

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

ROSILDA MARTINS AURELIO

**UMA PROPOSTA DE ENSINO PARA O ESTUDO DA ÓPTICA
GEOMÉTRICA UTILIZANDO DE INSTRUMENTOS
TECNOLÓGICOS E ASTRONÔMICOS**

**CAMPO MOURÃO
2024**

**UMA PROPOSTA DE ENSINO PARA O ESTUDO DA ÓPTICA GEOMÉTRICA
UTILIZANDO DE INSTRUMENTOS TECNOLÓGICOS E ASTRONÔMICOS**

**A teaching proposal for the study of Geometric optics, using technological and
astronomical instruments**

Dissertação apresentada como requisito para
obtenção do título de Mestre em Ensino de Física da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Oscar Rodrigues dos Santos.
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Adriana da Silva Fontes.

CAMPO MOURÃO

2024



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Campo Mourão



ROSILDA MARTINS AURELIO

UMA PROPOSTA DE ENSINO, PARA O ESTUDO DA ÓPTICA GEOMÉTRICA, UTILIZANDO DE INSTRUMENTOS TECNOLÓGICOS E ASTRONÔMICOS

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Ensino De Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Física Na Educação Básica.

Data de aprovação: 05 de Abril de 2024

Dr. Oscar Rodrigues Dos Santos, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Luciano Gonsalves Costa, Doutorado - Universidade Estadual de Maringá (Uem)

Dr. Michel Corci Batista, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 05/04/2024.

Dedico esse trabalho à minha família, pelos momentos de ausência, amigos e todos que contribuíram de forma direta ou indireta com esse trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me conceder sabedoria, saúde, coragem e por ter colocado as pessoas certas em meu caminho.

Meu orientador Prof. Dr. Oscar Rodrigues dos Santos, por toda ajuda, atenção, compreensão e dedicação durante todo o desenvolvimento. A minha Coorientadora Prof. Dr^a Adriana da Silva Fontes pelos ensinamentos, dicas e correção deste trabalho. Ao professor Michel Corci Batista, Gilson Junior Schiavon que sempre transmitiram o saber com amor e carinho pela profissão. Aos demais professores que de uma forma ou de outra transmitiram o saber com amor.

Aos meus colegas de sala, os quais nos tornamos amigos, meu obrigado por toda ajuda e companheirismo nesses anos de mestrado. Entre as amigadas, agradeço em especial: Maria dos Anjos, Rosemery Issa Rizk, Maria Silvia Pereira e Shirley. Além de compartilharmos o quarto, compartilhamos, preocupações e momentos de divertimentos, sempre acreditando, encorajando umas as outros nos momentos complicados.

Ao meu esposo por sempre me apoiar e incentivar a estudar e não ter me deixado desistir. Aos meus filhos que durante esse projeto foram compreensivos por não dar atenção suficiente, quando eles estavam em casa.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus de Campo Mourão, pela oportunidade para a realização deste curso mestrado. Agradeço ainda a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro concedido a mim por meio da bolsa, esta foi de muita importância no desenvolvimento desta pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

O conhecimento exige uma presença curiosa do sujeito em face do mundo. requer uma ação transformadora sobre a realidade. demanda uma busca constante. implica em invenção e em reinvenção.

(Freire, 1977, p. 27)

RESUMO

A disciplina de Física é considerada uma das mais difíceis a ser compreendida, muitos estudantes consideram a sua interpretação e cálculo um dos maiores obstáculos que afetam negativamente a aprendizagem de Física no Ensino Médio. Então objetivou encontrar uma estratégia, para resolver esse problema no processo de ensino e aprendizagem. Partindo desse enfoque, desenvolveu uma proposta de ensino de Óptica Geométrica, com o objetivo de avaliar as potencialidades desta proposta de ensino em uma abordagem dos três momentos pedagógicos, além da construção de um instrumento prático a luneta, por considerar que esta ferramenta tem uma ampla gama de aplicações no uso da Óptica. Em busca de solucionar essa problematização, desenvolveu uma pesquisa bibliográfica, qualitativa com um encaminhamento do tipo observação-participante, com um grupo de 22 alunos do 3.º ano do Ensino Médio, de um colégio público da cidade de Santa Maria do Oeste, no Estado do Paraná. Buscando a organização, construção e apropriação do conhecimento de Óptica Geométrica, elaborou e aplicou uma sequência didática com enfoque CTS, para investigar elementos que evidenciassem a construção da aprendizagem, por meio do uso de questões problematizadoras, rotação de estação, experimentos práticos, simuladores, plataforma e realização de pesquisa. Para investigar os dados coletados, aproveitou a aprendizagem do três momento pedagógico, como um vínculo entre situações, reais de seu cotidiano; estratégias de desenvolvimento de ideias científicas para a compreensão do que está sendo problematizado e a construção dos conhecimentos teóricos aprendidos, por meio de avaliações diferentes nas situações reais. Por fim, constatamos que uma proposta didática focada em CTS, que foi totalmente desenvolvida de forma que os alunos participassem da criação do seu próprio conhecimento de modo, incentiva a aprendizagem física. Com relação ao, dados coletados apresentam elementos que nos possibilitam inferir a ocorrência da construção do conhecimento. Acreditamos que, estas novas metodologias de trabalho, potencializa e enriquece a prática pedagógica da professora, que procura apresentar aulas diferenciadas e mais envolventes para os seus alunos, estigando o interesse e envolvimento dos mesmos, superando a aprendizagem mecânica.

Palavras-chave: Instrumentos tecnológicos; Astronômicos; Saberes da Óptica Geométrica.

ABSTRACT

The Physics subject is considered one of the most difficult to understand, many students consider its interpretation and calculation to be one of the biggest obstacles that negatively affect the learning of Physics in High School. So, we aimed to find a strategy to solve this problem in the teaching and learning process. Based on this approach, he developed a teaching proposal for Geometric Optics, with the aim of evaluating the potential of this teaching proposal in an approach of the three pedagogical moments, in addition to the construction of a practical instrument, the telescope, considering that this tool has a wide range of applications in the use of Optics. In search of resolving this problem, he developed a bibliographical, qualitative research with a participant-observation approach, with a group of 22 students in the 3rd year of high school, from a public school in the city of Santa Maria do Oeste, in State of Parana. Seeking the organization, construction and appropriation of knowledge of Geometric Optics, he developed and applied a didactic sequence with a CTS focus, to investigate elements that highlighted the construction of learning, through the use of problematizing questions, station rotation, practical experiments, simulators, platform and conducting research. To investigate the data collected, he took advantage of the learning of the three pedagogical moments, as a link between real situations in his daily life; strategies for developing scientific ideas to understand what is being problematized and the construction of theoretical knowledge learned, through different assessments in real situations. Finally, we found that a didactic proposal focused on STS, which was fully developed so that students participated in the creation of their own knowledge, encourages physical learning. Regarding the collected data, they present elements that allow us to infer the occurrence of knowledge construction. We believe that these new work methodologies enhance and enrich the teacher's pedagogical practice, who seeks to present differentiated and more engaging classes for her students, increasing their interest and involvement, overcoming mechanical learning.

Keywords: Technological instruments; Astronomical; Knowledge of Geometric Optics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Experimento de Newton com o prisma.....	24
Figura 2 – Formação de sombra por fonte de luz raios independentes.....	26
Figura 3 – Reflexão da Luz regular e difusa.....	27
Figura 4 – Refração da luz em meios diferentes.....	28
Figura 5 – Espelho plano refletindo um raio luminoso.....	30
Figura 6 – Imagem em um espelho plano.....	31
Figura 7 – Reflexão da luz em espelhos esféricos.....	31
Figura 8 – Um espelho esférico com seus principais elementos.....	32
Figura 9 – As lentes esféricas, comportamento convergente ou divergente.....	35
Figura 10 – Lentes Convergentes e divergente.....	36
Figura 11 – Imagem real e invertida menor que o objeto.....	37
Figura 12 – Imagem real e invertida e do mesmo tamanho do objeto.....	37
Figura 13 – Imagem real e invertida maior que o objeto.....	37
Figura 14 – Objeto posicionado em frente a uma lente divergente.....	38
Figura 15 – Aparato óptico e foto de um telescópio refrator.....	40
Figura 16 – Aparato óptico e foto de um telescópio refletor.....	41
Figura 17 – Telescópio Espacial Hubble.....	44
Figura 18 – Espectro da energia detectadas por Hubble.....	46
Figura 19 – Telescópio Espacial James Webb.....	47
Figura 20 – Observatórios dos dois telescópios Gemini.....	49
Figura 21 – A simulação de um objeto em espelho convexo do Phet.....	58
Figura 22 – A simulação de um objeto em espelho plano do Phet.....	58
Figura 23 – A simulação de um objeto em lente de bordas finas convergente.....	59
Figura 24 – A simulação de um objeto em lente de bordas grossas.....	60
Figura 25 – Imagem dos alunos pesquisando sobre os telescópios.....	60
Figura 26 – Imagem dos alunos apresentando sobre os tipos de telescópios.....	61
Figura 27 – Nuvem de palavras (1) realizada pelos alunos.....	70
Figura 28 – Exposição de materiais ópticos.....	70
Figura 29 – Nuvem de palavras (2) realizada pelos alunos.....	71
Figura 30 – Recorte da pesquisa dos alunos.....	75
Figura 31 – Confecção da luneta.....	78

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Estruturação da sequência didática.....	51
Quadro 2- Óptica geométrica e suas subdivisões.....	51
Quadro 3- Visita do planetário da (UTFPR).....	52
Quadro 4- Introdução a Reflexão, Refração.....	52
Quadro5- Lentes, espelhos esféricos, planos e formação de imagem.....	52
Quadro6- História do telescópio, lentes divergentes e convergentes.....	53
Quadro 7- Construção de uma luneta astronômica.....	53
Quadro 8- Materiais utilizados na montagem da Luneta	62
Quadro 9- Respostas dos alunos à primeira questão da problematização.....	65
Quadro10- Respostas dos alunos à segunda questão da problematização....	66
Quadro11- Respostas dos alunos à terceira questão da Problematização.....	67
Quadro12- Questões percentual de melhora entre os questionários.....	69
Quadro13- Quadro de critério de avaliação do seminário.....	76
Quadro14- Estações com experimentos simples.....	77
Quadro15- Avaliação por meio de rubrica.....	79

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
2.1	Itinerário Formativo.....	16
2.2	A utilização de instrumento práticos.....	17
2.3	Os três momentos pedagógicos.....	18
2.3.1	Primeiro momento: problematização inicial.....	20
2.3.2	Segundo momento: organização do conhecimento.....	21
2.3.3	Terceiro momento: aplicação do conhecimento.....	21
3	O INICIO DO ESTUDO DA ÓPTICA GEOMÉTRICA.....	23
3.1	Conceito básico da Óptica.....	23
3.2	Propagação retilínea da luz.....	25
3.3	Independência dos raios de luz.....	25
3.4	Reflexão da luz.....	26
3.5	Refração da luz.....	27
3.5.1	Leis da refração.....	27
3.6	Formação de imagem.....	29
3.6.1	Espelhos planos.....	29
3.6.2	Espelhos esféricos.....	31
3.6.3	Imagem produzida por espelhos esféricos.....	32
3.7	Lentes esféricas.....	34
3.7.1	Construção de imagem em lentes convergentes e divergentes.....	36
3.8	A importância dos telescópios para Óptica.....	38
3.8.1	História dos telescópios.....	38
3.8.2	Telescópio refrator.....	39
3.8.3	Telescópio refletor.....	40
3.8.4	HST (Hubble Space Telescope)	41
3.8.5	Telescópio de James Webb.....	45
3.8.5.1	O telescópio James Webb em funcionamento.	46
3.8.6	Telescópio Gemini.....	48
4	METODOLOGIA.....	49
4.1	Caracterização da sequência didática.....	49
4.2	Proposta de ensino como uma sequência didática.....	49
4.3	Encaminhamento da sequência didática.....	52
4.3.1	Módulo 1: Óptica Geométrica e suas subdivisões.....	52
4.3.2	Módulo 2: Visita no planetário (UTFPR).....	54
4.3.3	Módulo 3: Introdução a reflexão e a refração.....	54
4.3.4	Módulo 4: Lentes, espelhos plano e esférico.....	55
4.3.5	Módulo 5:História do telescópio lentes divergentes e convergentes.....	58
4.3.6	Módulo 6:Construção da luneta.....	59
4.3.6.1	Roteiro da luneta.....	60
5	RESULTADOS DE DISCUSSÃO.....	61
5.1	Relato de experiência.....	61

6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	78
	REFERÊNCIAS.....	80
	APÊNDICE A - PRODUTO EDUCACIONAL.....	84

ANEXO A - Lei n.9610, de 19 de fevereiro de 1998

1 INTRODUÇÃO

O esforço para melhorar o ensino de Física no Brasil tem sido pesquisado há décadas. Persiste-se num conceito de aprendizagem fundamentado na chamada escola tradicional. Dessa forma, o colégio tradicional se propõe a transmitir conteúdos, negligenciando a formação do indivíduo para uma vivência de qualidade, que a experiência profissional leva ao extremo, negando até mesmo a ligação da física com a realidade do mundo, como afirma Chiquetto (2011).

Segundo Fiolhais e Trindade (2003), embora se fale tanto sobre mudança, é visível que a educação apresenta os mesmos problemas. Atualmente há uma grande discussão sobre as mudanças decorrente da implementação do novo ensino médio no Paraná, com isso, os professores necessitam manter-se informados e atualizados para ficar por dentro e se adequar às mudanças, de forma que não permitam que a Física perca o seu valor. Para tal, é necessário mostrar aos alunos a conexão que existe entre a disciplina de Física a vida diária, além de fazê-los entender a importância dos fenômenos que acontecem ao seu redor.

Acredita-se que para solucionar essa defasagem e se adequar às mudanças dos últimos anos, é necessário partir para o ensino de questões, mais voltadas para o cotidiano do aluno, fazendo com que ele aprenda a observar e analisar o dia-a-dia que o cerca. Pensando nisso buscou-se trabalhar com a Óptica Geométrica utilizando de instrumentos astronômico em uma turma do 3º ano do Ensino Médio, a partir de uma proposta voltada para o uso do aporte teórico dos Três Momentos Pedagógicos, conforme apresentado por Delizoicov e Angotti (1994).

A experimentação no ensino de Física por meio de um material deve estimular os conhecimentos prévios que os estudantes já possuem sobre Óptica. Neste sentido, ao estudar a Óptica Geométrica está sendo tratado como um tema importante e corriqueiro, levando o mesmo compreender o avanço tecnológico que o cerca. Pretende-se tornar os estudantes, com a mediação do professor, os protagonistas do seu conhecimento, entendendo que a Física faz parte de seu mundo, e assim, despertar seu interesse a essa área do conhecimento (Canalle, 1994).

Zabala (1998), afirma que uma das metodologias básicas utilizadas em sala de aula é o desenvolvimento e implementação de sequências didáticas. Toda prática pedagógica exige a implementação de uma organização metodológica. A estrutura

deste conjunto de atividades permite que os professores respondam diretamente às necessidades individuais de aprendizagem dos alunos, permitindo que cada aluno participe na sua própria aprendizagem. Além disso, sequência didática é um conjunto articulado de atividades que formam unidades didáticas.

O campo da nossa pesquisa é caracterizado por uma escola pública de ensino, na cidade de Santa Maria do Oeste. A amostra analisada foi composta por 22 alunos da 3ª série do Ensino Médio. Foi aplicada entre agosto e outubro do ano de 2023. Estudar óptica geométrica, especialmente lentes esféricas, proporciona uma boa oportunidade de processar conteúdos e relacioná-los com a vida cotidiana e também com inovações tecnológicas recentes, como alguns dispositivos, presentes em aparelhos ópticos, câmeras, telescópios, projetores, lunetas e, óculos, conforme apresentado por Nogueira (2015).

O telescópio é uma ferramenta importante para a humanidade, sendo de suma importância no processo, de desvendar os mistérios até então inexplorados, do Universo. Portanto, para estudar esse instrumento astronômico, se faz necessário o conhecimento sobre as lentes esféricas, o qual está relacionado à Astronomia que compartilha sua importância na história da humanidade e na educação, de forma que agrega como um pano de fundo para o ensino de lentes esféricas. Portanto, no estudo das lentes esféricas, considera-se o assunto em questão sob o ponto de vista de uma formação, de maneira que o aluno possa compreender os avanços tecnológicos ao seu redor, o funcionamento do telescópio que nos permite estudo aprofundado da Astronomia, que ao lado da Óptica, são os principais assuntos do trabalho.

