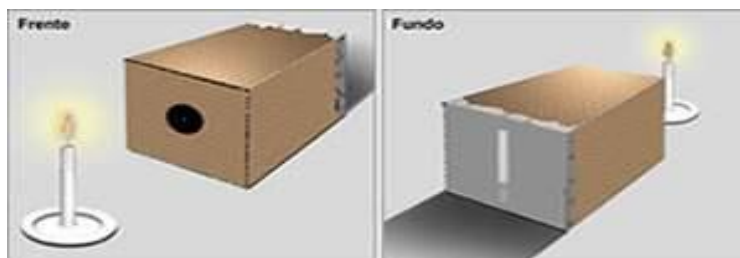
EXPERIMENTO 5: Câmara escura de orifício

Materiais utilizados

- Caixa de papelão
- papel vegetal
- fita adesiva
- papel cartão preto
- tesoura
- cola
- lâmpada incandescente

Procedimento

- 1) Construir uma câmara de 20 cm de comprimento por 15 cm de largura e 15 cm de altura;
- 2) Em seguida, revestir toda a caixa com papel cartão preto, deixando apenas uma face com o papel vegetal de 12 cm x 12 cm, o qual será a tela de projeção;
- 3) Na face oposta ao papel vegetal, fazer um orifício de aproximadamente 3mm de diâmetro;
- 4) Desenhar uma seta na superfície da lâmpada incandescente e, na sequência, posicioná-la em frente ao orifício;
- 5) Acender a lâmpada e observar as características da imagem formada no anteparo de papel vegetal.



EXPERIMENTO 6: Interação de dois feixes luminosos

Materiais utilizados

- duas fontes de luz (feixe delgado de raios paralelos)
- folha de papel branco
- laser de diferentes cores
- alvo

Objetivo: Observar o comportamento de dois feixes de luz que se intersectam.

Procedimento

- 1) Em um ambiente escuro, faça incidir os feixes luminosos das duas fontes obliquamente um em relação ao outro, no plano do papel, de modo a intersectarem-se.

EXPERIMENTO 7: Localização da imagem dada por um espelho

Materiais utilizados

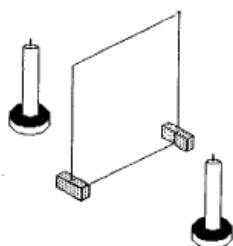
- placa de vidro com suporte
- 2 velas iguais com suportes
- fósforos

Objetivo: Pôr em evidência a localização da imagem de um objeto dada por um espelho.

Procedimento

- 1) Posicione a placa de vidro na vertical, com a ajuda do suporte.
 - 2) Coloque uma vela de cada um dos lados do vidro, à mesma distância do mesmo.
 - 3) Escolha uma posição conveniente de observação, do lado mais iluminado do vidro. Deverá ver a imagem refletida da vela que se encontra do seu lado (A), sobreposta com a outra vela (B).
 - 4) Acenda agora a vela (A). Como lhe parece estar a vela (B), apagada ou acesa? Experimente tocar com um dedo no pavio desta.
- Face às suas observações, indique onde se encontra a imagem de um objeto dada por um espelho: atrás do mesmo, ou na sua superfície?

(A montagem deve ser feita em cima de uma mesa, de tal modo que um dos lados do vidro esteja mais iluminado do que o outro (voltando-o, por exemplo, para uma janela), de modo a comportar-se como um espelho)



EXPERIMENTO 8: construção de imagens em espelhos planos

Materiais utilizados

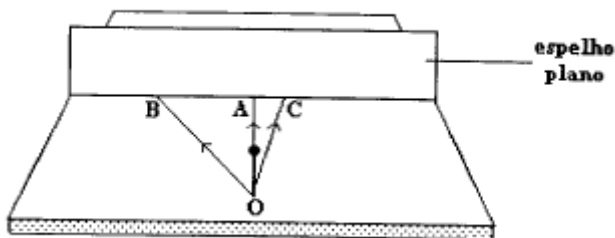
- espelho plano com suporte
- placa de cortiça e alfinete
- papel branco

- lápis
- régua

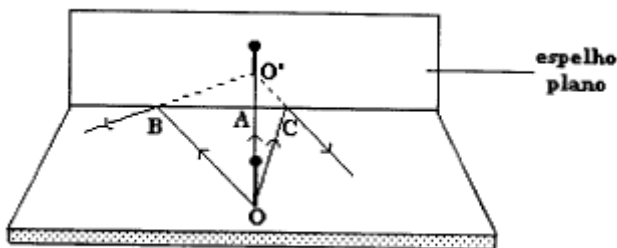
Objetivo: Estudar as características das imagens dadas por um espelho plano.

Procedimento

- 1) Numa folha de papel branco, desenhe um segmento de reta, dividindo-a transversalmente em duas partes iguais.
- 2) Pouse essa folha de papel sobre a placa de cortiça, e, com a ajuda do suporte, coloque o espelho na posição vertical, sobre o segmento de reta.
- 3) Espete um alfinete na placa de cortiça, em frente ao espelho.
- 4) Trace um segmento de reta (OA) entre o alfinete e o espelho, perpendicular a este. Trace outros dois segmentos (OB) e (OC) partindo também do alfinete, mas com direções diferentes.



- 5) Observe a imagem do alfinete dada pelo espelho, e, com a ajuda da régua, trace os segmentos de reta que se encontram nos prolongamentos (para cá do espelho) das imagens de OA, OB e OC.



- 6) Retire o espelho e prolongue a tracejado os raios refletidos (que acabou de desenhar na alínea anterior) até se encontrarem num ponto (O').
- 7) Meça as distâncias OA e O'A e procure formular uma conclusão.
- 8) Compare o triângulo OBC com a sua "imagem" O'BC. Quais as características das imagens dadas por um espelho plano?

EXPERIMENTO 9: multiplicidade de imagens dadas por espelhos planos

Materiais utilizados

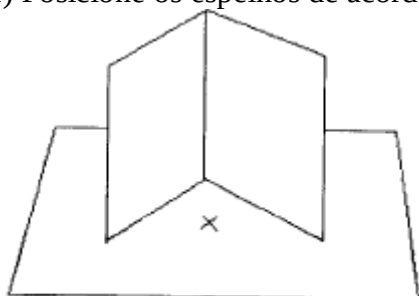
- 2 espelhos planos, ligados por uma dobradiça
- objeto pequeno
- folha de papel e transferidor
- espelho plano com suportes

Objetivo: Determinar a relação entre o ângulo que fazem dois espelhos planos e o número de imagens produzidas pelo conjunto.

Procedimento

1ª parte

- 1) Posicione os espelhos de acordo com a figura.



- 2) Coloque o objeto entre os espelhos, na posição assinalada com uma cruz, e, olhando para estes, verifique o que sucede quando:
- faz variar o ângulo entre os dois espelhos;
 - afasta ou aproxima o objeto dos espelhos;
 - altera a posição de observação em relação aos espelhos.
- 3) Anote na Tabela o número de imagens do objeto dadas pelos dois espelhos, para um conjunto de valores particulares do ângulo por eles formado.

Ângulo entre os espelhos, α	Número de imagens, n
180 °	
90 °	
60 °	
45 °	

2ª parte

- 5) Com a ajuda de um suporte, coloque o espelho plano na vertical, com a parte espelhada voltada para si.
- 6) Na frente do espelho monte um segundo espelho plano, no qual foi feito um orifício central (num vidraceiro), paralelo àquele e a uma distância de cerca de 10 cm.

- 7) Introduza o pequeno objeto entre os dois espelhos e observe, através do orifício. Quantas imagens vê? Procure explicar este fato.