Considerando a importância das atividades experimentais para a compreensão dos conceitos físicos e em consonância com os pressupostos do documento da Base Nacional Curricular no Ensino da Física (BNCC, 2018), a qual reforça que o ensino deve proporcionar a educação integral do estudante, por meio da contextualização, interdisciplinaridade, representações e exemplificações, este trabalho propõe a realização de uma sequência didática visando estimular o uso de aulas práticas sobre o conteúdo de Óptica Geométrica, pensou-se em encontrar uma estratégia de ensino que fosse motivadora, que contribuísse de forma eficaz no processo de ensino e aprendizagem em Óptica Geométrica.

Baseado nessa perspectiva, buscamos trabalhar por meio das tecnologias

digitais da informação e comunicação, (CTS), e avaliar as potencialidades desta proposta de ensino em uma abordagem dos três momentos pedagógicos. Assim, o processo deste Produto Educacional vai ajudar no ensino de Óptica dentro do Componente Curricular de Física do novo Ensino Médio. Essa sequência didática, está dividida em módulos com objetivo de avaliar as potencialidades de uma proposta de ensino de Óptica na perspectiva dos três momentos pedagógicos.

Nessa perspectiva, este produto educacional foi construído abordagens que valorizam a pesquisa, tornando os alunos protagonistas, despertando neles, responsabilidade e espírito crítico indagador, tornando-os capazes de resolverem problemas na sua vida diária, buscando soluções baseados nos conhecimentos adquiridos na escola.

A proposta é composta por 15 aulas, visando explorar o conceito de Óptica Geométrica, e relacioná-los com elementos da Astronomia como a citar a construção de uma luneta, complementando o estudo de Óptica. No primeiro capítulo é apresentado a referida introdução, enquanto que o segundo capítulo constitui-se de uma breve apresentação sobre as teorias da aprendizagem significativa e dos Três Momentos Pedagógicos (TMP), com a utilização de instrumentos práticos no ensino da Física e o educador em uma visão construtivista. O terceiro capítulo discorre sobre estudo da Óptica Geométrica, nos quais são tratados conteúdos como: conceito básico da Óptica; propagação retilínea da luz; independência de raios de luz; reflexão e refração da luz; leis da refração; formação de imagens; espelhos, planos e esféricos; lentes convergentes e divergentes; história de alguns telescópios. No quarto capítulo são abordados, a metodologia trabalhada dentre estas a caracterização da sequência didática. Ao longo do quinto capítulo; são abordados os detalhes sobre resultado de discussão; o relato de experiência. O sexto e último capítulo apresenta as considerações finais sobre o trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Os Itinerários Formativos

É muito importante para trabalhar a sequência didática ter um embasamento no novo Currículo do Ensino Médio, principalmente estar inteirado de como funciona os Itinerários Formativos (IFs) é uma parte flexível do novo currículo secundário, que reúne as unidades curriculares como um conjunto de conhecimentos que mobiliza conhecimentos na área acadêmica com base no contexto e na relação. Para tal, as novas características e atividades educativas refletem claramente o contexto e os interesses dos alunos que pretendem aprofundar e ampliar os conhecimentos, competências e atitudes desenvolvidas durante a formação das principais disciplinas, para que possam identificar a formação na sua própria vida.

Considerar projeto a missão do (IFs) é integrar, aprofundar e expandir o ensino geral para ajudar os alunos a construir e realizar os seus projetos de vida com base nos princípios da justiça, da ética e da cidadania. Para tanto, o (IFs) é criado por meio de formulários que se apresentam em forma de estrutura axial, para que os alunos vivenciem experiências de aprendizagem que os levem à criação de uma visão unificada e à integração de suas disciplinas. A Diretoria de Educação, no uso de suas atribuições e considerando: “a Deliberação CEE/PR n.º 04, de 29 de julho de 2021, que institui as Diretrizes Curriculares Complementares do Ensino Médio e o Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná”.

O eixo construtivista centra-se no desenvolvimento de objetivos de aprendizagem, quebrando a lógica da aprendizagem compartimentada, orientando o desenvolvimento teórico-prático das competências a aprender e apoiando o processo de criação curricular. Currículo Comum da Fundação Nacional. Conecta, integra e complementa o currículo diversificado da BNCC. Eles criam oportunidades de aprendizagem baseadas em métodos sólidos e experiências práticas de ensino, que apresentam conteúdos acadêmicos em programas contemporâneos e promovem o desenvolvimento de competências em relação aos desafios do século XXI.

No estado do Paraná são ofertados dois formatos de (IFs), o primeiro Itinerário Formativo Integrador contempla as quatro Áreas do Conhecimento e é

ofertado, em caráter excepcional, para as instituições de ensino na modalidade de Educação do Campo que apresentam turma única. O Itinerário Formativo, conforme optou-se no Paraná, é composto por duas Áreas do Conhecimento: Ciências Humanas e Sociais, aplicadas com Linguagens e suas Tecnologias e Ciências da Natureza e suas Tecnologias com Matemática e suas Tecnologias. Uma das formas pelas quais o Caderno de Itinerários Formativos é estruturado contempla Trilhas de Aprendizagem que visam a apoiar o professor em sua prática docente.

A Trilha de Aprendizagem se constitui de umas unidades temáticas, que integradas, visam ao aprofundamento de saberes por meio da problematização, da investigação científica e da intervenção social. Destaca-se que a Trilha de Aprendizagem não pode ser concebida de forma isolada, ela precisa estar inserida em um percurso formativo com objetivos claros e intencionalidade pedagógica. (Paraná, 2018, p.22).

É importante ressaltar que todas as oportunidades de aprendizagem são criadas em publicações trimestrais com um programa educacional real e são baseadas em avaliações que estimulam o aprendizado dos alunos por meio de atividades, pesquisas e produções. Portanto, os professores precisam de uma nova atitude que rompa com o antigo e formal modelo de avaliação baseado em testes e exames que tentam classificar, medir os níveis de conhecimento e incentivar os alunos a permanecerem ativos no processo de ensino aprendizagem. Portanto, é importante que os professores desenvolvam os resultados educativos esperados em formas de aprendizagem e modifiquem as condições locais e os recursos disponíveis na escola.

As atividades de ensino são organizadas e organizadas de acordo com a solicitação de avaliação do caráter investigativo, criativo, empreendedor, acompanhamento e avaliação do desenvolvimento contínuo das atividades propostas, e atenção e métodos formais ao produto que o modelo entrega no final de cada trimestre.

2.2 A utilização de instrumento práticos

A utilização de atividades experimentais como ferramenta de ensino e aprendizagem ganhou ainda mais importância no século XX, embora as técnicas experimentais venham sendo aplicadas há muitos anos. Galileu Galilei conduziu

uma série de experimentos que levaram à constatação de que o Sol era o centro do universo, e não a Terra, como se confiava na época. Através da aprendizagem prática do conhecimento científico, o aluno é capaz de abranger os fenômenos e entender, desta forma, o fato real que o cerca (Vieira, 2021).

A experimentação no ensino de ciências da natureza é muito importante para a aprendizagem dos alunos do ensino fundamental ao ensino médio. Conforme Pittner (2022, p 25), uma atividade experimental é uma forma de incentivar os alunos a uma aprendizagem mais significativa, o que é extremamente útil, se tratando de um estudo cujo objetivo é apresentar os conceitos teóricos da física no dia a dia do aluno, com o objetivo de introduzi-lo em experiências práticas. Dessa forma, o aprendizado dos alunos é potencializado, o que significa que, através do experimento, o aluno compreende as leis e princípios da Física. Os pontos abordados neste texto abaixo estão baseados nos estudos de Carvalho *et al.* (1998).

A seriedade do trabalho prático na ciência é inegável, portanto, precisa ser centralizada em seu ensino. Essa conexão sustenta a boa ideia de que a Física estudada em sala de aula, está relacionada ao desenvolvimento científico do cotidiano dos alunos e ao conhecimento tecnológico. Uma visão construtivista dos experimentos físicos considera a construção do conhecimento por meio da experimentação. Esta construção tem como base ações espontâneas adquiridas, durante a vida e deverá conduzir a um conhecimento científico mais preciso. No entanto, existem fatores importantes a serem considerados ao lidar com práticas experimentais em salas de aula; são indispensáveis no processo, tendo em conta a compreensão espontânea dos alunos, o problema a resolver na fase inicial, com a cooperação do educador no procedimento, e a comunicação entre os alunos durante a tentativa experimental de resolução da tarefa.

2.3 Os Três Momentos Pedagógicos

Este trabalho baseia-se na teoria de aprendizagem dos Três Momentos Pedagógicos (TMP), que foi desenvolvida por Delizoicov e Angotti (1994) durante a formação de professores na região da Guiné-Bissau. Esta proposta resultou da aceitação pedagógica do conceito de Freire (1987), que prioriza a educação abordada de forma que o professor é o mediador entre o conteúdo científico

estudado pelo aluno e as condições do seu cotidiano. A abordagem inicia-se com a problematização de alguns desafios relacionados ao processo educacional, realizado em sala de aula, que pode ser descrito da seguinte forma: De forma equivalente ao problema inicial, busca-se encontrar em situações reais, vivenciadas pelos alunos, um caso relacionado ao conteúdo que se pretende abordar. Nessa prática, a construção do conhecimento também decorre do conhecimento prévio dos alunos sobre as questões levantadas, o que pode ser entendido como o ponto de início para a construção do conhecimento científico dos mesmos. Relacionado com conteúdo acima, Freire, (1987) enfatizou:

Os educadores não são mais apenas educadores, mas educadores que conversam com os alunos enquanto são educados. Educador e educando, ambos se tornaram sujeitos de um processo em que crescem juntos e o argumento oficial não é mais válido (Freire, 1987 p. 39).

Ensinar, portanto, não significa transmitir conhecimento, mas sim criar condições para que os alunos criem seu próprio conhecimento. A abordagem dos três momentos pedagógicos vai exatamente em linha com esse ponto de vista, e o objetivo é promover o crescimento do conhecimento do aluno. Portanto, no método TMP, os alunos podem conectar-se com seu conhecimento acumulado sobre problemas do mundo real, o que também ajuda a estimular habilidades de expressão verbal, pois isso fará com que os alunos produzam uma certa inquietação.

Nessa perspectiva, os (TMP) são caracterizados por Delizoicov e Angotti (1994) em três etapas: Problematização Inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento. Na Problematização Inicial: Apresentam-se questões de uma situação problema para discussão com os alunos, com o propósito de relacionar o conteúdo conceitual com acontecimentos relacionados à vivência cotidiana dos mesmos. Fatos esses que os alunos, até o momento, não conseguiam interpretar, pela falta de compreensão conceitual, ou pelas faltas de embasamento científico.

Organização do conhecimento: O conhecimento das ciências naturais e da Física são importantes para compreender o assunto que se pretende estudar e auxiliar a sistematizar o problema original. Para aprofundar esta problematização, realiza-se a apresentação dos conteúdos através de “conceitos, livros, slides, vídeos, textos, simuladores, alguns exercícios e discussões”. O aluno deve estar atento à

existência de outros pontos de vista e explicações de situações problemáticas, para que possa comparar esse discernimento com o que já se apropriou, o que ajuda a compreender melhor as situações apresentadas anteriormente. Enfim, a execução da compreensão, ocorre no último momento, segundo o que afirmam Delizoicov e Angotti (1994):

Destina-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelos alunos, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinam seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento (Delizoicov e Angotti, 1994, p. 35).

Assim, é importante garantir que o aluno sinta que o conhecimento é uma construção historicamente determinada, que o conhecimento científico construído e internalizado evoluiu a partir da problematização original, das primeiras coisas que ele fez, aprender construindo esse conhecimento. Para isso são utilizados alguns exercícios, onde é possível garantir que houve a construção do conhecimento e sua posterior aplicação. Além disso, é importante trabalhar com atividades em que o aluno deve aplicar-se e posicionar-se como sujeito crítico diante das situações sugeridas a ele. Para tal, serão aplicadas atividades, nas quais será possível analisar se ocorreu uma acomodação deste conhecimento. Após a aplicação deste trabalho, serão desenvolvidas práticas que direcionam o educando a se tornar crítico diante das situações propostas. Assim, será possível analisar se o aluno entendeu que o conhecimento é uma construção de sequências, que parte da problematização inicial, até chegar ao conhecimento científico construído passo a passo.

2.3.1 Primeiros Momentos: Problematização Inicial

O papel deste momento é promover a conscientização mútua entre professores e alunos sobre a possibilidade de estudar temas relacionados ao objeto de estudo. Neste momento são verificadas as ideias originais que os alunos têm sobre o assunto. Estas expressões ajudam a compreender melhor a forma de pensar do aluno e a controlar o processo de ensino e aprendizagem. Neste primeiro momento, é importante que o professor assuma a postura de um observador participante, esqueça por um momento a aula e anote todas as participações verbais ou escritas dos alunos (incluindo o uso de diagramas).

Segundo Alvetti, (2007), estas contribuições dos alunos também ajudam a

conectar melhor os conceitos escolares que os professores ensinam com as realidades culturais do grupo. Algumas sugestões: Usar histórias de literatura, músicas, dramas, vídeos, jornais, revistas, televisão, etc. Enfatizando o uso de temas locais e comunitários. Um exemplo sobre tal questão: “Esta secção pretende desafiar a utilização do conceito unificador de transformação sem se preocupar em explicar o seu significado.”

Conforme, Giacomini & Munchen (2015), o primeiro momento, realizar a problematização inicial, define-se quando o educador apresenta aos alunos situações reais, conhecidas e vivenciadas, onde o conhecimento científico é demonstrado. Neste momento é hora de desafiar o educando a expressar sua opinião sobre o conceito salientado. Na função de mediador, o educador se concentra em questionar, problematizar esse conhecimento, incentivando a discussão e levantando dúvidas sobre o assunto, ao invés de se preocupar em responder ou explicar.

2.3.2 Segundo momento: organização do conhecimento

Atualmente está sendo desenvolvido um estudo dos conceitos relacionados ao programa escolar desenvolvido, explorando conteúdos, leis, teorias e exemplares científicos. Os aportes e reproduções dos alunos criados em um primeiro momento, serão comparados e organizados, conforme o programa atualmente proposto. Após a primeira atividade desta seção, dá-se início a explicação do significado da mudança do conceito unificador e sua ligação com o conteúdo cultural da escola. Observe que a sistematização de conceitos toma por base a atividade anterior, ou seja, se uma tarefa é iniciada, ressaltando, por exemplo, o que é Óptica, este deverá ser o conteúdo de Física que será tomado como partida para esta etapa, conforme a problematização que achar necessário para o conceito que está iniciando como Alvetti (2007).

Segundo Giacomini & Munchen (2015), é na organização do conhecimento, que os alunos estudam as informações escolhidas pelo professor, necessárias para compreender os assuntos e problematizar a fase inicial. Nesta etapa, o aluno resolve os problemas e atividades propostas nos livros didáticos, que têm um papel formal na aquisição desse conhecimento.

2.3.3 Terceiro momento: aplicação do conhecimento

Agora é a hora de sistematizar o conhecimento adquirido após o problema inicial. Nesta etapa o professor pode auxiliar o aluno a utilizar novos conhecimentos para resolver novos problemas, compreendendo o processo de construção relacionado aos processos de ensino e aprendizagem. O educador pode aproveitar esse momento para mediar ou reformular, juntamente com os alunos, os conceitos previamente estudados. Para tal, uma estratégia pode ser oferecer a eles uma situação que estimule a construção do aprendizado, utilizando somente avaliações diagnósticas como instrumentos para que o educador entenda as especificidades de interferência que ocorrem, conseguindo assim fazer com que haja melhor aproveitamento dos seus alunos sobre o que estão aprendendo.

A avaliação que não é viável aplicar, são aquelas que impedem o aluno de expressar e desenvolver seu pensamento livremente, sendo totalmente contra indicado neste momento, uma vez que pode fazer com que todo o processo desenvolvido se perca, e conseqüentemente, afastando-se de uma compreensão significativa deste conceito trabalhado. O objetivo desta aplicação é implementar uma abordagem sistemática que acompanhe a realização das aulas com o aluno, analisando e interpretando o maior número possível de situações que não estejam diretamente relacionadas com a motivação original, mas que apliquem o mesmo conhecimento.