Fonte: https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/9900/4/2692_TM_02_P.pdf

O objetivo desta proposta foi de aplicar os conceitos até então trabalhados em sala de aula por meio de experimentos de simples confecção e execução, permitindo a visualização prática dos temas previamente estudados na óptica geométrica.

Novamente, com o intuito de promover um exercício reflexivo do próprio envolvimento com as atividades propostas e o conhecimento disponibilizado, os alunos fizeram uma autoavaliação (questionário para autoavaliação individual) escrita nos dez minutos finais desta aula.

Questões para autoavaliação individual

- 1) Como você avalia sua participação na elaboração e apresentação desta atividade?

- 2) Como você se sentiu durante esta etapa do trabalho?

Aulas 06 e 07

Estas aulas foram destinadas à apresentação dos experimentos entre os grupos e também para o professor, a fim de discutir dúvidas ou acertar alguma etapa dos procedimentos experimentais que tenham causado algum tipo de problema ou erro de execução.

Durante estas aulas, mais uma vez se proporcionou o diálogo entre as equipes e o professor, objetivando estimular a comunicação, autocrítica e autorreflexão sobre os procedimentos experimentais desenvolvidos por cada grupo.

Aula 08

Com o intuito de aplicar os conceitos trabalhos através da apresentação de experimentos, esta aula foi destinada à exposição das atividades experimentais para as outras turmas do colégio como forma de fechamento da sequência didática e também da avaliação processual realizada pelo professor ao longo das semanas.

Aula 09

Nesta última aula foram realizados um questionário final e uma autoavaliação individual dos alunos e também a avaliação escrita como componente do processo de avaliação desenvolvido pelo professor, a qual agregou do princípio ao fim questões subjetivas e objetivas para pontuar e avaliar o desempenho cognitivo e emocional com relação à abstração de conceitos pelos estudantes.

Questionário Final

1) Como você considera seu nível de aprendizagem após a realização das atividades propostas?

() Excelente. () Bom. () Regular. () Péssimo.

2) Quais os sentimentos despertados ao estudar Física através da proposta de trabalho oferecida pelo professor? Explique.

Avaliação escrita

1) (ITA – SP) Dos objetos citados a seguir, assinale aquele que seria visível em uma sala perfeitamente escura.

- a) Um espelho
b) Qualquer superfície clara
c) Um fio aquecido ao rubro
d) Uma lâmpada desligada
e) Um gato preto

2) Levando em consideração os conceitos sobre fontes de luz e meios de propagação, complete as lacunas com o termo presente no quadro que melhor caracteriza a frase.

Meio Opaco	–	Fonte secundária	–	Meio transparente	–	Meio Translúcido	–	Fonte Primária
------------	---	------------------	---	-------------------	---	------------------	---	----------------

a) Um copo de vidro é um tipo de

b) A Lua é um tipo de

c) O Sol é um tipo de

d) Uma fogueira é um tipo de

e) Um tapa olhos é um tipo de

f) Um vitral de igreja é um tipo de

3) (UFCE) “Quando dois ou mais raios de luz vindos de fontes diferentes se cruzam, seguem suas trajetórias de forma independente, como se os outros não existissem”. Este texto caracteriza:

- a) O princípio da reversibilidade dos raios de luminosos;
b) O princípio da propagação retilínea da luz;
c) A refração da luz;
d) O princípio da independência dos raios luminosos;
e) A polarização da luz.

4) (UnB – DF) Sob incidência de luz branca, um tecido listrado é visto nas cores branca, vermelha e azul. Com que cores este tecido será visto quando iluminado por um feixe de luz monocromática de cor vermelha?

R: _____

5) (UFU – MG) Ao olhar para um objeto (que não é uma fonte luminosa), em um ambiente iluminado pela luz branca, e constatar que ele apresenta a cor amarela, é correto afirmar que:

- a) O objeto absorve a radiação cujo comprimento de onda corresponde ao amarelo.
- b) O objeto refrata a radiação cujo comprimento de onda corresponde ao amarelo.
- c) O objeto difrata a radiação cujo comprimento de onda corresponde ao amarelo.
- d) O objeto reflete a radiação cujo comprimento de onda corresponde ao amarelo.

6) (CEFET-CE) Observando as imagens formadas por dois espelhos planos de um objeto entre eles colocado, Synded, um curioso aluno, verifica que, para determinado ângulo, formam-se 5 imagens. Entretanto, fazendo variar o ângulo entre os espelhos, o número de imagens diminui. Pode-se concluir que:

- a) o ângulo era inicialmente de 60° , e o ângulo entre os espelhos estava aumentando.
- b) o ângulo era inicialmente de 30° , e o ângulo entre os espelhos estava aumentando.
- c) o ângulo era inicialmente de 60° , e o ângulo entre os espelhos estava diminuindo.
- d) o ângulo era inicialmente de 72° , e o ângulo entre os espelhos estava diminuindo.
- e) o ângulo era inicialmente de 72° , e o ângulo entre os espelhos estava aumentando.

5. CONTEÚDOS DE ÓPTICA GEOMÉTRICA ABORDADOS

A curiosidade sempre foi o condicionante essencial para mover as descobertas científicas ao longo da evolução histórica da humanidade. Desde as primeiras civilizações, os fenômenos da natureza instigavam os filósofos e pensadores da Antiguidade a buscarem explicações sobre a natureza dos raios, trovões, o comportamento e composição da matéria, bem como a investigação da natureza da visão e sua relação com a luz, por exemplo.

Assim, à medida que o Homem evolui, o conhecimento o faz concomitante a tal evolução, possibilitando a instituição da Física como Ciência da Natureza, empenhada em explicar e explorar os comportamentos e particularidades do Universo, da menor à maior escala de grandeza.

Dentro do vasto conhecimento da Física, a óptica é área responsável por estudar os fenômenos e comportamentos relacionados à luz e que possui grande relevância ao ser estudada tanto ao nível da Educação básica com maior enfoque no segundo ano do Ensino Médio, quanto a nível superior no tocante aos cursos de engenharias, ciências médicas e ciências exatas.

O atual estudo da óptica é dividido didaticamente em três campos:

- Óptica Física: relacionada aos fenômenos de interferência e polarização, diretamente associados à natureza ondulatória da luz;
- Óptica Fisiológica: relacionada à anatomia da visão e todo o processo envolvido neste sentido, tais como as anomalias oculares como, por exemplo, astigmatismo, miopia e hipermetropia;
- Óptica geométrica: estuda os fenômenos associados ao Princípio de Fermat, segundo o qual a luz percorre o trajeto entre dois pontos no menor intervalo de tempo possível.

Logo, tendo em vista a grandeza conceitual do estudo da óptica, delimitamos para este trabalho o estudo dos fundamentos da óptica geométrica.

5.1. A dualidade da luz

Para se desenvolver um estudo satisfatório e coerente acerca da óptica geométrica, a princípio, deve-se abordar a natureza dual do comportamento da luz, ora atuando como partícula, ora atuando como energia (onda).

Desde a Antiguidade até por volta dos séculos XVII e XVIII, a maioria dos cientistas consideravam a luz composta de minúsculas partículas, chamadas de corpúsculos, emitidas por suas fontes e que se deslocavam com grande velocidade entre os corpos (YOUNG; FREEDMAN, 2008). Isaac Newton (1643 – 1727) elaborou princípios para explicar como os fenômenos ópticos de reflexão e dispersão da luz ocorreriam considerando sua natureza corpuscular; Galileu Galilei (1564 – 1642) e outros cientistas obtiveram insucesso na tentativa de medir sua velocidade.

Já em meados do século XVIII e todo século XIX, o período fora marcado pelo desenvolvimento de uma teoria ondulatória da luz, pois

Em 1873, James Clerk Maxwell previu a existência das ondas eletromagnéticas e calculou a velocidade de propagação dessas ondas [...]. Esse desenvolvimento, juntamente com o trabalho experimental de Heinrich Hertz iniciado em 1887, mostrou de maneira irrefutável que a luz é realmente uma onda eletromagnética. (YOUNG; FREEDMAN, 2008, p. 1 e 2)

Desta forma, em 1930, com o desenvolvimento da eletrodinâmica quântica, a teoria dual da luz foi elaborada partindo da complementaridade entre a teoria corpuscular e a teoria ondulatória, as quais definem um conjunto de fenômenos distintos (e alguns comuns). Assim, a propagação da luz é descrita através da utilização de um modelo ondulatório, enquanto os fenômenos de absorção e emissão são satisfatoriamente definidos através do comportamento corpuscular da luz (YOUNG; FREEDMAN, 2008).

5.2. Produção e propagação da luz

Dentre os processos passíveis para a produção de luz destacam-se três. O primeiro trata-se do aquecimento de corpos a elevadas temperaturas, fato que promove a movimentação

térmica de suas partículas, resultando na emissão de radiação térmica, logo, toda forma de matéria aquecida torna-se um corpo luminoso ou fonte de luz primária.

O segundo processo de produção de luz ocorre através de descargas elétricas em gases ionizados, fato que ocorre em lâmpadas fluorescentes e lâmpadas de vapor de sódio, por exemplo. E, por fim, no terceiro processo ocorre a geração da luz laser, muito utilizada nas últimas décadas na medicina e na indústria.

[...] no caso de um laser, os átomos no interior da fonte são induzidos a emitir luz de modo organizado e coerente. O resultado é que o feixe do laser pode ser muito intenso e fino, além de mais *monocromático* – com frequência única – do que o feixe produzido por qualquer outra fonte de luz. (YOUNG; FREEDMAN, 2008, p.2)

Vale ressaltar que todo corpo ou objeto capaz de emitir luz própria classifica-se como objeto luminoso ou fonte primária de luz. Já corpos que refletem a luz incidida são classificados como fontes secundárias de luz ou corpos iluminados.

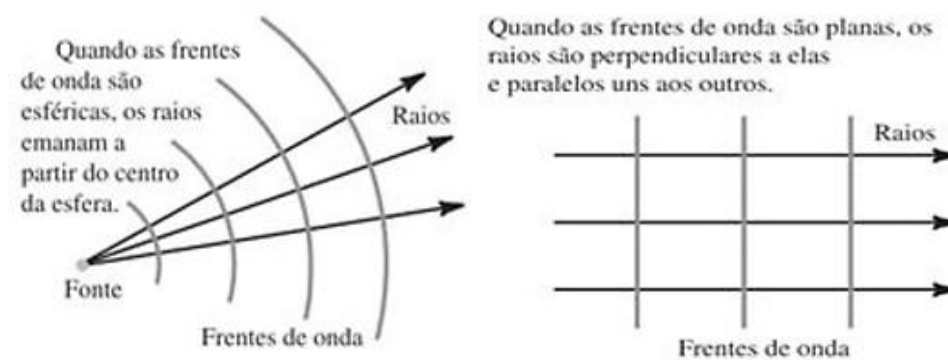
É importante ressaltar que, independentemente da fonte luminosa, a velocidade de propagação da luz será sempre a mesma, isto é, $c = 299\,792\,458\text{ m/s}$ e que a mesma é capaz de propagar-se em meios materiais transparentes, translúcidos e opacos. O meio transparente é atravessado pela luz sem sofrer desvios; já no meio translúcido a luz descreve trajetórias irregulares e, no meio opaco, a luz é incapaz de se propagar ou de atravessá-lo.

5.3. Representação da luz na óptica geométrica

Comumente a luz é representada através de frentes de onda do ponto de vista da teoria e fenômenos ondulatórios, as quais podem ser definidas como “o lugar geométrico de todos os pontos adjacentes que possuem a mesma fase da vibração de uma grandeza física associada com a onda” (YOUNG; FREEDMAN, 2008).

Entretanto, para descrever as direções da propagação da luz, na óptica opta-se preferencialmente pela representação das frentes de onda através de raios, conforme a figura 1 a seguir.

Figura 1: Representação dos raios em relação às frentes de onda



Fonte: YOUNG e FREEDMAN (p.3, 2008)

5.4. Princípios da óptica geométrica

A representação dos raios de luz auxilia na compreensão dos três princípios básicos que regem a óptica geométrica. São eles:

- *Princípio da propagação retilínea da luz:* considera que em meios isotrópicos e homogêneos, de acordo com o Princípio de Fermat, segundo o qual a distância da luz entre dois pontos é percorrida em tempo mínimo, a trajetória da luz é uma linha reta.

Deste princípio derivam as explicações da formação sombra e penumbra dependendo do tipo de fonte luminosa em questão, pois uma fonte pontual gera apenas sombra e, uma fonte extensa, produz sombra e penumbra.

Além disso, a propagação retilínea da luz é utilizada para explicar a formação de sombra e penumbra durante os eclipses lunar e solar.

- *Princípio da independência dos raios luminosos:* tal princípio versa que quando dois ou mais raios de luz vindos de fontes diferentes se cruzam, não há alteração de suas propriedades, como intensidade e direção de propagação.

- *Princípio da reversibilidade da luz*: considera que a trajetória seguida por um raio luminoso é independente do sentido de sua propagação.

Portanto, a descrição e compreensão dos princípios regimentares da óptica geométrica, são essenciais para o estudo dos principais fenômenos ópticos, tais como reflexão, refração e absorção, destacados no item a seguir.

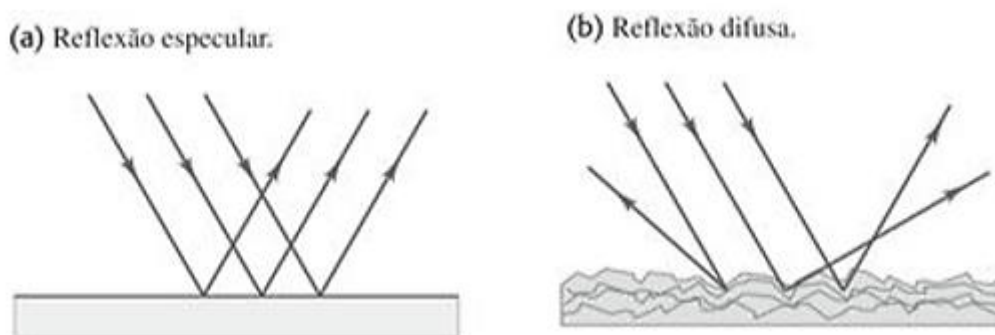
5.5. Fenômenos ópticos

Os fenômenos ópticos relevantes a serem estudados neste trabalho são: reflexão, refração e absorção, os quais serão definidos e exemplificados na sequência.

- Reflexão

A reflexão ocorre quando a luz proveniente de uma fonte atinge um corpo desviando sua trajetória, porém continuando a se propagar no mesmo meio de origem. O comportamento da luz refletida, no entanto, depende das características da superfície refletora. Sob esse aspecto, a reflexão da luz pode ser dividida em regular (ou especular) - quando o raio luminoso incide em uma superfície lisa e gera um único ângulo de reflexão (Figura 2a) – e reflexão difusa – quando os raios refletidos são espalhados em diferentes direções em uma superfície rugosa (Figura 2b).

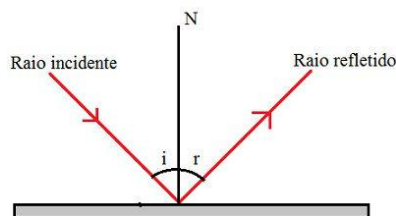
Figura 2: reflexão especular e reflexão difusa da luz



Fonte: YOUNG e FREEDMAN (p.5, 2008)

A reflexão, tanto especular quanto difusa, é regida por leis facilmente observáveis graficamente através da Figura 3.