Dessa forma, sou um desenvolvimento quando entendemos que o conhecimento está à parte de uma construção historicamente determinada, mas é acessível a todo cidadão, sendo necessário aprender a adaptação entre processo e conhecimento do conceito pode ser evitar entrar na vida de um cientista e de um não-cientista, para que diferentes métodos de ensino possam ser utilizados para o desenvolvimento deste aluno no próximo momento.

Conforme Delizoicov e Demétrio, quanto às habilidades que este Instrumento exigiria, algumas são disciplinas da própria Física, portanto devem ser desenvolvidas de forma mais intensa nas aulas, algumas das quais destacaremos, observação, classificação, análise, registro de dados, tabulação, síntese e aplicação informação. Portanto, a aplicação é uma habilidade que culmina no processo de compreensão do conhecimento, pois pode ser utilizada como ferramenta de leitura para compreender o mundo. Essa habilidade leva à

maturidade, praticando as habilidades citadas e utilizando-as no dia a dia. Não se trata apenas de ir à escola, principalmente deve ser mesclado com a aplicação de problemas e tipos de exercícios no quiz ao final dos capítulos do livro didático. Eles são necessários e podem contribuir para a implementação do currículo.

3 INÍCIO DO ESTUDO DA ÓPTICA GEOMÉTRICA

3.1 Conceito básico da Óptica

Um conceito chave em óptica geométrica é o conceito de um raio de luz representando a própria trajetória da luz. Matematicamente, um raio de luz é representado por um segmento de uma curva direcionada. Num ambiente homogêneo, a curva relevante é reta. Mas num meio não homogêneo, os raios de luz seguem outras curvas. De forma mais geral, um raio de luz viaja entre dois pontos específicos ao longo de uma curva que minimiza o tempo, uma lei física conhecida como princípio de Fermat, conforme, Martins e Silva (2007):

Fermat considerava que a luz se move mais lentamente nos meios mais densos (ou melhor, mais refringentes, como o vidro ou a água) do que no ar; e deduziu a lei da refração supondo que a luz segue o caminho que exige o menor tempo para ir de um ponto até outro (Martins e Silva 2007).

A luz e seus fenômenos luminosos despertam o interesse de cientistas há milênios, ansiosos por explorar não apenas a sua natureza, mas também os efeitos criados pela luz nas mais diversas situações e interações. Foram feitos variados experimentos, por vários pensadores, chegando ao conhecimento que hoje se denomina por física/óptica geométrica. Verificou-se que a luz, ao viajar pelo espaço, poderia colidir com outros corpos, provocando desvios na sua trajetória (reflexão), assim como podia sofrer também desvios quando atravessava meios de diferentes densidades (refração). As interações demonstravam que o ângulo de incidência é decisivo para esses desvios. Para que a Óptica pudesse progredir, o problema da percepção visual teve que ser deixado de lado para desenvolver estudos de dispersão da luz.

Esse tipo de aproximação foi verdadeiramente iniciado por Descartes. No mundo pleno cartesiano, a propagação da luz é caracterizada por uma tendência ou inclinação ao movimento das esferas da matéria sutil, preenchendo todos os céus; ele assinala, além disso, que essas esferas, além de tendência ao movimento retilíneo, produzindo a sensação da luz, podem igualmente girar ou ao menos ter uma tendência à rotação. sobre elas mesmas. Esses

múltiplos movimentos ou tendência à rotação que Descartes liga a sensação das cores (Blay, 2007, p 132).

As primeiras explicações sobre a luz visível ou espectro visível, são do físico Isaac Newton, no século XVII. Newton realizou uma série de experimentos, e foi em um deles que, em 1671, utilizou pela primeira vez a palavra espectro. Diante disso, Newton chegou à conclusão que a luz branca (luz solar) era formada por várias cores visíveis, e que essas cores sofrem um desvio diferente ao atravessar um prisma. O físico notou também que o violeta sofria um desvio maior ao atravessar o prisma em relação ao vermelho, que esse sofria um desvio menor. Ou seja, o vermelho movia-se mais rápido que o violeta, como resultado disso, criava uma refração menor ao passar pelo prisma, (Vasconcelos, 2011). Uma representação do desvio sofrido pelos raios de luz pode ser visto na figura 1.

Figura 1 – Experimento de Newton com o prisma



Fonte: Santos (2023)

A partir de seus resultados, Newton criou a hipótese de que a luz era composta por partículas de diversas cores, as quais moviam-se na matéria transparente, que o chamou de a teoria corpuscular da luz. Newton aperfeiçoou o telescópio, utilizando espelhos para capturar a luz dos astros, diminuindo a força da deformidade nas imagens causadas nas lentes esféricas, ou também conhecido como aberração cromática.

Do mesmo modo, no começo do século XIX, as experiências de Newton, que confiava que a luz era formada de partículas, houve também os experimentos de Hooke e Huygens, que defendiam uma natureza ondulatória para a luz. Sabe-se que a natureza da luz foi a referência para todos os achados e transformação no estudo da óptica. No entanto, as colaborações de Thomas Young e suas tratativas sobre interferência luminosa lançaram as bases para a teoria das ondas. No final

do século XIX, Maxwell e Hertz mostraram que a luz se comporta como uma onda eletromagnética, conforme nascido (1980).

Um século se passou e ainda alguns fenômenos relacionados à natureza da luz não puderam ser explicados, como podia ser visto em um experimento que Hertz realizou, ao incidir diferentes feixes de luz sobre uma superfície metálica, no qual somente algumas das vezes os elétrons eram arrancados, produzindo o que hoje se denomina por efeito fotoelétrico. Com esse experimento, Hertz mostrou que a energia cinética dos elétrons arrancados não estava relacionada à da intensidade da luz que incidia sobre a placa. O desdobramento deste experimento só foi devidamente explicado tempos depois, com a formulação da teoria de Einstein acerca do que se denominou efeito fotoelétrico, associando a energia das ondas luminosas à sua frequência, e não à sua intensidade.

3.2 Propagação retilínea da luz

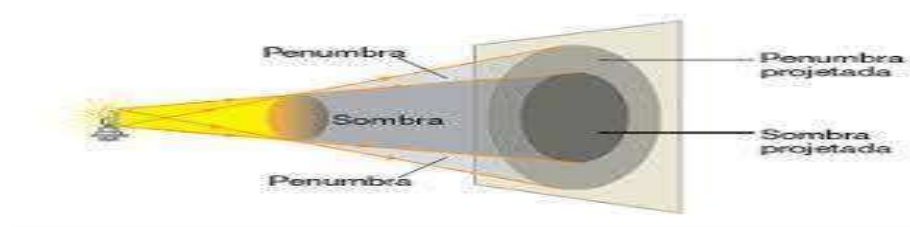
De acordo com o primeiro princípio, a luz sempre irá se propagar em linha reta quando viajar por meios homogêneos e transparentes. Quando raios de luz passam por um buraco em um determinado local escuro, o que se vê é uma trajetória de movimento caracterizada por uma linha reta. As sombras criadas por uma fonte de luz pontual, são claramente definidas, ou seja, seu formato lembra um contorno, por estas e outras razões, afirma-se que a luz viaja em linha reta num meio homogêneo e transparente. O princípio da propagação retilínea da luz é uma das bases da óptica geométrica. Uma aplicação da propagação retilínea da luz é a formação de sombra e penumbra, que ocorrem quando a luz encontra um objeto em seu caminho que não permite a passagem da luz, sendo tal chamado de opaco. A formação de sombra ou sombra e penumbra é determinada pela fonte de luz utilizada, que pode ser pontual ou ampla. No caso da penumbra, faz-se necessário que o objeto seja atingido por diversos raios de luz, oriundos de diferentes pontos, como ocorre, por exemplo, em uma fonte ampla, ou extensa, como uma lâmpada.

3.3 Independência dos raios de luz

O princípio da independência dos raios de luz afirma que os pincéis de luz são independentes. Isto significa que se vários raios de luz forem emitidos ao mesmo tempo, mas a partir de fontes diferentes, a trajetória da luz nenhum pincel leve é afetado pela interseção com a de outro pincel leve, ou seja, cada

uma mantém sua trajetória independentemente da presença da outra. Um esquema representativo da sombra e penumbra pode ser observado na Figura 2.

Figura 2 – Formação de sombra por fonte de luz raios independentes.



Fonte: Markus (2023)

3.4 Reflexão da luz

Embora as ondas de luz se afastem da fonte, a reflexão da luz é um fenômeno óptico que ocorre quando a luz atinge uma superfície e retorna ao meio de origem. Este fenômeno ocorre tanto em superfícies rugosas, reflexão difusa, como em superfícies especulares, reflexão regular. A reflexão difusa ou dispersão da luz ocorre quando os raios de luz incidem sobre uma superfície irregular e são refletidos em diversas direções distintas, devido a essas irregularidades. Isso acontece principalmente ao nosso redor quando os objetos refletem a luz em direções diferentes, permitindo que pessoas em lugares diferentes os vejam. Este tipo de reflexão é a responsável por ser possível observar o mundo como se conhece, uma vez que quase todos os objetos possuem superfícies irregulares, e, portanto, causam a reflexão difusa. A luz emitida pelos objetos chega aos nossos olhos, possibilitando ver vários deles ao mesmo tempo, e de diferentes ângulos, conforme Godoy (2020).

Ainda segundo Godoy (2020), os raios refletidos seguem uma regularidade na reflexão regular, como o nome sugere, em que raios de luz paralelos incidindo sobre um espelho plano são refletidos paralelamente entre si, e no caso de espelhos esféricos, por exemplo, eles seguem um certo padrão. Propriedade esta que permite prever e identificar seu comportamento óptico. Este tipo de reflexão ocorre em superfícies polidas como espelhos, metais ou águas claras e calmas, como a superfície de um lago. Assim, a reflexão regular possibilita a formação de imagens nítidas, mas que não podem ser visualizadas de praticamente nenhuma outra posição. Na Figura 3 são dadas duas representações, uma da reflexão difusa, e outra da reflexão regular.



Fonte: Chagas (2023)

3.5 Refração da luz

No começo do século XX, alguns fenômenos relacionados com a natureza da luz não podiam ser esclarecidos, tal como, o efeito fotoelétrico, observado no experimento de Hertz, que ocorria quando a luz incidia sobre um plano metálico, mas que, nem sempre, acabava por ejetar os elétrons deste material. Os efeitos deste experimento mostraram que a energia do movimento dos elétrons retirados não depende da intensidade da luz. Com base em todos estes ocorridos, esse fenômeno só foi explicado por Einstein em 1905 utilizando a ideia da quantização, elaborada por intermédio de Max Planck.

Segundo MANGILI (2012), a quantização de energia, assume que a energia de uma onda de luz pode ser interpretada como uma coleção discreta de partículas chamadas fótons. Devido ao progresso da investigação sobre a natureza da luz neste século, concluiu-se que a luz não é uma onda nem uma partícula no sentido mais estrito. A luz tem uma natureza dual, comportando-se como uma onda em algumas situações e como uma partícula em outras. O que determina o comportamento da luz como uma onda ou partícula é o tamanho dos obstáculos ou aberturas por onde ela passa.

3.5.1 Leis da refração

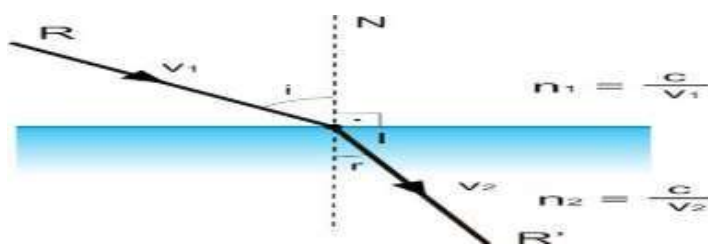
A refração da luz é a passagem de luz de um meio para outro. O conjunto de dois meios e a superfície que os separa é denominado dióptro, a qual é também uma unidade de medida comumente utilizada para mensurar o poder de refração das lentes. A velocidade de uma onda de luz em um meio depende da densidade deste, sendo que muitas vezes se retrata o meio a partir de um fator denominado refração (n), dado pela razão da velocidade da luz nesse meio (v), em relação a

velocidade da luz no vácuo (c).

Quanto maior a densidade do meio, menor será a velocidade de propagação das ondas nele. De acordo com a primeira lei, o raio refratado está contido no plano definido pelo raio incidente e por uma “reta normal”, como apresentado na Figura 4. Já a segunda lei (também conhecida como lei de Snell-Descartes), acaba por auxiliar a determinar qual será o desvio que este raio de luz sofrerá ao transitar de um meio para o outro. Para uma determinada luz monocromática e dois determinados meios, de índices de refração, ou refringência n_1 e n_2 , existe uma relação constante entre o ângulo de incidência e o ângulo de refração de cada cor, ou cada comprimento de onda, que depende apenas dos meios os quais a luz vai atravessar.

Quando um raio passa de um meio menos refringente para um meio mais refringente, sua velocidade diminui, e este raio de luz sofre um desvio, aproximando-se da reta normal. Quando um raio passa de um meio mais refringente para um meio menos refringente, sua velocidade aumenta e ele se afasta da reta normal. Na Figura 4 são mostrados dois meios, com a luz incidindo de um meio n_1 menos refringente, em um meio n_2 mais refringente, ocasionando um desvio que aproxima este raio de luz da reta normal.

Figura 4 – Refração da luz em meios diferentes



Fonte: Cortez (2019)

Conforme mostrado no tópico sobre a propagação retilínea da luz, quando a luz branca passa por um prisma, ela se separa em diversas cores, as quais comumente são associadas ao arco-íris. Este fenômeno é explicado pela refração da luz, que aparece sempre que a velocidade da luz muda de meio. No caso da progressão no ar ou no vácuo, a velocidade da luz é de, aproximadamente, 300 mil km/s, ou seja, equivale dizer que, em um segundo, ela percorre uma distância de 300 mil km, cerca de 7,5 voltas ao redor da Terra, ao longo do Equador. À medida

que passa pelo vidro, sua velocidade diminui porque este material causa mais dificuldades na propagação, indicando uma maior refração.

Conforme Schiavon e Batista (2018, p.153), a grandeza que confere a um material sua propriedade (refração) é o índice absoluto de refração (n) de seu ambiente, que é obtido a partir da razão entre a velocidade da luz (v) no ambiente, em relação com a velocidade da luz no vácuo (c). O índice de refração absoluto n é uma grandeza adimensional (não tem unidade) e representa o número de vezes que a velocidade da luz é menor nesse meio em relação ao vácuo.

Assim, dizer que um meio tem índice de refração absoluto $n = 2$ significa dizer que a velocidade da luz, nesse meio, é 2 vezes menor do que no vácuo, ou seja, 150 mil km/s. Ao passar do meio A para o meio B, a mudança no valor da velocidade será tanto maior quanto maior for a diferença entre os índices de refração dos meios. Além disso, quando essa incidência ocorre por um ângulo oblíquo, ou seja, não é feita nem paralela, nem perpendicularmente à superfície, a luz também desvia sua trajetória e o desvio é tanto maior quanto maior a diferença entre os índices de refração dos meios.

3.6 Formação de imagem

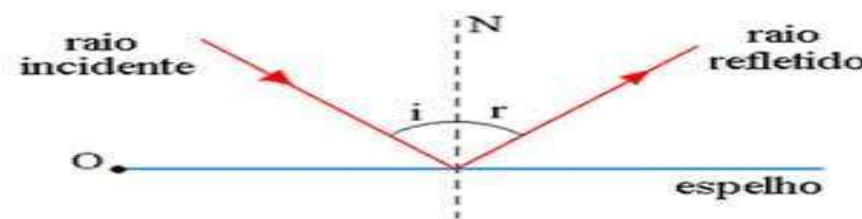
O sistema visual, que se conecta à retina e termina no córtex cerebral, localizado na parte posterior do cérebro, processa as informações contidas nos raios de luz quase que automaticamente. Este sistema detecta bordas. Orientações, texturas, formas e cores e dá à consciência a imagem de um objeto, a partir da luz que foi refletida a partir deste, tal informação, no entanto, não vem isolada. O cérebro ainda é capaz de identificar e estabelecer noção de profundidade para o que está sendo observado. E vai além, o sistema visual realiza esse processamento mesmo quando os raios de luz não chegam aos olhos diretamente através do objeto, podendo ter sido refletidos por um espelho ou refratados através de lentes binoculares. Nesse caso, o objeto é visto na direção onde o espelho ou lente está localizado, e a distância percebida pode ser significativamente diferente da distância real, (Halliday,2003).