Figura 3 : Reflexão da luz



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/a-refracao-luz.htm>

A primeira lei da reflexão enuncia que o raio incidente, o raio refletido e a reta normal à superfície no ponto de incidência são coplanares. Já a segunda lei da reflexão considera que o ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão.

- Refração

A refração caracteriza o fenômeno óptico de mudança do meio de propagação da luz com conseqüente alteração da velocidade. Se a superfície entre os dois meios for polida ou ideal, tem-se a refração regular. Caso a superfície de separação dos meios seja irregular, ocorre a refração difusa.

Cada material possui capacidade própria de desviar a trajetória da luz que nele incidir, conceito definido através da grandeza denominada de índice de refração (n), o qual é obtido ao se dividir o valor da velocidade da luz no vácuo (c) pelo valor da velocidade da luz no meio em questão (v).

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

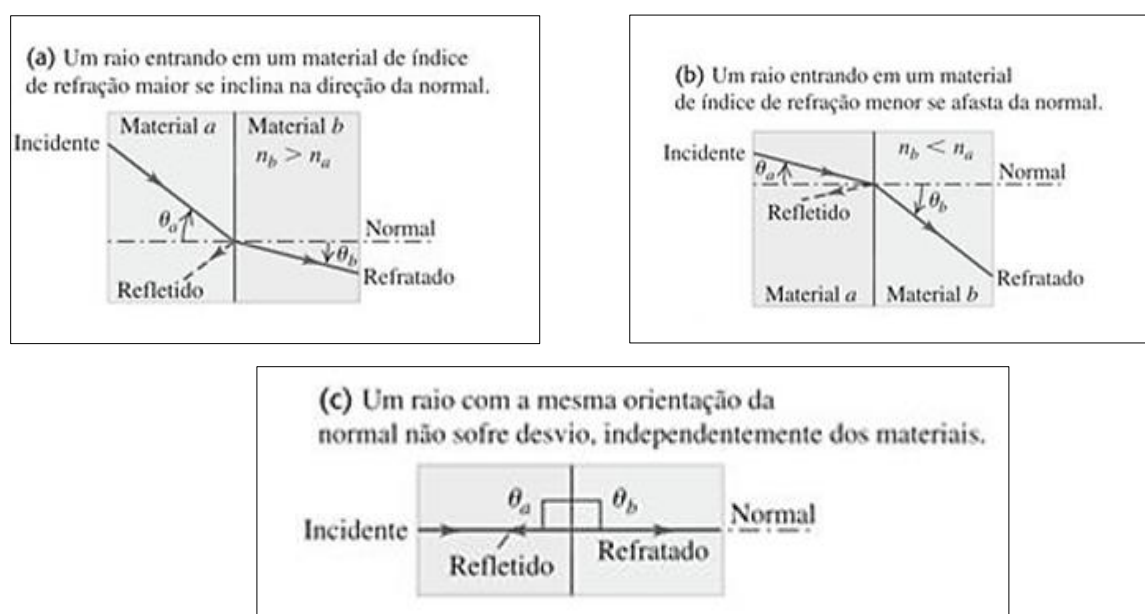
Assim como a reflexão, a refração também é regida por leis que auxiliam na plena compreensão deste fenômeno óptico em questão.

A primeira lei da refração, de modo similar à primeira lei da reflexão, versa que o raio de luz incidente, o raio de luz refratado e a reta normal estão contidos no mesmo plano, ou seja, são coplanares. Já a segunda lei, denominada de Lei de Snell-Descartes, considera que o produto do seno do ângulo de incidência pelo valor do índice de refração do meio em que se propaga o raio incidente, é igual ao produto do seno do ângulo de refração pelo índice de refração do meio em que se propaga o raio refratado, conforme a equação a seguir.

$$n_1 \cdot \text{sen}_1 = n_2 \cdot \text{sen}_2$$

É relevante ressaltar no estudo do fenômeno óptico da refração que, dependendo do ângulo de incidência do raio na superfície de separação dos meios, é possível obter comportamentos distintos para o raio refratado. Além disso, em situações reais, os fenômenos de refração e reflexão ocorrem simultaneamente, assim, é possível representar os dois efeitos juntos utilizando a notação dos raios luminosos conforme a figura 4.

Figura 4: Representação da reflexão e refração em três casos particulares



Fonte: YOUNG e FREEDMAN (p.5, 2008)

Conforme representa a figura 4a, quando um raio de luz desloca-se de um meio menos refringente para outro mais refringente, haverá uma aproximação da trajetória do mesmo em relação à reta normal. Já na figura 4b, observa-se o efeito oposto, ou seja, um raio de luz

deslocando-se de um meio mais refringente para outro menos refringente, assim, o raio refratado se afasta da reta normal.

Por fim, a figura 4c demonstra que um raio de incidência perpendicular à superfície, isto é, ângulo de incidência nulo, resulta em um refratado que não sofre desvio.

- Absorção

A absorção da luz ocorre quando os raios luminosos incidem em uma superfície e não sofrem nem reflexão e nem refração. Logo, são absorvidos e promovem um aumento da temperatura da superfície que atingem. Segundo a definição da Enciclopédia Wikipédia:

Em Física, absorção se relaciona à parcela de energia que persiste em um corpo após incidir sobre ele. Contrapõe-se às parcelas correspondentes à transmissão e à reflexão. Absorção ocorre quando um corpo escuro, iluminado por alguma fonte, absorve todas as cores e reflete a luz de sua própria cor. Exemplo: Um corpo vermelho, iluminado por uma luz branca, absorve todas as cores e reflete o vermelho. (Wikipédia, acesso em 21/04/2020)

Assim, as cores dos objetos são determinadas pelos fenômenos de reflexão difusa e absorção da luz, pois correspondem a determinadas frequências de luz que os olhos são sensíveis.

5.6. Formação de imagens em espelhos planos

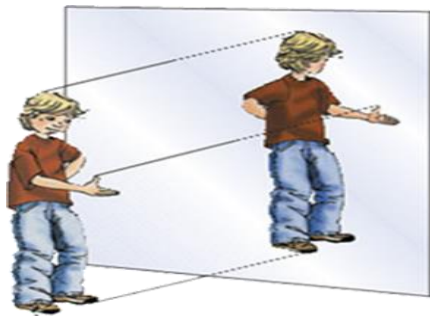
Os espelhos planos representam o único sistema perfeitamente estigmático, ou seja, apresenta imagens perfeitamente nítidas. Além disso, a formação de suas imagens obedece às leis da reflexão previamente estudadas nesta seção.

É relevante destacar que os espelhos planos possuem um campo visual determinado a partir de dois raios que incidem nas suas bordas e se propagam até os olhos do observador. A extensão desse campo depende da distância do observador ao espelho e das dimensões do espelho.

O tipo de imagem formada para este espelho apresenta sempre as mesmas características, pois é virtual (se forma atrás do espelho), é do mesmo tamanho do objeto,

direita e simétrica (a distância da imagem ao espelho é igual à distância do objeto ao espelho) (Figura 5).

Figura 5: Reflexão para apenas um espelho plano



Fonte: MACHADO (2019)

- Formação de múltiplas imagens

Com a associação de espelhos planos é possível obter várias imagens de um mesmo objeto, o qual dependerá do ângulo de associação entre os espelhos de acordo com a equação:

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

Se a relação $\frac{360}{\theta}$ resultar em um número par, ela será válida para um objeto colocado em qualquer ponto entre dois espelhos. Entretanto, se a relação $\frac{360}{\theta}$ for um número ímpar, será válida somente para um objeto colocado no plano bissetor do ângulo θ .