3.6.1 Espelho plano

Quando um raio de luz incide sobre um espelho, tanto o ângulo de incidência (i) quanto o ângulo de reflexão (r) são medidos em relação a uma linha perpendicular

à superfície, chamada linha ou reta normal (N). Duas leis empíricas decorrem desta situação. A primeira lei diz que o ângulo de incidência (i) e o ângulo de reflexão ©, medidos em relação à normal (N) são iguais, enquanto a segunda lei diz que os raios incidente e refletido devem estar contidos no mesmo plano. Uma analogia para auxiliar no entendimento da segunda lei é imaginar a colisão de uma bolinha contra a parede. Ela irá e retornará para o mesmo plano, para a mesma região. Para auxiliar a demonstrar tais informações apresenta-se a Figura 5. Para construir modelos de reflexão em um espelho plano, em relação a forma como um objeto acaba gerando uma imagem para ser visualizada, é possível abordar a situação da seguinte maneira. Para observar a imagem (P') de um objeto (P) inserido em frente ao espelho refletor, (E), são necessários somente dois raios de luz, conforme pode ser observado na Figura 5.

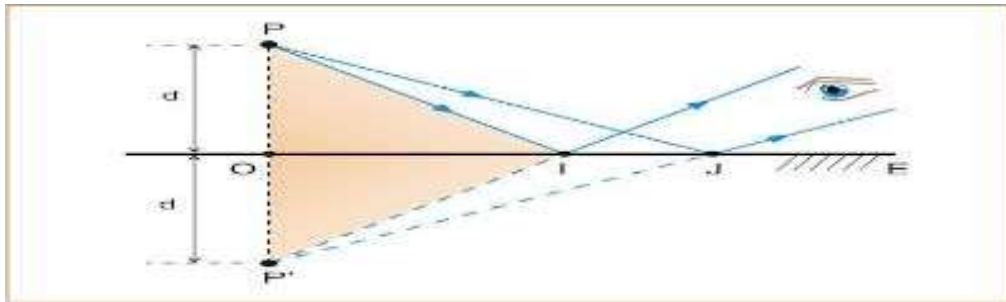
Figura 5 – Espelho plano refletindo um raio luminoso



Fonte: Silva (2024)

Considerando um observador extenso (olho), o esperado é que a luz que irá “sair do objeto”, deverá ser refletida no espelho e ir em direção ao observador. Como tal observador é extenso, um raio de luz deverá sair e atingir sua extremidade inferior, enquanto outro, deverá atingir a extremidade superior. Assim como apresentado na Figura 6, deve-se lembrar que há simetria entre a posição e a distância do objeto e da imagem em relação ao espelho. Assim, uma forma prática de construir a trajetória dos raios de luz é através do prolongamento dos raios de luz, do observador, até a imagem P', dentro do espelho.

Figura 6 – Imagem em um espelho plano



Fonte: Bastos (2012)

Além disso, quando um objeto é colocado entre dois espelhos planos, a luz “emitida por esse objeto” é refletida diversas vezes antes de sair do sistema. As figuras produzidas por um espelho atuam como objeto para o outro espelho, e isso ocorre sucessivamente, fazendo que, em vez de formar uma única imagem, será possível observar uma variedade delas, a depender do ângulo existente entre os espelhos conforme a equação:

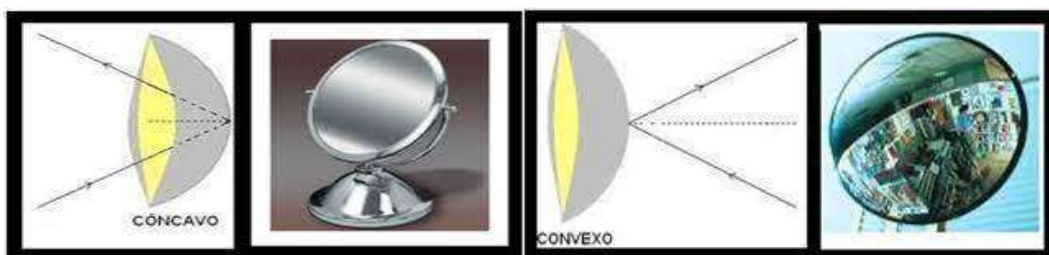
$$n = \frac{360}{\theta} - 1 \quad (1)$$

Onde n é o número de imagens formadas, e θ , o ângulo existente entre os espelhos.

3.6.2 Espelhos esféricos

Segundo Schiavon e Batista (2018), os espelhos cuja superfície refletora é uma calota esférica podem ser chamados de côncavos se a superfície do espelho estiver voltada para dentro; e convexo quando a superfície reflexiva está descentralizada, ou seja, a parte polida é a parte externa, como visto na Figura 7:

Figura 7– A reflexão da luz em espelhos esféricos

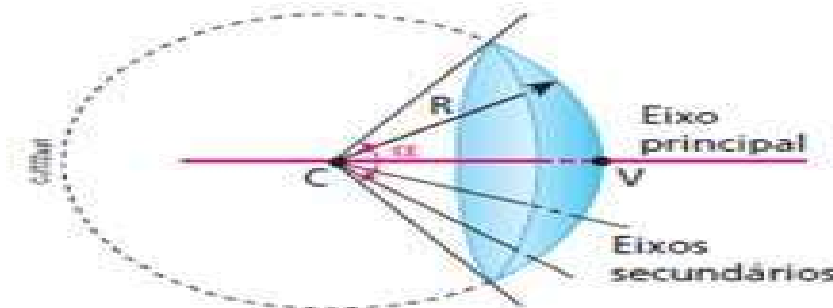


Fonte: Anjos (2024)

3.6.3 Imagem produzida por espelhos esféricos

Uma vez definido o tipo de espelho a ser trabalhado, bem como os seus três pontos principais: vértice (V), foco (f) e centro de curvatura C , é possível trabalhar então os raios notáveis, e com eles, obter uma imagem (i) a partir de um objeto (o). Na Figura 8 é apresentado um esquema de um espelho esférico côncavo, e dois de seus pontos principais. Em relação aos raios notáveis, são três os casos: Todo raio que chega paralelo ao eixo principal do espelho, será refletido passando pelo foco; ou no caso dos espelhos convexos, sendo refletido como se estivessem partindo do foco, a partir de um prolongamento dos raios em seu interior. Todo raio que passa pelo centro de curvatura irá, ao ser refletido no espelho, retornar pelo mesmo caminho que veio, ou seja, passando pelo centro de curvatura; no caso do espelho convexo, utiliza-se a ideia do prolongamento do raio de luz em seu interior fazendo-se verdadeira da mesma forma como ocorre no caso do côncavo. Raios de luz que incidem sobre o vértice serão refletidos com ângulo igual ao de incidência (em relação à reta normal), ou seja, espera ponto em especial apresenta comportamento idêntico ao do espelho plano.

Figura 8 – Um espelho esférico com seus principais elementos



Fonte: Gomes (2024)

Embora seja possível, em diversos casos de formação de imagem, utilizar 2 ou 3 raios notáveis para construir uma imagem, do ponto de vista matemático, um único caso é suficiente para determinar a formação de uma imagem a partir de um objeto, posicionado a uma distância bem determinada do espelho. Para tal, considerava-se que a distância entre o objeto e o espelho é relativamente grande, podendo-se considerar que as frentes de onda da luz emitida (entenda, segundo a correta interpretação física — refletida) por um objeto podem ser consideradas uniformes, à medida que se aproximam do espelho. Isto equivale a dizer que os raios que representam as ondas de luz provenientes do objeto são paralelos ao eixo

central quando atingem o espelho. Uma vez definido o foco para espelhos esféricos (f), a razão entre a distância da imagem ao espelho (p') e a distância do objeto ao espelho (p) podem ser determinadas para qualquer que seja os espelhos curvos utilizados, côncavos ou convexos. Para determinar, matematicamente, utiliza-se a expressão de Gauss:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \quad (2)$$

E ainda, em decorrência dela, uma expressão para determinar a ampliação das imagens formadas:

$$A = \frac{i}{o} = - \frac{p'}{p} \quad (3)$$

Onde i e o representam, respectivamente, os tamanhos (alturas) da imagem e do objeto. A representa a ampliação ($|A| > 1$) ou redução ($0 < |A| < 1$) da imagem em relação ao objeto, sendo ainda possível, a partir de seu valor, determinar se a imagem está na mesma orientação do objeto ($A > 0$), ou se está invertida ($A < 0$) em relação a ele.

Utilizando estas duas relações é possível construir todas as imagens que podem ser formadas pelos espelhos esféricos. Para tal, considera-se que nos espelhos côncavos o foco é positivo ($f > 0$), enquanto que nos espelhos convexos, o foco é negativo ($f < 0$). Caso as distâncias entre o objeto e o espelho encontrem-se “fora” do espelho, ou seja, reais, considera-se que seus valores são positivos (p e $p' > 0$). Já no caso de imagens que se formam no interior do espelho, estas são denominadas virtuais, e neste caso a sua distância ao espelho adota valores negativos ($p' < 0$).

Embora sejam diversas informações, nada mais do que alguns poucos cálculos com fração, ou mesmo, dois ou três raios sendo desenhados, refletidos no espelho, são suficientes para construir todas as imagens possíveis de se obter neste estudo. Vale ressaltar que os espelhos convexos só formam um único tipo de imagem, independentemente de onde o objeto está em relação a ele (Imagem: Virtual — Menor — Mesma orientação), enquanto que os espelhos côncavos podem apresentar 5 casos diferentes, a depender da distância que o objeto é colocado em sua frente (Objeto além do Centro de curvatura; objeto sobre o Centro de curvatura; objeto entre o Centro de curvatura e o foco; objeto sobre o foco; objeto entre o foco e o vértice). O passo a passo para realizar os desenhos, bem como alguns

exemplos de contas podem ser vistos no Halliday, 2003.

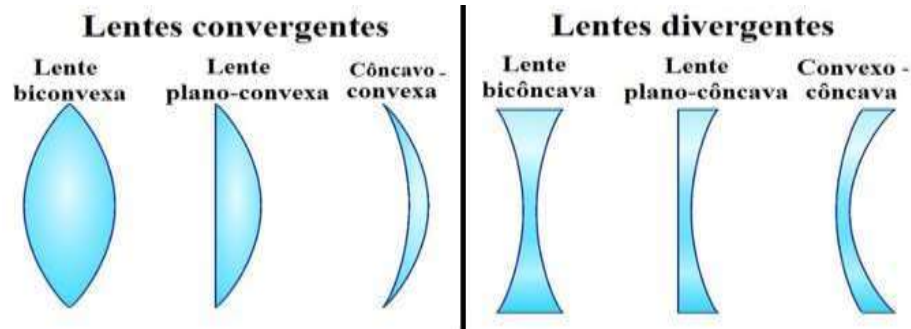
3.7 Lentes Esféricas

Uma vez estabelecido sobre os espelhos esféricos, é possível, de forma muito próxima, entender e trabalhar com o conceito de formação de imagens nas lentes esféricas. Conforme Godoy (2020), uma lente é um meio óptico que utiliza o fenômeno da refração para concentrar ou espalhar os raios de luz. O design tradicional da lente consiste em duas superfícies refratárias, que podem ser de vidro polido ou até mesmo de acrílico. Ademais, pelo menos uma das superfícies deve ser côncava ou convexa. O comportamento das lentes, como convergente ou divergente, vai depender de dois fatores. Considerando lentes de vidro, imersas no ar, como é o caso cotidiano do uso de alguns óculos, considera-se que lentes com pontas mais finas que o centro tem comportamento convergente, ou seja, são capazes de focar a luz em um determinado ponto, que assim como nos espelhos esféricos, denomina-se ponto focal (f).

Por outro lado, lentes com extremidades mais espessas que as regiões médias, nestas mesmas condições, apresentam comportamento divergente. A relação entre o índice de refração do meio e da lente são de suma importância para determinar o tipo de comportamento que estas adotarão. Isso ocorre porque um raio de luz que atinge a lente é refratado duas vezes, uma em cada face, primeiro quando vai do meio para a lente e depois quando vai a lente para o meio. Neste caso clássico e predominante na maioria das situações, têm-se que $n_{lente} > n_{meio}$. Contudo, caso isso se inverta, ou seja, $n_{lente} < n_{meio}$, o comportamento das lentes de bordas finas e grossas irá se inverter também.

Segundo Knight (2016, p. 972), uma lente é um objeto construído com material transparente que utiliza a refração da luz em superfícies curvas para formar uma imagem a partir de raios divergentes. Na figura 9 são mostradas as seis lentes possíveis de se formar, bem como a sua classificação entre bordas finas ou grossas, além do tipo de comportamento, sempre adotando o padrão $n_{lente} > n_{meio}$.

Figura 9 – As lentes esféricas e sua subdivisão, convergente ou divergente.

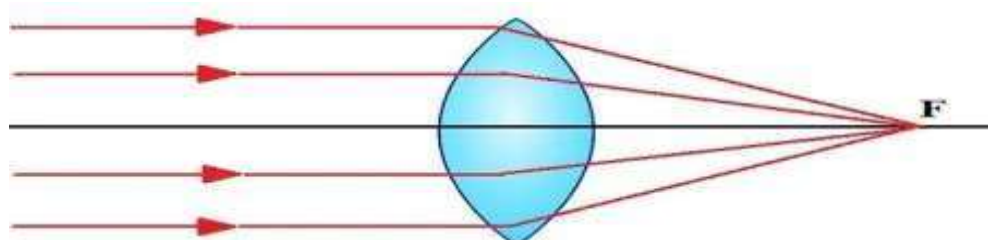


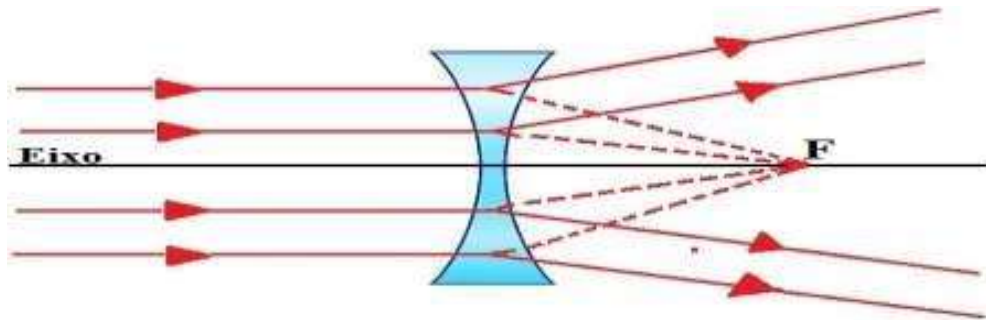
Fonte: Alves (2019)

As primeiras lentes apresentadas na Figura 9, chamadas lentes convergentes, os raios de luz paralelos se encontram em um determinado ponto após passarem pela lente. Este ponto é chamado de ponto focal, e a distância entre o ponto focal e a lente é a distância focal. No segundo conjunto de lentes, ao lado, chamadas de lentes divergentes, os raios de luz inicialmente paralelos são desviados do eixo óptico da lente. Sua nova direção ocorre assim como fora citado para o espelho convexo; considera-se que este raio de luz se afasta da lente como se ele tivesse sido prolongado a partir do ponto focal, presente no lado da lente a partir de onde a luz se originou. Um raio de luz que incide no centro da lente não muda de direção quando é refratado.

Retornando na questão do comportamento divergente ou convergente a partir das relações de índice de refração. Se o índice de refração relativo entre a lente e o meio for maior que do que 1, ou seja, se o índice de refração da lente for superior ao do meio, então as lentes com bordas finas convergem e as lentes com bordas grossas divergem. Os tipos de lentes esféricas, conforme apresentado na Figura 9: arestas finas, lentes convergentes, da esquerda para a direita: biconvexas, côncavo-convexas e planas, e bordas grossas, divergente, da esquerda para a direita: bicôncavas, plano-côncava e convexo côncavas. Nas Figuras 10 são apresentados os esquemas do comportamento convergente e divergente, respectivamente.

Figura 10 – (a) Lentes Convergentes



(b) Lentes Divergentes

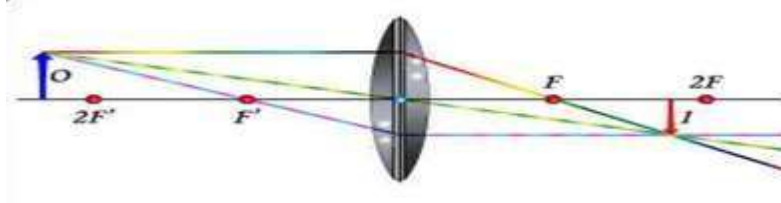
Fonte: Alves (2019)

No caso das lentes, muito do que já se discutiu para a formação de imagens em espelhos esféricos pode ser brevemente modificado, tendo quase que a mesma forma de aplicação e tratamento matemático. As equações que haviam sido apresentadas (Gauss) são válidas da mesma maneira, devendo os cuidados com sinal serem observados aqui também. Lentes convergentes ($f > 0$), lentes divergentes ($f < 0$); imagem formada do outro lado da lente — real ($p' > 0$), e imagem formada do mesmo lado de onde veio o raio de luz — virtual ($p' < 0$).