ANEXO A – TEXTO – FÍSICA E FOTOGRAFIA

Ao longo de sua evolução o Homem foi descobrindo e inventando coisas, desenvolvendo conhecimento, tecnologia e instrumentos para suprir suas necessidades. Com a Fotografia foi assim também. Ela nasce movida pela curiosidade, em um processo que envolveu estudo, observação e muita experimentação.

Voltaremos no tempo para entender como foi construído o conhecimento necessário para a descoberta da fotografia. Iremos agora para o século V a.C. e se hoje estamos na Era do aperfeiçoamento do conhecimento, aquela era uma época de grandes filósofos e incríveis descobertas.

Primeiro o homem descobriu que o que ele enxergava era a Luz que incidia sobre os objetos e refletia, e não o próprio objeto. Por isso não enxergamos no escuro.

O filósofo chinês Mo Ti percebeu então que as sombras não se movem por si mesmas, o que move na verdade é a Luz que incide sobre o objeto ou o próprio objeto. Quer um exemplo? Faça o teste: Ascenda uma vela, observe que a dança da chama faz a sombra de objetos parados se moverem.



No século XVI, com a sombra produzida pela luz de vela o Homem inventou uma “máquina de fazer silhuetas”, que funcionava como no desenho ao lado e a usava para copiar a silhueta (sombra) projetada em um plano.

Outro filósofo, já bem mais famoso, no século VI a.C. faz outra observação importante. Aristóteles sentou-se à sombra das árvores para assistir a um eclipse quando percebeu que por entre as folhas das árvores, em uma fresta, se formou um pequeno orifício e a imagem do Sol, durante o eclipse era projetada no chão. Foi o primeiro relato de observação de formação da imagem.

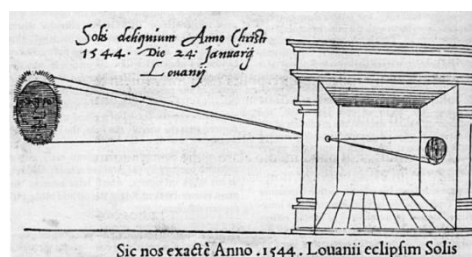


Figura 8: formação de imagem segundo Aristóteles

Hoje se sabe pelas leis da física que a imagem refletida de um objeto qualquer, quando passa por um pequeno orifício, acaba por formar uma imagem invertida deste mesmo objeto, mas para aquela época foi uma grande descoberta.

As primeiras Câmeras

Daremos agora um grande salto na história e iremos para o século XVI.

Por volta de 1544, não se sabe quem, mas foi construída uma caixa toda vedada, capaz de impedir qualquer entrada de luz. Em um dos lados foi feito um pequeno orifício, para que a Luz pudesse passar e do outro lado da caixa a cena externa se formava invertida. A esta caixa foi dado o nome de Câmera Obscura ou Câmera Escura, e foi muito utilizada para estudos de Astronomia e dos Fenômenos Óticos.

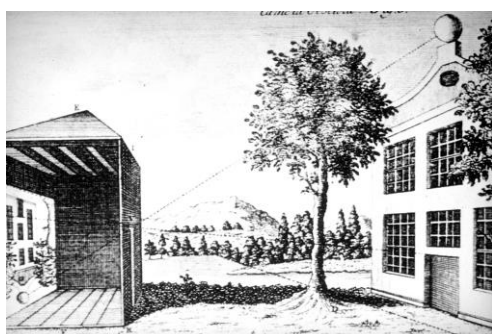


Figura 9: Uso da câmara escura como um grande quarto, onde poderia caber um homem

Para melhorar a imagem captada pela câmera, foi colocada uma lente em frente ao orifício da caixa. Esta lente organizava os raios de luz que chegavam desorganizados da natureza e os convergia para um único ponto, formando assim uma imagem mais nítida.

Com o passar do tempo, percebeu-se que a Câmera Escura podia ser útil para as Artes Plásticas, pois com a imagem do Mundo Real projetada, era possível copiá-la, facilitando assim o trabalho do pintor de observar e copiar a natureza.

Então a Câmera Escura foi adaptada e um espelho em diagonal foi colocado no fundo da caixa e na parte superior foi aberta uma janela, com um vidro despolido, onde a imagem era projetada. No século XVIII, durante o Renascimento, a Câmera Clara foi muito utilizada por pintores como

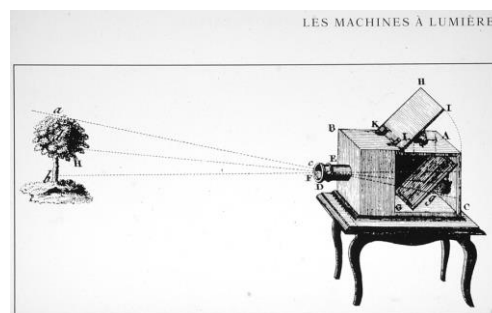


Figura 10: câmara escura

Leonardo da Vinci.

Não contente com seus progressos, o homem passou a pesquisar novas técnicas para manter aquelas imagens que conseguia na Câmera Escura guardada para sempre, ou pelo menos por um longo período. No século XVII, então se desenvolvem as pesquisas de substâncias químicas que fossem sensíveis à Luz, as quais pudessem interromper o processo de escurecimento pela ação da luz e substâncias que fixassem a imagem.

Logo, é perceptível que o estudo da Física e da Química sempre estiveram presentes no desenvolvimento da Fotografia e de diversas outras áreas. Uma descoberta de um filósofo que viveu cinco séculos antes de Cristo contribuiu para o desenvolvimento de uma máquina que foi inventada milhares de anos depois.

A Descoberta da Fotografia

Muitas conquistas foram realizadas no mundo inteiro, na Itália, Alemanha, Inglaterra, Brasil, China e outros países do Oriente. Era o desejo do ser humana de fixar e reproduzir imagens do Mundo Real, desenhando com a Luz (*foto – luz grafia – desenho*)

Na França, o cientista, Joseph Niépce, estava desenvolvendo diversas pesquisas sobre o assunto e já havia feito algum progresso quando conheceu Louis Daguerre. Durante 6 anos trocaram correspondências sobre suas descobertas, mas somente um ano após a morte de Niépce que Daguerre, consegue sensibilizar uma superfície de vidro, interromper o processo e fixar a imagem obtida. Em 1839 anuncia sua grande descoberta ao mundo, dá o nome de Daguerreotipia e a vende para a Academia Francesa de Ciências.

Os estudos sobre sensibilização e fixação de imagens pipocavam por todo o mundo e foi no Brasil que a palavra Fotografia foi usada pela primeira vez.

Hércules Florence, francês, que morava no Brasil fez parte da Expedição de Barão Von Langsdorff, entre 1825 e 1829, e viajou por rios de São Paulo ao Amazonas. Era uma expedição de reconhecimento das terras brasileiras e Florence foi o desenhista e também narrador da viagem. Desde o retorno da viagem ao interior do



Figura 11: Niépce: 1ª fotografia Natureza Morta – 1837

país, Hércules Florence procurou inventar aparelhos de duplicação ou reprodução de registros e deu início a sua fase de invenções. Desenvolveu diversas técnicas e em julho de 1832, afirmou em correspondência que havia descoberto uma forma de fixar as imagens pela câmara escura e denominou este processo de "Photographie". Cinco anos antes do Inglês John Herschel, a quem a história sempre atribuiu o mérito de ter criado o vocábulo (fotografia).