3.7.1 Construção de imagem em lentes convergentes e divergentes

Conforme citado, o caso das lentes assemelha-se ao dos espelhos, sendo possível construir as imagens a partir de objetos posicionados em certos pontos, em sua frente. Tal construção pode se dar tanto pelo aspecto matemático, como também, pela propagação geométrica dos feixes de luz, respeitando os pontos notáveis do ponto focal e do centro da lente. Nas Figuras 11, 12 e 13 que seguem, são apresentadas três situações de objetos posicionados em diferentes pontos em relação a lentes convergentes, em função do foco. No primeiro caso apresenta-se um objeto posicionado além do ponto de $2f$, ou também chamado de ponto ante principal (A). Neste caso, o leitor deve tomar muito cuidado para não confundir o ponto A com o que se definiu como Ampliação, anteriormente. É de suma importância prestar atenção nos sinais de p , p' , f , o , i e A , sendo que estes trazem todas as informações a respeito do objeto e imagem que estão sendo trabalhados e formados.

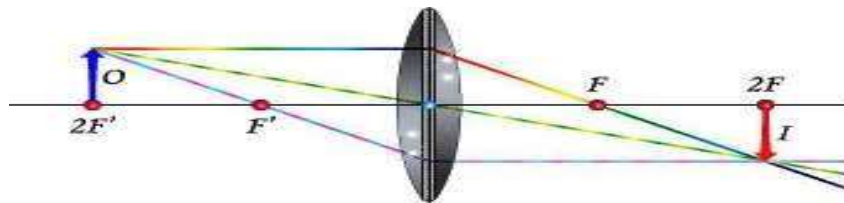
Figura 11 – Imagem real, invertida e menor do que o objeto.



Fonte: Silva (2024)

Na Figura 12, aproxima-se o objeto da lente, colocando-o a uma distância igual ao dobro da distância focal ($A = 2 f$). A imagem formada neste caso é real, invertida e possui o mesmo tamanho do objeto.

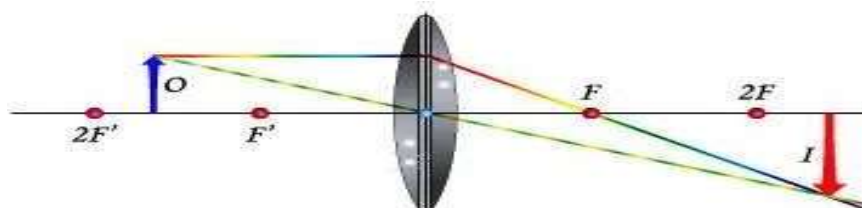
Figura 12 – Objeto, Imagem real, invertida e de mesmo tamanho que o objeto.



Fonte: Silva (2024)

No caso da Figura 13, quando o objeto estiver a uma distância maior que a distância focal da lente e menor que o dobro da sua distância focal, a imagem formada é real, invertida e maior que o objeto. Esta é uma situação comumente utilizada no caso de um projetor, no qual deseja-se projetar a imagem ampliada de um objeto, em uma parede ou tela.

Figura13 – Objeto, Imagem real, invertida e maior do que o objeto.

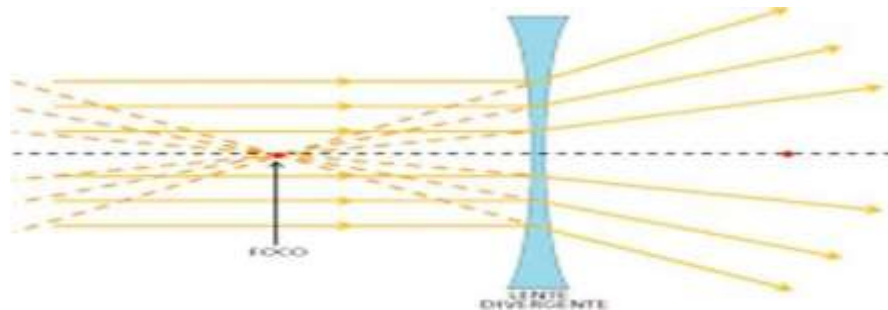


Fonte: Silva (2024)

Para o caso das lentes divergentes, conforme apresentado na figura 14, tem-se a formação da imagem em uma lente bicôncava. Note que neste caso a imagem é virtual, ou seja, aparece na mesma região na qual o objeto está posicionado. Bem como ocorre no caso dos espelhos convexos, a imagem formada

por uma lente convergente terá sempre as mesmas características, virtual, menor do que o objeto e com a mesma orientação.

Figura 14 – Objeto posicionado em frente a uma lente divergente.



Fonte: Vieira (2012)

3.8 A importância dos telescópios para Óptica

3.8.1 História do telescópio

No século XVII, começa a história do telescópio, quando o fabricante holandês de lentes Hans Lippershey (1570-1619) inventou o primeiro telescópio. Conforme Faria (1987), telescópio é qualquer instrumento que permite ver melhor objetos distantes. Foi no século XVI em que Galileu Galilei conheceu este aparelho, confeccionou o seu próprio instrumento e apontou-o para o céu, tornando-se a primeira pessoa a utilizá-lo para fins astronômicos. Devido à precisão de ver com ampliação crescente, ele inventou vários telescópios mais eficazes, que chegaram a uma magnificação de até 30 vezes. Galileu realizou uma porção de observações da Lua, descobrindo que ela possui montanhas, e ainda, encontrou também os satélites de Júpiter (Oliveira, 2004).

O olho humano é o principal instrumento de observação celeste, porém não conseguimos ver alguns detalhes dos astros pelo fato de que o ângulo de visão (α) é muito pequeno. Para contornar tal questão, o ser humano utiliza lunetas e telescópios para observar os astros que estão muito distantes, uma vez que estes instrumentos têm um ângulo de visão (α') bem maior do que o ângulo de visão humano. Segundo Canalle (1994), não tem como um astrônomo trabalhar se não estiver em mãos com um telescópio, principalmente quando vai trabalhar com alunos do ensino fundamental e médio, até mesmo com a maioria dos educadores. Portanto ele sugere que se faça juntamente com os alunos uma luneta para que a

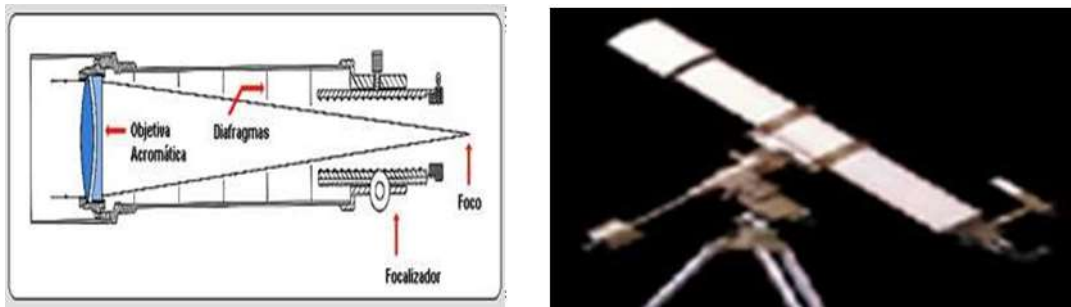
aula se torne mais atrativa para os mesmos apreenderem o conceito de Astronomia. Além do mais, é fácil construir uma luneta (Canalle, 1994). Outro aspecto importante na construção de uma luneta pode ser visto no fato de que o processo como um todo, também pode servir para atrair a atenção dos alunos para o interesse sobre a óptica geométrica.

3.8.2 Telescópio Refrator

Em junho de 1609, Galileu construiu a sua primeira luneta, tendo como referência um instrumento para olhar à distância, fabricado pelo holandês Hans Lipperhey. Na sua primeira “obra” conseguiu uma ampliação de 3 vezes, mas em dezembro, depois de ter construído várias lunetas, obteve a mais potente, com uma ampliação de 30 vezes. A primeira combinação de lentes em um instrumento “tipo telescópio” foi feita na Holanda em 1608, destinada à melhor visualização de óperas. No ano seguinte, Galileo Galilei, tendo tomado conhecimento desse invento, modificou-o, tendo para isso de construir ele próprio as suas lentes. Estava assim inventado o telescópio refrator, composto por duas lentes na extremidade de um tubo de couro. A lente voltada para o objeto observado recebe o nome de objetiva e a lente voltada para o olho do observador recebe o nome de ocular.

Segundo Teixeira, (2022), Galileu criou um instrumento extraordinário para observar o céu, um telescópio astronômico. Com isso, Galileu conseguiu superar os limites impostos pela natureza para um dos sentidos humanos, a visão. Suas lentes lhe permitiram ver e mostrar a todos coisas que ninguém antes dele havia visto ou imaginado: montanhas na Lua, manchas solares, as luas de Júpiter, a estrutura das estrelas na Via Láctea e várias nebulosas, mas foi Galileu o primeiro a ver o céu com um telescópio, que consistia em uma lente convexa, que, precisamente mais fina nas beiras do que no meio, reflete mais luz para áreas mais finas, focalizando os raios em um ponto, e uma lente côncava, que potencializa a visão, conforme, apresentado na figura 15, a seguir.

Figuras: 15 – Representação do aparato óptico e foto de um telescópio refrator

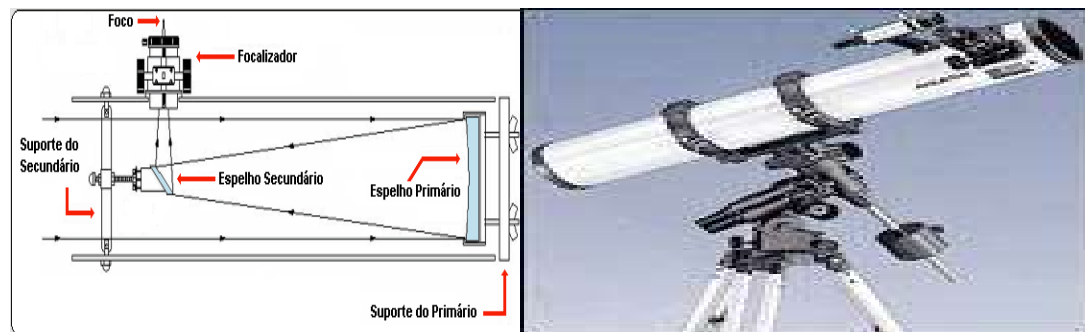


Fonte: (Nasa; Esa, 2022).

O telescópio refletor newtoniano é constituído por espelhos e baseia-se nos fenómenos da reflexão da luz. Ele conta com um espelho primário grande e côncavo, no fundo do tubo, que recebe a luz do objeto e a reflete, convergindo-a para um espelho secundário, plano e diagonal, na parte superior do tubo, que desvia a luz recebida para a ocular. São muito utilizados para observação de objetos do céu profundo (galáxias, nebulosas, enxames estelares, etc.). No entanto, Isaac Newton concluiu a construção do primeiro telescópio definitivamente refletor em 1668, utilizando um espelho plano, um espelho côncavo e uma lente convergente em sua construção (Hall, 1966, p.67).

O problema com este telescópio era a aberração esférica, um fenómeno, no qual os raios de luz, que chegam perto das bordas das lentes esféricas, são mais refratados do que os raios que chegam perto do centro, criando uma imagem menos precisa do objeto. Newton fez essa nova forma, com objetivo de suavizar a interferência acromática, a qual estava presente em telescópios refratores, e era um grande problema, antes destas lentes e os espelhos serem utilizados conjunto com o espelho plano. Um telescópio newtoniano geralmente possui um espelho primário parabólico, mas quando a razão focal é maior que um oitavo, um espelho primário esférico é usado. O espelho secundário é reto e reflete a luz no plano focal a parte superior do tubo do telescópio. Esta é a composição mais simples, barata e muito popular entre os telescópios. Uma representação deste telescópio pode ser vista na Figura 16.

Figura: 16 – Representação do aparato óptico e foto de um telescópio refletor



Fonte: (Nasa; Esa, 2022).

3.8.3 HST (Hubble Space Telescope)

Desde a época de Galileu Galilei (1564-1642), que em 1609 apontou pela primeira vez um telescópio para o céu, os astrônomos sonham em ver cada vez mais longe e com cada vez mais clareza. Após o grande desenvolvimento dos telescópios terrestres, a evolução natural seria retirá-los da atmosfera terrestre. A atmosfera terrestre causa dois efeitos principais na luz: distorção e bloqueio, ou enfraquecimento da radiação eletromagnética que chega até a superfície da terra, proveniente das profundezas do espaço. Muitos anos depois dos primeiros passos de Galileu, outro astrônomo ficou famoso nas observações e descobertas acerca do estudo do céu, Edwin Powell Hubble. Americano que nasceu em 20 de novembro de 1889 e faleceu em 1953. Formou-se em matemática, astronomia e direito. Ele completou seus primeiros dois anos na Universidade de Chicago e o último na Universidade de Oxford.

A linha do tempo da cosmologia é considerada atual, se comparada à astronomia, com diversos estudos cobrindo tudo no espaço, até mesmo nesta área. Esta, como mencionado antes, já existia anteriormente, mas começou a aparecer junto com a relatividade geral, que ficou conhecida como cosmologia moderna (Lima e Santos, 2018), e deu início a cálculos complexos, desenvolvidos por pessoas interessadas em desvendar os mistérios do universo. No começo do século XX estabeleceram-se alguns novos modelos que tentavam explicar a estrutura do universo, tendo grande auxílio dado por Einstein, que concebeu um modelo corrigido pelas equações relativísticas, resultando na criação da constante cosmológica (Λ), e a descrição essencial do espaço como sendo um lugar limitado, homogêneo e isotrópico. Ele usou as ideias de um universo estático, proposta por Newton.

É um imóvel, de espaço fechado, não cresce nem encolhe, mantém sempre no mesmo tamanho. Sobre similaridade e isotropia, Saraiva (2010), explica que regularidade significa que, em grande escala, a densidade média do universo é a mesma em toda a sua extensão. Isotropia significa que a aparência do universo é a mesma em todas as direções. Esses dois princípios juntos significam que o universo é unificado e, portanto, não há direção ou lugar fixo no universo. A estrutura do espaço-tempo não muda e nenhum lugar é mais especial que outro em grande escala, todos possuem a mesma densidade. Quanto à isotropia, independentemente da direção que se olhe, ela tem aproximadamente a mesma forma, o que significa que não consegue encontrar uma localização já observada diferente de qualquer outra região quando olhamos para a macro. Este conceito, posteriormente apoiado por Einstein, foi aceito desde Newton.

Hubble começou a trabalhar no Laboratório Mount Wilson, na Califórnia, em 1919, e não demorou muito para fazer uma descoberta importante, conforme exposto por Waga (2005).

Em 1923, após uma série de observações de Andrômeda, Edwin P. Hubble, o famoso astrônomo americano, observa nesta nebulosa espiral uma estrela variável bem tênue que ele conclui trata-se de uma estrela do tipo cefeída. Em 1912, Henrietta Leavitt, astrônoma do Harvard College Observatory, mostrou existir uma correlação entre a luminosidade absoluta média de estrelas variáveis cefeídas e o período de oscilação da intensidade da luz vinda delas. (Waga, 2005, pág. 1)

Os levantamentos do Hubble de linhas espectrais com desvio para o vermelho na maioria das galáxias encontraram maior distância e uma relação linear entre distância e velocidade, conforme mostrado por Reis e Sifert (2022). Já, Waga (2005) mostra que existem mudanças nas linhas espectrais de galáxias distantes, Hubble descobriu que existe uma relação linear entre o desvio para o vermelho e a sua distância. Dessa forma, Reis e Sifert (2022) apresentam uma equação que conecta essas duas grandezas físicas, agora chamada de constante de Hubble.

$$v(t) = H_0 d(t) \quad (4)$$

Onde $v(t)$ representa a velocidade de saída; o termo H_0 , conhecido como constante de Hubble; e o termo $d(t)$ representa a distância até as galáxias estudadas.

Para explicar o alongamento do espaço-tempo, Hubble fator de escala $a(t)$ e está relacionado distância versus tempo, determinado pelo seu parâmetro. A história do

HST mostra como foi difícil para muitos astrónomos enfrentarem o desafio de colocá-lo em funcionamento, principalmente pelos cortes no financiamento nos anos entre a aprovação e a conclusão da construção. Agora, em meados de 2020, com mais de 1,5 milhão de observações desde 1990 (NASA, 2022), suas imagens já foram vistas, estudadas e até admiradas por inúmeras pessoas. Com a criação da Administração Nacional de Aeronáutica e espaço (NASA) em 1958, o planejamento de um grande telescópio espacial começou em 1970, mas teve dificuldade em receber apoio do Congresso dos Estados Unidos. A pressão para liberar financiamento cresceu, mas os astrônomos continuaram a enfrentar reveses na aprovação do Congresso.

Em 1977 finalmente ocorreu o financiamento público (Chen, 2015), trazendo detalhes da lista de equipamentos do telescópio espacial, além dos contratos com empresas. Um acordo da (NASA) com os astrônomos envolvidos no projeto prevê que cinco instrumentos serão montados atrás do espelho principal do módulo do sistema de suporte. Um destes instrumentos é a (FOC), uma câmera responsável por reproduzir imagens de corpos celestes em baixa altitude de brilho.

Outro instrumento que serviu ao mesmo propósito do (FOC) é o (FOS), que opera baseado na região do ultravioleta. O espectrógrafo (RHS) teve seu nome alterado para (GHRS), em homenagem ao pioneiro americano Robert H. Goddard (NASA, 2023). O espectrógrafo trabalha exclusivamente com radiação ultravioleta, podendo distinguir decisivamente objetos próximos e distantes, além da sua composição química, com alta precisão. O telescópio estava adequadamente equipado para captar uma grande quantidade de informações que seriam difíceis de verificar na Terra, devido à interferência da atmosfera e à absorção de comprimentos de onda específicos.

Ele teria a responsabilidade de garantir que o espelho permanecesse focalizado no mesmo local, corrigindo e polindo-o até alcançar sua forma final. A configuração do corretor nulo consistia em um espelho de 1,5 m de diâmetro, posicionado ligeiramente abaixo em relação à objetiva de 2,4 metros. Conforme Dickinson (2012), o espelho primário do telescópio foi instalado em 1982 e não sofreu nenhuma modificação até a data de lançamento. Foi durante essa década que ocorreu um fator importante em relação ao nome do telescópio, que passou a ser conhecido como Telescópio Espacial Hubble, em homenagem prestada ao

astrônomo americano Edwin P. Hubble. As análises de Hubble, que realizou descobertas importantes quanto estrelas cefeídas, contribuíram para a percepção de que o universo está em constante expansão.

Segundo Silva (2023), o Hubble é um telescópio que permite a entrada da luz, sendo considerado refletor. Essa luz passa pelo espelho primário, que possui 2,4 metros de diâmetro, e é refletida em direção ao espelho secundário, que possui 1,5 metros de diâmetro. Este, por sua vez, reflete os raios luminosos para o orifício que permite a entrada da luz no telescópio.

Embora todo o esforço para tornar este objeto realidade, as fotos feitas pelas câmeras saíram borradas por causa de um problema chamado aberração esférica. Isso acontece quando a luz acaba se concentrando em pontos próximos ao foco, resultando em imagens pouco nítidas. E quanto maior for o tamanho do espelho da câmera, pior fica o desfoque. A Nasa estaria em risco devido aos seus erros, enfrentando um grande problema, mesmo embora tais imagens fossem de qualidade muito superior às capturadas por qualquer telescópio terrestre. Na Figura 17 é apresentada uma foto do telescópio espacial Hubble.

Figura – 17 Telescópio espacial Hubble



Fonte: (Nasa; Esa, 2022).

Segundo Silva (2014), devido à desaceleração da expansão do Cosmos, a distância dos astros investigados deveria ser menor do que foi calculado. Tornou-se crucial aprimorar constantemente esse caminho por meio do HST, como uma mudança de pensamento que revelaria o quanto ainda há para aprender sobre o universo. Recentes, estudos revelaram uma nova perspectiva sobre a relação entre as galáxias, aglomerados de galáxias e quasares, e como eles estão se afastando uns dos outros em todas as direções. De acordo com os dados captados pelo telescópio Hubble, a expansão do universo está ocorrendo de forma acelerada.

3.8.4 Telescópio James Webb

A chegada do Telescópio Espacial James Webb, ou JWST representa uma conquista significativa para os seres humanos e o início de uma nova etapa, principalmente para a astronomia. Com o JWST, será possível desbravar os mistérios mais profundos do Universo, como a citar, entender melhor como as estrelas, planetas e como a vida se forma nesse ciclo cósmico, caracterizando um salto gigante para a humanidade. O equipamento possui um espelho gigante de 6,5 metros e usa tecnologia de infravermelho, sendo considerado uma superpotência. Na verdade, ele é 100 vezes mais poderoso que os telescópios Hubble e Spitzer, que são dois dos grandes observatórios lançados nas últimas três décadas.

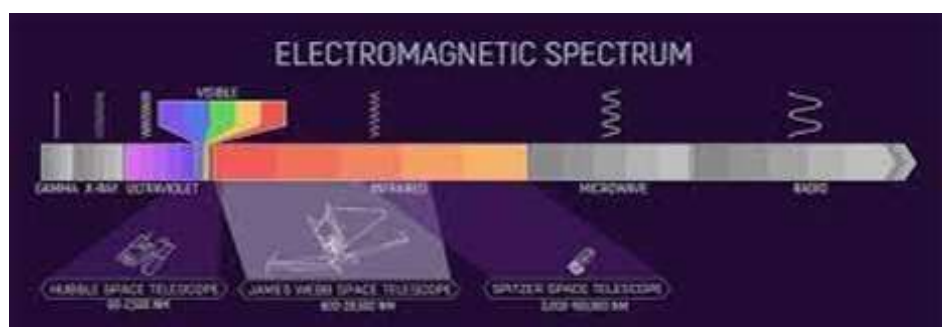
Segundo Coelho (2022) o JWST é tipo um “Sherlock Holmes” da luz infravermelha, conseguindo detectar os raios emitidos pelas galáxias de bilhões de anos atrás. É como se tivesse um telescópio com poderes de máquina do tempo, capturando a luz infravermelha das galáxias no início dos tempos. Contudo, lidar com esses comprimentos de onda infravermelha acaba sendo algo complexo, uma vez que no espaço há uma infinidade de outros corpos que também emitem infravermelho, atrapalhando a captação de sinais distantes. Desta forma, embora cheio de obstáculos, o JWST pode ser considerado um verdadeiro desbravador, sendo capaz de contornar esse problema e obter dados confiáveis.

Contudo, além dos problemas citados, ainda há mais um obstáculo a ser transposto. A atmosfera da Terra cria um “ruído térmico”, assim como os instrumentos e telescópios usados para as observações. Esse ruído acaba atrapalhando os detectores de infravermelho a detectarem sinais de algumas fontes como, por exemplo, estrelas recém-formadas. Por isso, a astronomia no infravermelho depende muito do lançamento de telescópios refrigerados. Só que as limitações físicas dos lançamentos espaciais acabam impondo restrições no tamanho do telescópio, criando com isso uma barreira para o avanço mais rápido dos estudos na área.

Conforme Coelho (2022), vale destacar que ambos os telescópios, Hubble e JWST apresentam detectores capazes de cobrir faixas que o olho humano é incapaz de detectar. Os cientistas equiparam esses dois instrumentos com detectores de luz ultravioleta (Hubble) e infravermelha (JWST), levando estes equipamentos a “serem

capazes de enxergar” outros tipos de emissão, que não as que o olho humano está habituado. Tal abrangência pode ser notada na Figura 18, onde apresenta-se o espectro eletromagnético, destacando as regiões do ultravioleta, visível e infravermelho. A principal missão do JWST é examinar a radiação infravermelha proveniente da expansão do universo e fazer observações sobre os primórdios do cosmos. Com isso, será possível descobrir como e porquê nuvens de poeira e gás se transformam em estrelas ou se tornam gigantes gasosos ou anãs marrons, também conhecidos como ciclos estelares.

Figura18 – Espectro da energia detectadas por Hubble



Fonte: Coelho (2022)

A incrível sensibilidade do JWST permitirá que os astrônomos investiguem diretamente os estágios iniciais do nascimento das estrelas, os chamados berçários estelares. Além disso, será possível estudar um dos eventos mais explosivos do universo, as supernovas, que são a morte de estrelas massivas. Essas futuras observações ajudarão a entender como e onde as estrelas se formam e morrem. Infelizmente, outras faixas de frequência são mais suscetíveis à interferência de partículas de poeira, o que pode resultar em imagens menos nítidas.

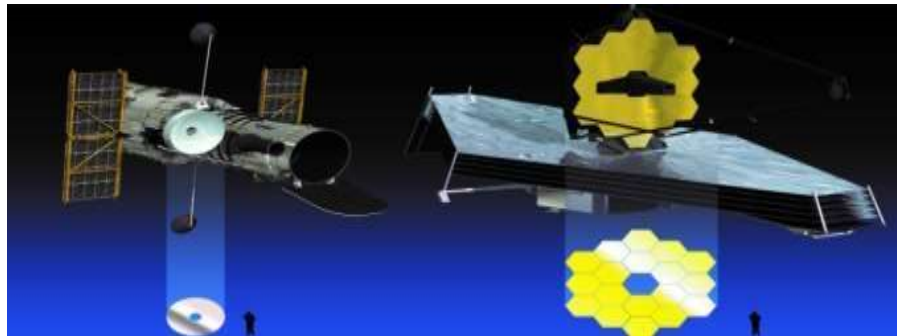
No entanto, graças a capacidade de penetração da radiação infravermelha através de nuvens de poeira cósmica e galáxias, o James Webb será capaz de observar objetos mais frios e obscuros. Nos próximos anos, o JWST será o principal observatório de infravermelho, investigando todas as fases da história do universo, desde os primeiros lampejos de luz após o Big Bang, até a formação de sistemas solares que podem sustentar a vida em planetas como a Terra.

3.8.5.1 O telescópio James Webb em funcionamento

Conforme Coelho (2022) ressalta, antes de começar a sua missão, o JWST teve que dar um “pulinho no espaço”. O telescópio foi lançado a bordo do

foguete Ariane 5, que tem uma carenagem de carga útil gigante, com um nariz tão largo que é um dos maiores do mundo, medindo 5,4 metros de diâmetro. Mas mesmo assim, não é largo o suficiente para acomodar o espelho de 6,5 metros do JWST, que é composto por 18 segmentos hexagonais dispostos como um favo de mel, conforme pode ser visto na Figura 19.

Figura 19 – Telescópio Espacial James Webb



Fonte: Howell (2022)

Devido ao seu tamanho frente ao local que iria transportá-lo, muitos ajustes foram necessários de forma que fosse possível acomodar o telescópio no foguete, permitindo este lançamento. Dentre os ajustes necessários tem-se: três segmentos de cada lado foram dobrados para trás; os três suportes que seguram o espelho secundário do telescópio também se dobram; o guarda-sol, que é do tamanho de uma quadra de tênis, se enrosca e se dobra em um pacote apertado que precisa passar por um processo de várias etapas para se desenrolar; além disso, ainda é necessário acomodar os painéis solares do telescópio, uma antena e radiadores que desviam calor em excesso para o espaço.

O JWST precisava de um jeito de bloquear o calor do Sol e dos seus próprios instrumentos para enxergar a luz infravermelha. Assim, o JWST foi enviado para um local especial conhecido como Ponto de Lagrange (L2), a uma distância de 1,5 milhão de quilômetros da Terra. Nesse lugar único, as forças gravitacionais do Sol e da Terra se equilibram de tal maneira que permitem que o JWST permaneça continuamente posicionado de costas para o Sol, a Terra e a Lua, enquanto contempla o vasto cosmos. Quando a luz de objetos distantes chega até esses espelhos, ela é refletida e direcionada para um espelho secundário, que concentra essa luz em um feixe no tamanho de um prato de jantar.

Esse feixe é então enviado de volta através do centro do espelho primário

sendo, a partir desse ponto, ainda mais focalizada, podendo ser analisada por meio de quatro instrumentos científicos de alta tecnologia. Esses instrumentos representam o que há de melhores nos detectores construídos na Terra, estando prontos para decifrar os segredos do Universo e proporcionar uma compreensão mais profunda do nosso lugar no cosmos. No dia 12 de julho de 2022 marcou-se um evento histórico na astronomia, quando a Nasa surpreendeu o mundo ao compartilhar as primeiras descobertas revolucionárias, uma verdadeira conquista para a ciência. A mais recente e fascinante descoberta da Nasa revela a imagem infravermelha mais impressionante do Universo distante até hoje. Capturando uma profundidade nunca antes vista, essa imagem revela objetos incrivelmente fracos no infravermelho, proporcionando uma visão sem precedentes do cosmos.

Conforme Coelho (2022), o campo profundo do JWST é uma verdadeira maravilha científica. A imagem resultante é tão pequena que pode ser comparada ao tamanho de um grão de areia mantido a uma distância de um braço estendido. No entanto, não se deixe enganar pelo seu tamanho diminuto, pois as informações contidas nessa imagem são de proporções cósmicas. A surpreendente massa combinada deste conglomerado de galáxias atua como uma poderosa lente gravitacional, potencializando a ampliação de galáxias ainda mais distantes. Por meio de tais dados a raça humana tem o privilégio de testemunhar a visão de algumas dessas galáxias em um estágio em que o Universo era tão jovem que mal podia ser compreendido.

3.8.6 Telescópio Gemini

A implementação do Laboratório Nacional de Astrofísica concretizou no Brasil a astronomia observacional, dando apoio aos programas de pós-graduação e desenvolvendo instrumentos de observação. Com isso o Brasil se credenciou para integrar um consórcio internacional formado pelos Estados Unidos da América (EUA) (50%), Inglaterra (25%), Canadá (15%), Austrália (5%), Argentina (2,5%) e Brasil (2,5%) para criar e operar dois telescópios de oito metros, os telescópios Gemini. Esse consórcio foi feito em 1993 e os primeiros artigos saíram em 2000. Embora sejam de grande importância e tragam resultados incríveis, o grande problema enfrentado pelo Gemini está no uso de lentes, pois além da enorme massa, há também o problema da aberração cromática.

Esse desvio se deve ao fato de cada comprimento de onda ser refratado em

um ponto próximo ao foco da lente, resultando em uma imagem sem nitidez. Os telescópios mais utilizados na Terra possuem diferentes técnicas de coleta de dados que variam dependendo dos comprimentos de onda com os quais se deseja trabalhar. Independentemente do tipo de instrumento, ele continua operando dentro da limitação física da área de coleta. Um grande espelho permite que o telescópio receba mais luz das estrelas e galáxias mais distantes, como um espelho de telescópio. Tão importante quanto a eficiência da coleta de luz, a análise de suas propriedades é essencial para a compreensão dos fenômenos astrofísicos. Assim, motivados a transpor tais problemas, começou-se a estudar o espectro eletromagnético, o que causou uma grande mudança na forma como a astronomia é trabalhada, ajudando a entender melhor os corpos celestes. Conforme, Silva (2016), o Brasil dispõe dos telescópios do Observatório Gemini, mostrados na Figura 20, que é operado pelo consórcio de mesmo nome, entre os 7 países citados.

Figura 20- Observatórios dos dois telescópios Gemini.



Gemini norte



Gemini sul

Fonte: Observatório (2024)

4 METODOLOGIA

4.1 Caracterização da sequência

O estudo apresentado foi realizado nas aulas de Física de uma turma da 3ª Série do novo Ensino Médio Paranaense. Os dados para a realização da nossa pesquisa foram constituídos no segundo semestre do ano de 2023, com uma turma 3º ano, totalizando 22 alunos, em uma instituição da rede pública de ensino da região centro oeste do estado do Paraná. Nosso trabalho está dividido em seis módulos, com o equivalente a 15 aulas de 50 minutos acontecendo durante o período de aula regular dos alunos.

O presente trabalho utiliza uma abordagem qualitativa, com a metodologia a pesquisa configura-se como uma observação participante, em virtude de o observador e observados encontrar-se em um mesmo ambiente, ou seja, professor e aluno em sala de aula, em uma relação de interação. O professor participa do dia a dia dos alunos, observando todas as falas, dúvidas ou questionamentos.