Em 1840, um ano após a descoberta de Daguerre, o inglês Fox Talbot conseguiu pela primeira vez, através de um processo conhecido como “positivo e o negativo” a reprodutibilidade da fotografia, ou seja, finalmente a imagem captada e fixada podia ser reproduzida, em números infinitos. Talbot deu a esse processo o nome de Calotipia.

Na mesma época outros processos fotográficos foram desenvolvidos na busca de imagens mais nítidas, maior facilidade de gravação, tempos menores de exposição à luz e nesta pesquisa surgiu a chapa úmida de colódio, o ambrótipo e o ferrótipo.

Popularização da Fotografia

O tempo de espera para a gravação de uma imagem era muito longo e o homem passou a investigar substâncias que pudessem diminuir este tempo, também os materiais, as lentes, as câmeras foram se modernizando, tornando-se mais leves, pequenos, fáceis de manusear e baratos e se antes um fotógrafo saía para seu ofício com a carroça cheia de apetrechos, nesta época já podia sair com uma câmera nas mãos e um filme na máquina.



Figura 12: Fotógrafo e seu laboratório móvel

Com tamanha evolução, a fotografia pode se aproximar do homem comum e o grande responsável pela popularização da fotografia foi o norte-americano George Eastman, que sempre achou os processos fotográficos muito complicados e passou a desenvolver máquinas portáteis, que pudessem fazer várias chapas fotográficas em sequência. Assim com uma chapa pronta para ser exposta e uma câmera fácil de manusear, qualquer homem seria capaz de fotografar.

Em 1888 Eastman vendia câmeras já carregadas com 100 chapas que depois de expostas eram levadas novamente à sua empresa para serem reveladas. A essa empresa Eastman deu o nome de Kodak... Foi assim que nasceu a Kodak.



Figura 7: Cartaz de propaganda da câmera Brownie

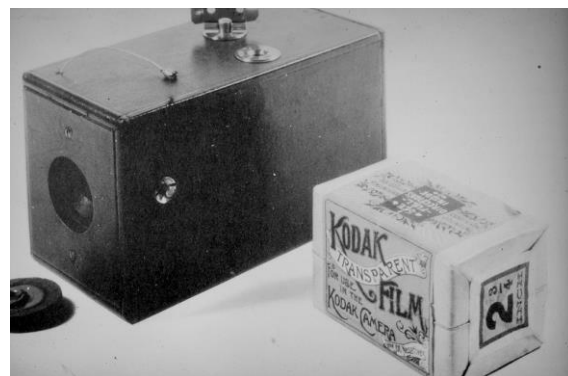


Figura 8: A câmera KODAK

O homem continuou criando, inovando, inventando e por volta de 1892, como resultado de muitos estudos e experimentações, nos Estados Unidos foi inventada uma câmera para fazer fotografias coloridas.

A partir de 1907, os irmãos Lumière desenvolvem um processo industrial, que possibilita a popularização da fotografia colorida. Em 1932 mais de 6 mil chapas coloridas foram produzidas. Hoje restam poucas destas chapas, pois elas sofrem um processo de deterioração muito rápido e hoje temos a impressão que estas fotografias são monocromáticas (só tem uma cor), o que não é verdade.

São desenvolvidos muitos tipos e tamanhos de câmeras, variedades de filmes e em 1998 nasce a fotografia digital. Imagens formadas por códigos de computador, códigos numéricos, decodificados e transformados em cores e formas. Na fotografia digital não se usa filme, pois a imagem fica registrada na memória do computador/máquina e não mais na película (filme).

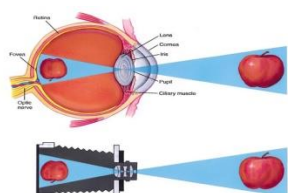
O conceito de câmera digital começou a ser estudado ainda durante a Segunda Guerra Mundial, porém a primeira só foi fabricada em 1965 pela *Mariner 4*, uma câmera de 0,04 megapixels, com o objetivo de capturar imagens da superfície de Marte. No total, foram captadas 22 imagens, que levaram quatro dias para chegar a Terra. Com o desenvolvimento

da tecnologia e da ciência, foi possível desenvolver lentes e câmeras mais avançadas para melhor captação visual, o que acabou substituindo as velhas câmeras analógicas, aquelas que eram preciso revelar os filmes, por câmeras com um dispositivo chamado de CCD (Charge-coupled device) / “Dispositivo de carga acoplada”, mais conhecida como “sensor”. Agora ele que será o responsável pela captação da luz, formando assim, a foto digital. Portanto em qualquer aparelho eletrônico que possui uma câmera, possui um sensor digital.

Para entender como uma foto é feita nas máquinas digitais devemos compreender alguns princípios físicos da óptica:

- O Sol é uma fonte de luz primária, ou seja, que não depende de nenhum outro elemento para se iluminar. Ele distribui seus raios para todos os sentidos, porém, como a distância entre a Terra e o Sol é muito grande, os raios que aqui chegam são paralelos.
- Tudo que vemos é formado através da luz do Sol, que ilumina os objetos, os quais refletem a luz solar para diversas direções, sendo assim nossos olhos as captam e as informações que aquela luz carrega são processadas em nosso cérebro, o qual dá um sentido para aquela imagem formada baseado em suas experiências, conhecimentos e instintos.
- Todas as imagens captadas por nossos olhos estão, na verdade, ao contrário / ponta-cabeça, pois os raios de luz que chegam aos nossos olhos se cruzam como na imagem abaixo. Só as enxergamos “direito” porque estas são invertidas em nosso cérebro para que nossa relação de processamento visual e equilíbrio corporal em relação à Terra sejam rápidos e firmes, pois nosso equilíbrio é determinado pelo líquido que há no interior de nosso ouvido, o qual é direcionado de acordo com a gravidade.

Figura 9: olho humano/formação de imagens



Como podemos observar, o sensor é um dispositivo quadrado que está localizado no fundo da câmera digital. Por isso as imagens digitais são quadradas, porque o sensor é quadrado. Ele fará o mesmo papel de nosso cérebro: irá captar todas as informações de luz que chega nele e irá inverter a imagem.

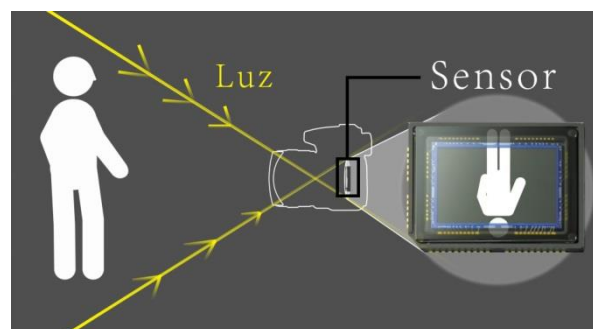


Figura 10: esquema de formação de imagens

As Áreas da Fotografia

Desde o surgimento da fotografia, seu papel na sociedade foi muito questionado. Deveria a fotografia servir à ciência ou deveria fotografia servir às artes? E esta questão por muitos anos, e na verdade até hoje ainda cerca a fotografia.

Diante desta questão, aqueles que tomavam partido de que a fotografia poderia ser arte trataram de desenvolver uma forma de fotografar, uma forma de olhar e recortar a realidade que aproximasse a fotografia da arte.

No começo esta forma assemelhava-se às artes plásticas, então os fotógrafos fotografavam naturezas mortas, cenas bucólicas e retratos românticos, depois outros fotógrafos encontraram novas formas de olhar e de fotografar e foram desenvolvendo o que podemos chamar “linguagem fotográfica”, que até hoje está em desenvolvimento e sempre estará.

Mas desde sempre a fotografia serviu de instrumento tanto às ciências, quanto às artes. O estudo dos movimentos, assim como a astronomia e até mesmo a psiquiatria, por exemplo, tiveram grande auxílio da fotografia em suas pesquisas.