Conforme Minayo, a observação participante:

[...] se realiza através do contato direto do pesquisador com o fenômeno observado para obter informações sobre a realidade dos atores sociais em seus próprios contextos. O observador, enquanto parte do contexto de observação, estabelece uma relação face a face com os observados (Minayo, 2001, pag. 59).

Dessa forma, a observação participante, exige que o pesquisador (professor) vivencie o dia a dia dos observados (alunos), e com isso, consiga levantar conclusões. Dentre os objetivos deste trabalho destaca-se a ideia de verificar sua viabilidade nas diversas atividades desenvolvidas na sequência de ensino da Óptica, analisando o quanto este trabalho consegue motivar os alunos a aprenderem sobre um novo conteúdo. Mas, além de simplesmente apresentar um novo tema, desejamos criar um elo entre este conteúdo e as situações reais, do seu dia-a-dia, mostrando como a Física e o conteúdo de Óptica estão presentes no seu cotidiano.

Para explorar o conceito de Óptica Geométrica, especificamente espelhos esféricos e lentes, visamos relacionar tais estudos com elementos da Astronomia, como a construção de uma luneta, complementando o estudo de Óptica, baseado na teoria Três Momentos Pedagógicos, conforme Delizoicov e Angotti (1990).

4.2 Proposta de ensino como uma sequência didática

A proposta de sequência didática (SD) está estruturada em cinco módulos totalizando quinze aulas de 50 minutos, de acordo com o quadro 1.

Quadro 1 – Estruturação da sequência didática

Módulos	Temas	Número de aula
Módulo 1	Óptica geométrica e suas subdivisões	2
Módulo 2	Visita do planetário da (UTFPR)	2
Módulo 3	Introdução a Reflexão, Refração	3
Módulo 4	Lentes, espelhos esféricos, planos e formação de imagens	3
Módulo 5	História do telescópio, lentes divergentes e convergentes.	2
Módulo 6	Construção de uma luneta astronômica	3

Fonte: A autoria própria (2023).

Através desta proposta, nosso objetivo avaliar as potencialidades desta proposta de ensino de Óptica Geométrica, na perspectiva dos três momentos pedagógicos, para aprender conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, levando em consideração os conhecimentos prévios dos alunos. Estas atitudes tem como cerne, tentar mudar e melhorar a aprendizagem dos conceitos de Óptica, além de proporcionar auxílio no trabalho docente, promovendo a alfabetização científica dos alunos, por meio de uma contextualização de instrumento tecnológico como simuladores, plataformas e algumas atividades práticas. Nos módulos dessa sequência didática foram trabalhados os seguintes conteúdos conceituais, conforme apresentado a seguir nos quadros 2.

Quadro 2 – Óptica geométrica e suas subdivisões

Módulo1	Carga horária: 2 horas/aulas
Modalidade	Síncrona e assíncrona.
Objetivos	Instigar o conhecimento do aluno, por meio de uma problematização em sala de aula Conhecer o conceito de Óptica a partir de sua história e subdivisões; Classificar a luz com relação à sua natureza, meio óptico de propagação;
Conteúdos	A teoria é aplicada na vida real; Princípio da Óptica Geométrica;

Materiais	<p>Textos impressos e algumas questões;</p> <p>Materiais Óticos: protótipo do olho humano, máquina fotográfica, lupa, microscópio óptico, telescópio, projetores, lentes, etc.;</p> <p>Slide: “Princípio da Óptica Geométrica”;</p> <p>Vídeo: “Óptica Geométrica” <https://www.youtube.com/watch?v=3TpSGZQ3sFY>.</p>
-----------	--

Fonte: Autoria própria (2023)

Quadro 3 – Visita do planetário da (UTFPR)

Módulo 2	Carga horária: 2 horas/aulas
Modalidade	Síncrona (Visita ao polo da UTFPR de Campo Mourão)
Objetivos	<p>Buscar explicar o conceito ligados à Astronomia, contextualizando a Óptica Geométrica, presente nos instrumentos astronômicos.</p> <p>Difusão e aperfeiçoamento do uso das Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação em Física.</p> <p>Sessões de observação do céu com telescópio e sessões de projeção no planetário.</p> <p>Uso do telescópio da (UTFPR) do polo 32.</p>
Conteúdos	Noções de Imagens Óticas, apresentado através do uso de um instrumento óptico, na visita ao planetário.
Materiais	<p>Textos impressos e algumas questões;</p> <p>Vídeo “Uma viagem 3D sobre os planetas”, por meio do projetor Fulldome modelo Titã, Resolução UHD 3840x2160, que se encontra neste Planetário.</p>

Fonte: Autoria própria (2023)

Quadro 4 – Introdução a Reflexão, Refração

Módulo 3	Carga horária: 3 horas/aulas
Modalidade	Síncrona
Objetivos	<p>Analisar a incidência da luz de um instrumento refratário; experimentar o que ocorre com a passagem da luz através dos objetos transparentes, corpos, janela de vidro lentes, prismas água, etc.</p> <p>Apresentar o fenômeno de refração, reflexão as suas aplicações no dia a dia e as leis que regem esse fenômeno.</p>
Conteúdos	Reflexão e refração
Materiais	<p>Slide sobre reflexão e refração</p> <p>Plataforma: “Mentimeter” para um debate sobre Óptica; exposição de alguns instrumentos Óticos.</p> <p>Vídeo sobre “A reflexão e refração” endereço: <https://www.youtube.com/watch?v=78l9jEA26x0></p>

Fonte: Autoria própria (2023)

Quadro 5 – Lentes, espelhos esféricos, planos e formação de imagem

Módulo 4	Carga horária: 3 horas/aulas
Modalidade	Síncrona
Conteúdo	Espelhos esféricos; espelhos planos; formação de imagem.
Objetivos	Identificar imagens produzidas por um espelho plano e outro esférico; compreender a diferença entre lentes esféricas convergentes e divergentes; identificar a ligação da Óptica Geométrica com a Astronomia.
Materiais	Slides sobre “espelhos e lentes esféricas”; Exposição de algumas espelhos e lentes; Simulador, do Phet Colorado, para melhor fixação do conceito de lentes. https://phet.colorado.edu/sims/html/geometric-optics/latest/geometric-optics_all.html?locale=pt_BR ; simular e ver como um raio de luz se decompõe em um prisma para formar um arco-íris. https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_pt_BR.html ;

Fonte: Autoria própria (2023)

Quadro 6 – História do telescópio, lentes divergentes e convergentes.

Módulo 5	Carga horária: 2 horas/aulas
Modalidade	Síncrona
Conteúdo	História do telescópio; Lentes divergentes e convergentes.
Objetivos	Conhecer o conceito de espelhos esféricos e a formação de imagens nos tipos côncavo e convexo; Conhecer a formação de imagens em espelhos planos; Entender a história do telescópio; Identificar os principais tipos de Lunetas; Entender que a Luneta realiza uma imagem real e invertida no seu plano focal e imagem virtual, direita e ampliada.
Materiais	Pesquisa no laboratório de informática; Notebooks, internet e data show.

Fonte: Autoria própria (2023)

Quadro 7 – Construção de uma luneta astronômica

Módulo 6	Carga horária: 3 horas/aulas
Modalidade	Síncrona
Conteúdos	Aplicação de lentes esféricas em nossos cotidianos.
Objetivos	Construir uma luneta astronômica refratora, como um recurso de observação e ampliação do conhecimento da Óptica por meio desse instrumento
Materiais	Instrumentos ópticos e instruções para a montagem da luneta; Tubos de pvc de diâmetros variados, cola para tubo pvc, tinta spray preto fosco, fita isolante, lixas, lupas, 50 ou 40 mm e Garrafa pet.

Fonte: Autoria própria (2023)

4.3 Encaminhamento da sequência didática

4.3.1 Módulo 1: Óptica geométrica e suas subdivisões

1° Momento - Problematização inicial:

Foi realizado oralmente alguns questionamentos com relação a Óptica.

I)O que é Óptica para você? II)Quais os tipos de Ópticas? III)Quais matérias do seu cotidiano a Óptica está presente?

2° Momento - Organização do conhecimento:

Aconteceu por meio da explanação de Slide: “Princípio da Óptica Geométrica”; um vídeo: “Óptica Geométrica. Em seguida realizaram a leitura e discussão em grupos, dos textos sugeridos, para responder um questionário. Título dos textos propostos eram: “Luneta astronômica”, “Observando o Universo e a reflexão da luz”, “Observando o Universo, refração da luz em lentes esféricas”.

A identificação dos conhecimentos prévios, por meio de uma problematização inicial, na primeira aula, aconteceu por meio de três textos adaptados do livro “Ensino de física: Multiversos” de Leandro Godoy (2020). Um dos textos tinha o título geral “Luneta astronômica”, outro era intitulado “Observando o Universo e a reflexão da luz” e o terceiro texto tinha o título “Observando o Universo, refração da luz em lentes esféricas”. Os textos foram distribuídos para cada equipe de 5 alunos, sendo a proposta inicial a leitura, em silêncio, por parte de cada grupo.

Após a leitura, análise e reflexão dos textos, os alunos deveriam responder uma questão problematizadora levando em consideração os conceitos abordados sobre: Telescópio refrator; luneta astronômica; o Universo e a reflexão da luz; refração da luz, e lentes esféricas. Questões levantadas sobre os textos como:

1) Você saberia apontar as diferenças entre o primeiro, segundo e o terceiro texto?

2) Você saberia apontar a importância da Óptica em nossas vidas, conforme a leitura de alguns dos textos que acabou de ler?

3) Conseguiu identificar entre o primeiro, segundo e o terceiro texto, alguma importância da Óptica para o estudo da Astronomia?

Foi solicitado que os alunos justificassem cada apontamento, e entregassem as respostas ao final da aula. A professora, por sua vez, questionou as diferenças de

ambos os textos, ou seja, comparava o ensino da Óptica a um instrumento astronômico, a luneta.

Na sequência, foi solicitado às equipes que compartilhassem suas respostas através de relatos e suas dúvidas textos mencionados na problematização inicial sobre telescópio refrator; luneta astronômica; o Universo e a reflexão da luz, refração da luz, e lentes esféricas.

No momento de organização do conhecimento, esta apresentação tratava-se das articulações sobre os conceitos mencionados acima, bem como a sinalização de respostas à questão problematizadora citada.

3° Momento - aplicação do conhecimento:

Nesta fase, aconteceu a sistematização das dúvidas e informações relacionadas ao assunto, finalizando essa aula por meio de uma roda da discussão, onde realizou a mediação o diálogo entre os alunos, onde eles colocaram suas ideias fizeram alguns apontamentos, tiraram dúvidas, percebesse indícios da construção do conhecimento por meio desta proposta de atividade, esta apresentação ocorreu de forma expositiva e dialogada. Durante a mesma, em vários momentos, os alunos intervieram para fazer colocações e tirar dúvidas, para responder às questões levantadas no início da aula, baseando sempre nos textos que estavam lendo.

Módulo 2: Visita no planetário da (UTFPR)

1° Momento - Problematização inicial:

Após as duas aulas iniciais do 1° módulo, foi repassado para os alunos as questões como estímulo a busca do conhecimento sobre a Óptica Geométrica, iniciou-se com os seguintes questionamentos:

- a) Vocês já ouviram falar em Óptica Geométrica?
- b) Onde você vê as imagens de Optica em seu dia-a-dia?
- c) Qual é a importância para a Física visitar um Planetário?
- d) Quais contribuições o planetário pode trazer para você?
- e) Qual é o instrumento utilizado no Planetário para mostrar os movimentos dos planetas?

2° Momento - Organização do conhecimento:

Ao chegar ao Planetário Rodolpho Caniato, apresentou-se aos alunos as imagens sobre o sistema planetário, no qual eles estão inseridos. Motivando os

estudantes a ambicionarem a saber mais sobre os instrumentos e conceitos Ópticos utilizados para o estudo da Astronomia, mencionados em sala de aula.

Possibilitou aos estudantes de conhecer o universo, de uma forma, mais próxima da realidade, sem precisar tirar os pés do chão, por meio dos instrumentos Ópticos que existem no Planetário.

3° Momento – Aplicação do conhecimento:

O momento da aplicação do conhecimento aconteceu ao finalizar a visita, quando a professora deixou como tarefa de casa, a realização de um relato sobre os conceitos físicos aprendido no planetário e, quais contribuições trouxe com relação às questões salientadas ao final da aula anterior.

4.3.2 Módulo 3: Introdução a reflexão e refração

1° Momento – Problematização inicial:

Nas aulas 5, 6 e 7, deu-se por meio da “plataforma Mentimeter” online que permitiu a professora criar perguntas interativas sobre a Óptica e obter respostas em tempo real em sua apresentação, via smartphone, do aluno. Nesta plataforma “Mentimeter”, a professora pediu que expressassem o que eles sabiam sobre a reflexão e a refração em três palavras, despertando neles uma curiosidade bem avançada em realizar a nuvem de palavras que aparece no multimídia espontaneamente, na hora que eles acessaram o link. Neste caso, aguardou a interação entre os educandos, contribuindo com a discussão geral sobre as suas ideias em relação à Óptica Geométrica.

2° Momento – Organização do conhecimento:

No momento de organização do conhecimento, durante essa abordagem, discutiu-se questões e aspectos da refração e reflexão ao conceito da Óptica por meio de slides. Além destas discussões, realizou-se uma aula expositiva dialogada com uso de vários materiais ópticos disponíveis no laboratório, como um protótipo do olho humano, máquina fotográfica, lupa, microscópio óptico, telescópio, projetores, lentes, etc.

3° Momento – Aplicação do conhecimento:

Após a realização da exposição dos materiais ópticos, realizou-se a aplicação do conhecimento por meio da discussão da importância da Óptica para o estudo da Astronomia, utilizando slides e figuras de livros didáticos. Após a

realização destas atividades, a aula foi finalizada com a apresentação do vídeo “A reflexão e refração” a fim de que os alunos pudessem perceber algumas aplicações do que foi até então discutido, e assim desencadear uma reconciliação integradora do assunto do módulo estudado.

Ao final do módulo almejou-se verificar se a sequência de atividades aplicadas foi válida, por meio de uma avaliação comparativa, onde os alunos, deveriam fazer novamente suas colocações na plataforma “Mentimeter”, agora com suas novas considerações a respeito do, assunto trabalhado. Quando se utilizou da plataforma “Mentimeter”, percebeu-se que esta aula se tornou mais interessante para o aluno, possibilitou uma maior interação e engajamento entre a professora e seus alunos.

Essa forma de ensino possibilitou o desenvolvimento da autonomia do aluno, parte central da aprendizagem, enriquecendo suas experiências, bem oposta das tradicionais com explanações e exercícios.

4.3.3 Módulo 4: Lentes, espelhos, planos e formação de imagem.

1º Momento – Problematização inicial:

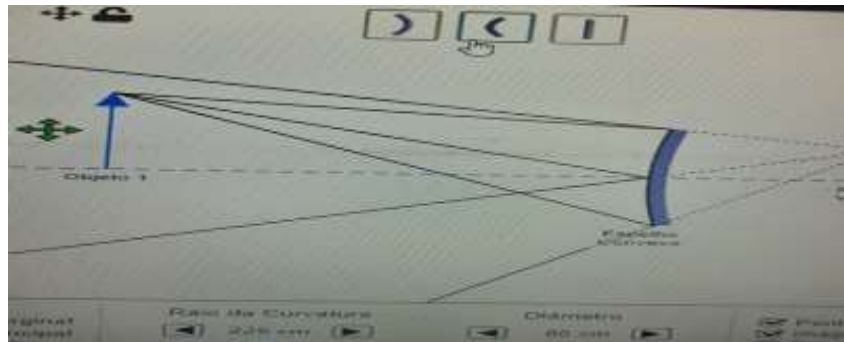
Iniciou por meio de um questionário específico sobre lentes e espelhos de maneira expositiva dialogada, utilizando do projetor multimídia de forma a projetar e apresentar a eles algumas imagens e textos sobre lentes, espelhos e formação de imagem. Vale ressaltar que não foi feito com a lente convergente as várias posições de imagem possível, somente algumas que possível, utilizar com os recursos visuais disponíveis como projetor, figuras e textos. As evidências foram apresentadas tanto por meio de textos (resumo, tópicos ou conceitos). A apresentação de alguns recursos ópticos, foi importante porque conectou o que estava sendo dito com a mensagem visual. A ligação entre o que é dito e o que é mostrado é fundamental, e se isso não for conseguido, em vez de incentivar a retenção, temos o efeito contrário.