A fotografia serviu também para falar do homem, das sociedades, dos costumes, das crenças e dos valores através dos retratos e retratos de família, dos retratos étnicos, da fotografia de moda, da fotografia social e documental e das fotografias de guerra. Deixou registrado o desenvolvimento das cidades, das novas tecnologias, nos vende produtos e sonhos.

Fonte: http://www.alfabetizacaovisual.com.br/wp-content/uploads/2014/10/cap_1.pdf

ANEXO B – ROTEIRO DOS EXPERIMENTOS

EXPERIMENTO 1 - A luz preenche o espaço?

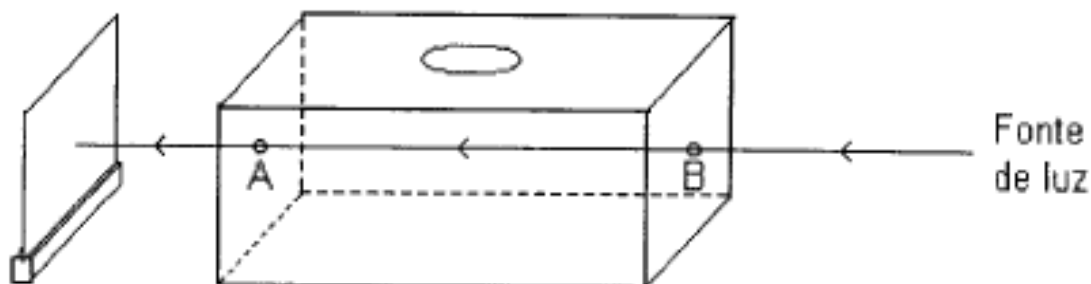
Materiais utilizados

- caixa de cartão (caixa de sapato);
- fonte de luz (feixe delgado de raios paralelos);
- alvo ou anteparo (folha sulfite ou a própria parede);
- tesoura.

Objetivo: Observar o comportamento de um feixe de luz que atravessa um espaço obscurecido.

Procedimento

- 1) Com a tesoura efetue um pequeno orifício ($d < 0,5 \text{ cm}$) no centro de cada uma das duas faces laterais menores da caixa.
- 2) Efetue também um orifício maior na tampa da caixa, de modo a poder observar o seu interior.
- 3) Posicione o alvo em frente a um dos orifícios pequenos (A).
- 4) Com a sala obscurecida, faça incidir um feixe delgado de luz através do outro orifício pequeno (B), de modo a penetrar na caixa e sair pelo orifício (A) incidindo no alvo.



- 5) Observe o interior da caixa através do orifício maior. Compare a sua iluminação com aquela que pode ver no alvo. Perceba se a luz preenche totalmente o espaço onde penetra.

EXPERIMENTO 2 - Comparação entre uma fonte de luz pontual com uma fonte extensa

Materiais utilizados

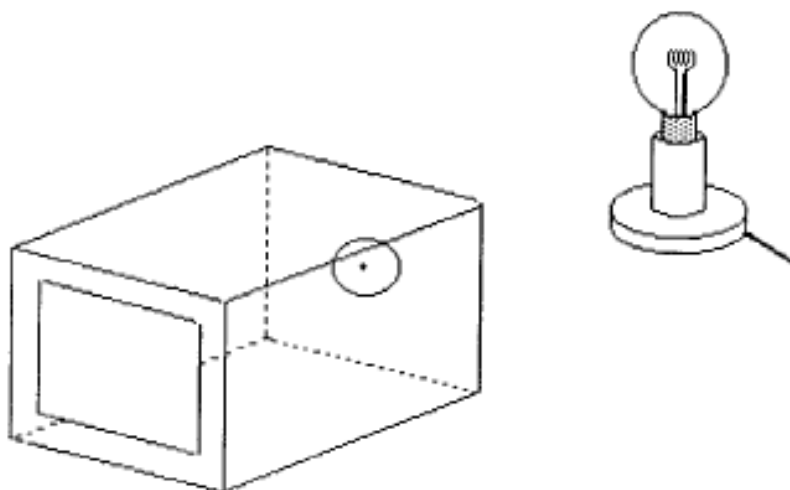
- caixa de cartão (caixa de sapato)
- estilete metálico
- vidro fosco
- papel de estanho
- tesoura

- lâmpada elétrica de filamento, com suporte

Objetivo: Comparar uma fonte de luz pontual com uma fonte extensa.

Procedimento

- 1) Construa uma câmara escura com a caixa de sapato
 - (a) Recorte um quadrado numa das faces laterais menores, e adapte o vidro fosco, que servirá de alvo, onde se formarão as imagens.
 - (b) Na face oposta recorte um círculo com cerca de 3 cm de diâmetro. Sobre ele cole um quadrado de papel de estanho com cerca de 5 cm de lado.
- 2) No centro do quadrado de papel de estanho faça um orifício com o estilete metálico.
- 3) Com a sala obscurecida, acenda a lâmpada e coloque-a em frente à câmara escura, a uma distância conveniente, de modo a obter uma imagem focada do filamento da lâmpada.
- 4) Amplie o orifício do papel de estanho e repita a observação. Que diferença nota?
- 5) Faça vários orifícios no papel. O que observa agora?
- 6) Efetue o máximo número possível de orifícios no papel e observe. O que pode concluir?



EXPERIMENTO 3: Dispersão da luz branca

Materiais utilizados

- 1 disco de DVD
- tesoura
- fita isolante
- vela

Objetivo: visualizar e compreender a dispersão da luz

Procedimento

- 1) Primeiro, divida o DVD em duas partes, utilizando somente a parte plástica;

- 2) Com o auxílio da fita isolante, retire toda a superfície metálica;
- 3) Em um ambiente totalmente escuro, ilumine o DVD com a luz de uma vela e observe.
(Descrição no youtube: dispersão da luz branca)

EXPERIMENTO 4: Reflexão especular e difusa

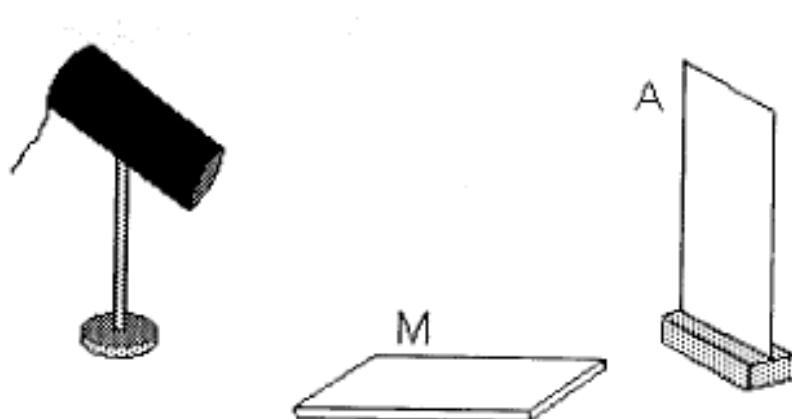
Materiais utilizados

- fonte de luz (lâmpada)
- espelho plano (M)
- alvo ou anteparo (A)
- saleiro contendo pó de giz

Objetivo: Distinguir em quais condições a luz reflete especularmente e de modo difuso.

Procedimento

- 1) Faça incidir o feixe luminoso sobre o espelho, de modo a obter o respectivo feixe refletido num alvo; recorde as leis da reflexão.
- 2) Com o saleiro espalhe lentamente pó de giz sobre a superfície do espelho. O que ocorre à imagem (da luz refletida) no alvo?



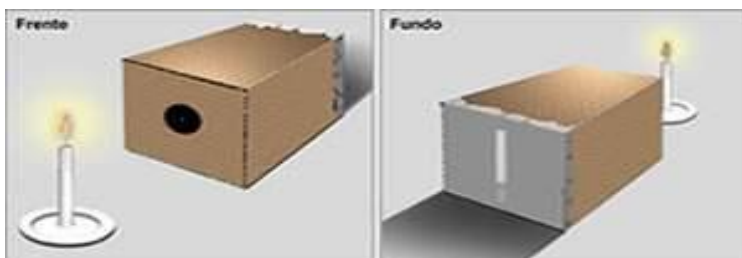
EXPERIMENTO 5: Câmara escura de orifício

Materiais utilizados

- Caixa de papelão
- papel vegetal
- fita adesiva
- papel cartão preto
- tesoura
- cola
- lâmpada incandescente

Procedimento

- 1) Construir uma câmara de 20 cm de comprimento por 15 cm de largura e 15 cm de altura;
- 2) Em seguida, revestir toda a caixa com papel cartão preto, deixando apenas uma face com o papel vegetal de 12 cm x 12 cm, o qual será a tela de projeção;
- 3) Na face oposta ao papel vegetal, fazer um orifício de aproximadamente 3mm de diâmetro;
- 4) Desenhar uma seta na superfície da lâmpada incandescente e, na sequência, posicioná-la em frente ao orifício;
- 5) Acender a lâmpada e observar as características da imagem formada no anteparo de papel vegetal.



EXPERIMENTO 6: Interação de dois feixes luminosos

Materiais utilizados

- duas fontes de luz (feixe delgado de raios paralelos)
- folha de papel branco
- laser de diferentes cores
- alvo

Objetivo: Observar o comportamento de dois feixes de luz que se intersectam.

Procedimento

- 1) Em um ambiente escuro, faça incidir os feixes luminosos das duas fontes obliquamente um em relação ao outro, no plano do papel, de modo a intersectarem-se.

EXPERIMENTO 7: Localização da imagem dada por um espelho

Materiais utilizados

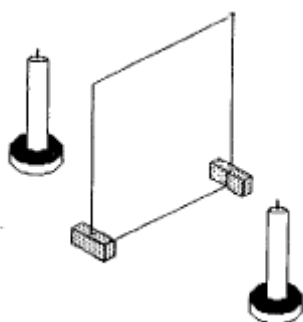
- placa de vidro com suporte
- 2 velas iguais com suportes
- fósforos

Objetivo: Pôr em evidência a localização da imagem de um objeto dada por um espelho.

Procedimento

- 1) Posicione a placa de vidro na vertical, com a ajuda do suporte.
 - 2) Coloque uma vela de cada um dos lados do vidro, à mesma distância do mesmo.
 - 3) Escolha uma posição conveniente de observação, do lado mais iluminado do vidro. Deverá ver a imagem refletida da vela que se encontra do seu lado (A), sobreposta com a outra vela (B).
 - 4) Acenda agora a vela (A). Como lhe parece estar a vela (B), apagada ou acesa? Experimente tocar com um dedo no pavio desta.
- Face às suas observações, indique onde se encontra a imagem de um objeto dada por um espelho: atrás do mesmo, ou na sua superfície?

(A montagem deve ser feita em cima de uma mesa, de tal modo que um dos lados do vidro esteja mais iluminado do que o outro (voltando-o, por exemplo, para uma janela), de modo a comportar-se como um espelho)



EXPERIMENTO 8: construção de imagens em espelhos planos

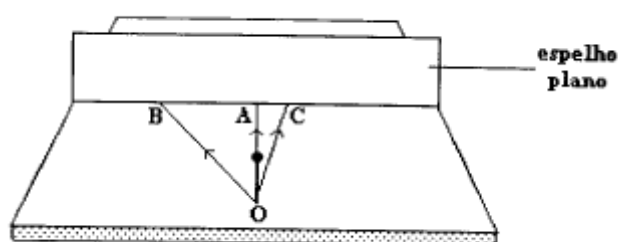
Materiais utilizados

- espelho plano com suporte
- placa de cortiça e alfinete
- papel branco
- lápis
- régua

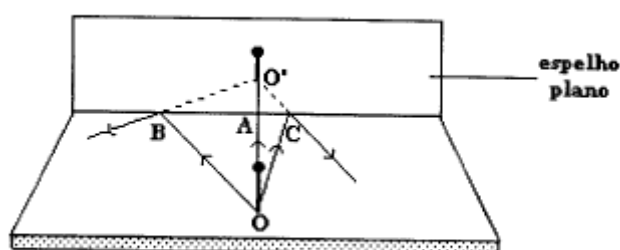
Objetivo: Estudar as características das imagens dadas por um espelho plano.

Procedimento

- 1) Numa folha de papel branco, desenhe um segmento de reta, dividindo-a transversalmente em duas partes iguais.
- 2) Pouse essa folha de papel sobre a placa de cortiça, e, com a ajuda do suporte, coloque o espelho na posição vertical, sobre o segmento de reta.
- 3) Espete um alfinete na placa de cortiça, em frente ao espelho.
- 4) Trace um segmento de reta (OA) entre o alfinete e o espelho, perpendicular a este. Trace outros dois segmentos (OB) e (OC) partindo também do alfinete, mas com direções diferentes.



5) Observe a imagem do alfinete dada pelo espelho, e, com a ajuda da régua, trace os segmentos de reta que se encontram nos prolongamentos (para cá do espelho) das imagens de OA, OB e OC.



- 6) Retire o espelho e prolongue a tracejado os raios refletidos (que acabou de desenhar na alínea anterior) até se encontrarem num ponto (O').
- 7) Meça as distâncias OA e $O'A$ e procure formular uma conclusão.
- 8) Compare o triângulo OBC com a sua "imagem" $O'BC$. Quais as características das imagens dadas por um espelho plano?

EXPERIMENTO 9: multiplicidade de imagens dadas por espelhos planos

Materiais utilizados

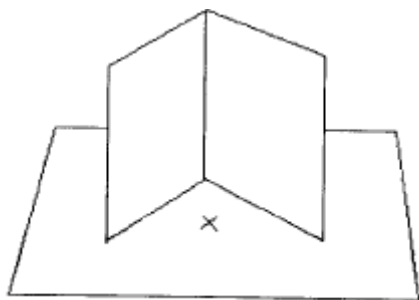
- 2 espelhos planos, ligados por uma dobradiça
- objeto pequeno
- folha de papel e transferidor
- espelho plano com suportes

Objetivo: Determinar a relação entre o ângulo que fazem dois espelhos planos e o número de imagens produzidas pelo conjunto.

Procedimento

1ª parte

1) Posicione os espelhos de acordo com a figura.



2) Coloque o objeto entre os espelhos, na posição assinalada com uma cruz, e, olhando para estes, verifique o que sucede quando:

- faz variar o ângulo entre os dois espelhos;
- afasta ou aproxima o objeto dos espelhos;
- altera a posição de observação em relação aos espelhos.

3) Anote na Tabela o número de imagens do objeto dadas pelos dois espelhos, para um conjunto de valores particulares do ângulo por eles formado.

Ângulo entre os espelhos, α	Número de imagens, n
180 °	
90 °	
60 °	
45 °	

2ª parte

- 5) Com a ajuda de um suporte, coloque o espelho plano na vertical, com a parte espelhada voltada para si.
- 6) Na frente do espelho monte um segundo espelho plano, no qual foi feito um orifício central (num vidraceiro), paralelo àquele e a uma distância de cerca de 10 cm.
- 7) Introduza o pequeno objeto entre os dois espelhos e observe, através do orifício. Quantas imagens vê? Procure explicar este fato.

Fonte: https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/9900/4/2692_TM_02_P.pdf