2º Momento – Organização do conhecimento:

Foi utilizado a plataforma de simulações de conteúdo de física, “ Phet Colorado”, para melhor fixação do conceito de espelhos e lentes e sobre raios de luz, como apresentado nas figuras, para melhor fixação do conceito de

espelhos e lentes e sobre raios de luz, como apresentado nas figuras 21 — 24.

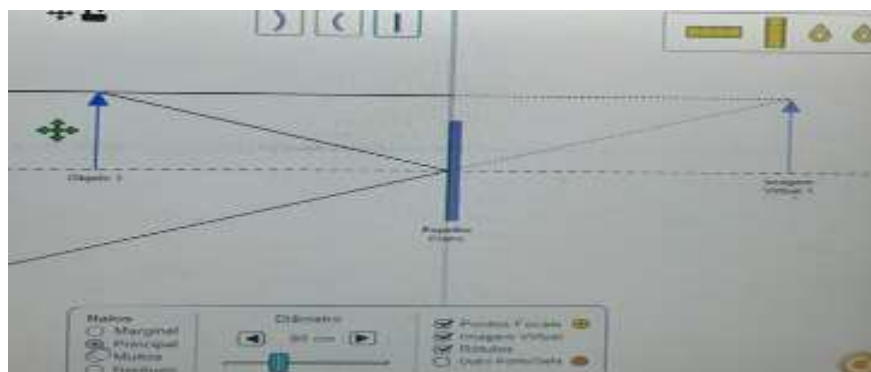
Figura 21 – A simulação de um objeto em espelho convexo do simulador Phet.



Fonte: Autoria própria (2023)

Nessa figura (21), tem-se um espelho esférico convexo, e em sua frente, um objeto, a partir do qual são traçadas três linhas, representando os raios de luz que saem dele e vão até o espelho, sendo assim refletidos, criando a imagem virtual, atrás do espelho. Os espelhos convexos, como se sabe, geram as imagens em seu interior, conhecidas também como imagem virtuais. Neste simulador é possível que os alunos testem diferentes posições do objeto em relação ao espelho, e ainda, como os raios são refletidos nele, levando em conta as projeções dos raios em seu interior.

Figura 22 – A simulação de um objeto em espelho plano do simulador Phet.

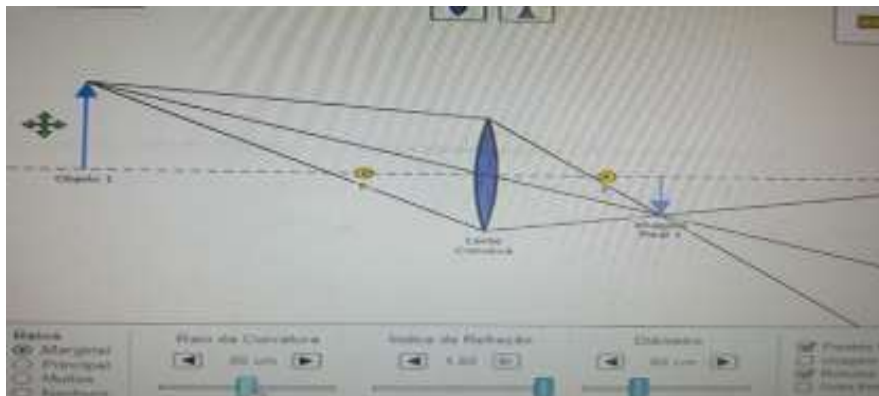


Fonte: Autoria própria (2023)

Na figura (22), mostra-se a reflexão da luz em um espelho plano. Ao iniciar essa simulação, alguns alunos indagaram do porquê a linha que vai reto nem ao menos passa pelo espelho? É de fundamental importância salientar que isso ocorre quando os raios de luz incidem na superfície do espelho, sendo refletidos com igual ao de incidência, sendo possível prolongar os raios de luz para seu interior, formando a imagem do objeto.

Em geral um espelho plano é polido, de forma que a reflexão da luz ocorre de forma regular, ou seja, segundo o princípio da propagação retilínea da luz, que também pode ocorrer em uma placa de vidro com superfície pintada com uma fina película de prata, na qual irá ocorrer a reflexão da luz, formando assim uma imagem virtual, de mesmo tamanho e não invertida (direta).

Figura 23 – No simulador Phet.um objeto em uma lente de bordas finas (convergente)



Fonte: Autoria própria (2023)

Na figura (23), está representada uma lente biconvexa, com o objeto posicionado antes do ponto principal ($A = 2f$). Neste caso o que acontece é que a luz que chega pela extremidade superior passa pelo foco 1, enquanto que a luz que passa pelo centro óptico, não sofre desvio, seguindo reto. No cruzamento destes dois raios, e também podendo abranger o raio que incide pela face inferior, após a lente, é formada, uma imagem de cabeça para baixo (invertida).

No simulador essa imagem foi obtida a partir de um esquema com as seguintes proporções: raio da curvatura: 80 cm, índice de refração: 1,80 cm, diâmetro: 80cm, formando uma imagem invertida, menor e real. Essas lentes, em geral, são comumente encontradas em máquinas fotográficas, máquinas de xérox e até mesmo nos olhos humanos.

Por fim na figura (24), a formação de uma imagem ocorre por meio de uma lente divergente. Neste caso a formação da imagem independe da posição do objeto, formando sempre uma imagem virtual, menor e não invertida. Sua localização estará sempre entre o centro óptico e o foco. Ela é utilizada para correção da miopia, e aparece nas oculares em microscópios, lunetas e binóculos.

Figura 24 – No simulador um objeto em uma lente de bordas grossas (divergente).



Fonte: Autoria própria (2023)

3º Momento – Aplicação do conhecimento:

O momento da aplicação do conhecimento aconteceu ao finalizar o uso do simulador, quando a professora deu um roteiro com algumas perguntas, e propôs a realização de um relato sobre os conceitos físicos aprendidos nos simuladores. Percebe-se que a plataforma “phet Colorado”, trouxe grande contribuição na interação dos conceitos trabalhados em sala, sendo que este material prendeu bem mais a atenção e participação dos estudantes, ao responder questões propostas, durante o uso desta plataforma.

4.3.4 Módulo 5: História do telescópio, lentes divergentes e convergentes.

1º Momento – Problematização inicial:

A professora separou os alunos em grupos para pesquisarem sobre diferentes tipos de telescópios, como a luneta refratora de “Galileu Galilei”, o Telescópio “newtoniano” de Isaac Newton, os espaciais “Hubble” e “James Webb”, e o terrestre “Gemini”. Os alunos mostraram a história, a estrutura, tipo de montagem e a forma como o telescópio capta a imagem (em termos de lentes e espelhos esféricos). Na Figura 25 são colocados alguns recortes de momentos de pesquisa dos alunos.

Figura 25 – Imagem dos alunos pesquisando sobre os telescópios.



Fonte: A autoria própria (2023)

2º Momento - Organização este conhecimento:

Na sequência, para organizar este conhecimento, a professora sugeriu que os alunos montassem alguns slides sobre a pesquisa realizada com relação aos vários telescópios pesquisados e apresentação do seminário.

3º Momento - Aplicação do conhecimento:

Para a aplicação do conhecimento, foi solicitando que cada grupo realizasse a apresentação da pesquisa efetuada sobre os tipos de telescópios. Após cada apresentação a professora fez alguns apontamentos sobre apresentação de cada equipe, de forma a complementar as informações trazidas pelo grupo, além de retomar a questão inicial com os alunos, destacando a importância destes telescópios para o desenvolvimento da Astronomia. Na Figura 26, são mostrados alguns momentos das apresentações.

Figura 26 – Imagem dos alunos apresentando sobre os tipos de telescópios



Fonte: A autoria própria (2023)

Para concluir esta aula foi feita por meio de uma avaliação por rubrica, esta avaliação está presente em todas as atividades educativas, não só nesta aprendizagem, mas também no ensino, como um todo.

4.3.6 Módulo 6: Construção de uma luneta Astronômica

1º Momento - Problematização inicial:

Para dar início a problematização, a professora levou os estudantes a refletir sobre os “fenômenos ópticos da refração, reflexão das lentes e espelhos”. Realizou uma abordagem por meio da experimentação, em uma rotação por estações, em que as tarefas propostas dos fenômenos ocorrerão, por meio de um questionário.

2º Momento - organizar este conhecimento:

Aconteceu por meio da montagem da luneta refratora, a organização deste

conhecimento, ressaltou as tarefas da rotação por estações sobre os fenômenos de reflexão, refração, lentes e espelhos a fim de sistematizá-las e de definir e caracterizar tais fenômenos ópticos. Após explicar o porquê da refração, reflexão e formação de imagens em espelhos e lentes, o professor finaliza ressaltando que esses conceitos são importantes em óptica para entender a função das lunetas refratores e refletoras.

3° Momento – Aplicação do conhecimento:

A aplicação do conhecimento, aconteceu quando solicitou-se para que cada grupo de alunos com seu roteiro em mão realizasse a construção de uma luneta astronômica.

4.3.6.1 Roteiro da luneta

A sugestão é construir uma luneta astronômica utilizando apenas materiais facilmente disponíveis no comércio, de baixo custo e de fácil montagem.

Quadro 8 – Materiais utilizados na montagem da Luneta

Materiais	Aplicação
Tubos de pvc (diâmetros variados)	Corpo da luneta (diâmetro e comprimento definido de acordo com o diâmetro da lente objetiva)
Cola para tubo pvc	Montagem das luvas Tinta spray preto fosco
Tinta spray preto fosco	Pintura interna do corpo da luneta
Fita isolante	Ajuste da lente ocular no tubo pvc
Lixas	Correção das bordas dos tubos de pvc cortados com serra manual
Lupas (50 ou 40 m) -	Montagem da lente ocular, com 3 ou mais lupas.
Garrafa pet -	Montagem do tripe
Lente plano convexa	Lente objetiva (pode ser adquirida ou confeccionada)
Etapas	Procedimentos
A	Corte do tubo de pvc, de acordo com a distância focal determinada pela lente objetiva.
B	As bordas do tubo são lixadas e o tubo tem sua parte interna pintada de preto.
C	Montagem da lente ocular, que é feita através da combinação de três lupas, duas próximas e, a terceira, afastada dois centímetros.
D	Montagem das lentes ocular objetiva no corpo da luneta.
E	Montagem de um tripe simples, de garrafa pet.

Fonte: Autoria própria (2023)

link:<https://redeglobo.globo.com/globociencia/noticia/2012/09/aprenda-como-montar-uma-luneta-utilizando-materiais-simples.html>

Quando construiu as “lunetas” com os alunos verificou-se que os alunos tiveram uma boa participação nos trabalhos de grupo, demonstrando boa interação, muita alegria de montar a luneta, proporcionou o envolvimento, despertou a curiosidade dos mesmos para um ensino, ficou claramente explícito que as aulas “experimentais” podem ser consideradas importantes ferramentas no processo de ensino-aprendizagem proporcionando a complementação entre a teoria e a prática. Ao finalizar prática com os alunos, eles foram avaliados pela participação nas atividades orais, escritas e prática; e também por meio de uma rubrica.

Quando realizou a aula por meio de rotação de estação experimentais, os simuladores e plataforma, os mesmos representaram uma excelente ferramenta a ser utilizada como avaliação, pois os alunos não se sentiram oprimidos como nos modelos avaliativos tradicionais. Esses critérios de aprendizagem por meio de uma problematização inicial, organização desses saberes científicos fez com que ocorresse a construção do conhecimento.

5 RESULTADOS DE DISCUSSÃO

5.1 Relato de experiência

Este capítulo apresenta um relato de experiências e uma reflexão do produto de aprendizagem por função, uma compreensão da Óptica no cotidiano, relacionada às questões problematizadoras que formaram cada função desenvolvida em sala de aula, trechos escritos pelos alunos e alguns autores.

Módulo 1

No primeiro momento objetivou-se, conceituar a história da Óptica e suas divisões, com relação a sua natureza e meios de propagação, estigando o conhecimento dos alunos, por meio de uma problematização, despertando o interesse pelo estudo da Óptica. Utilizou-se três textos adaptados do livro “Ensino de física: Multiversos” de Leandro Godoy (2020), sendo aplicados a fim de identificar e estimular os alunos sobre o conhecimento do tema Óptica, antes de aprofundar no conceito.

Seguiu -se conforme, Delizoicov e Angotti (1990), propõe uma problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento, por meio de uma problematização inicial, que estimulasse as discussões nas etapas subsequentes dos grupos. Durante a apresentação e identificação do tema dos textos, surgiram outras questões, estando elas diretamente relacionadas com a problematização da óptica geométrica ou não. A professora não apenas respondeu às questões levantadas durante a discussão, mas também fez novas perguntas que estimularam os alunos a buscar novas informações.

Inicialmente propôs-se a leitura dos textos em silêncio. Após a leitura, análise e reflexão dos textos, os alunos deveriam responder algumas questões relacionado aos textos: “Telescópio refrator ou luneta astronômica”; “o Universo e a reflexão da luz”; “refração da luz e lentes esféricas”. Como argumentam Muenchen e Delizoicov (2012), o objetivo da problematização inicial é quebrar a curiosidade ingênua, abrir espaço para a curiosidade epistemológica despertando o interesse dos alunos em adquirir novos conhecimentos.

As questões problematizadoras para estimular a reflexão foram:

1) Qual mensagem a tirinha quis transmitir no texto sobre “Observando o

universo e a reflexão da luz”?

2) As diferenças entre os três textos entregue aos alunos sobre “Telescópio refrator ou luneta astronômica”; “o Universo e a reflexão da luz”; “refração da luz e lentes esféricas”.

3) Para você, qual é a importância da Óptica em nossas vidas? Conseguiu identificar nos textos alguma importância da Óptica para o estudo da astronomia?

Para organizar o conhecimento, realizou-se a leitura e a discussão nos pequenos grupos com relação ao questionário voltado para os três textos sugeridos. Os alunos de todos os grupos sentaram juntos, em grande grupo, onde cada pequeno grupo colocou sua opinião sobre cada uma das questões levantadas frente aos textos que haviam acabado de ler. Quando os alunos foram compartilhar suas respostas, os mesmos falaram que foi bem difícil comparar os textos. Conforme podemos observar nas respostas dos grupos no quadro 9, com relação a primeira questão de estímulo a reflexão sobre os textos analisados pelos alunos. Portanto com relação a pergunta em análise. “Qual mensagem a tirinha quis transmitir no texto sobre “Observando o universo e a reflexão da luz?” Esperava-se que os alunos respondessem como ocorreu a evolução do conhecimento científico desde a época que se observa o céu sem nenhum instrumento óptico, até a criação da luneta aos sofisticados telescópios que existe hoje, neste caso, mudando o viés dos alunos ver a contribuição que a Óptica trouxe a humanidade.

Quadro9 – Respostas dos alunos à primeira questão da problematização.

Grupos	Respostas
G1	A mudança que as pessoas observam as coisas de geração a geração.
G2	A evolução de como observamos o céu a olho nu, depois com a luneta e agora com os telescópios.
G3	Fala sobre a pré história que os cientistas não tinham nenhum tipo de instrumento olhavam a olho nu, depois com luneta e agora com vários tipos de telescópio.
G4	A diferença entre as três fases de ver o céu com olho nú, com luneta e agora com telescópio.
G5	A mudança das gerações para observar o céu.

Fonte: Autoria própria (2023)

Na organização das informações nesta fase, os alunos em conjunto com a professora tiveram que sistematizar as dúvidas e informações relacionadas ao

assunto, bem como a questão ou situação inicial apresentada na primeira fase conforme representado no quadro 9. Os conhecimentos físicos necessários à compreensão do tema central e do problema inicial são aprendidos sistematicamente nesta etapa sob a orientação da professora. Serão desenvolvidos definições, conceitos, conexões, e regularidades apresentadas, sendo estes tópicos agora aprofundados, para que o aluno perceba outras visões e explicações, conseguindo comparar esses conhecimentos novos com seus próprios conhecimentos que possui conforme (Delizoicov; Angotti, 1992, p.55).

Dentre as respostas analisadas, percebe-se que os grupos G1, G2 e G5, nas suas explicações, deixaram vaga essa observação da evolução da ciência, por meio de alguns instrumentos ópticos, ao passo que os grupos G3 e G4 responderam à pergunta mais próximo do que se esperava da interpretação. Nenhum grupo deu exemplo de outras situações em que se utiliza a Óptica.

A segunda questão refere-se as diferenças entre os textos sobre “Telescópio” segundo e o terceiro “Observando o Universo, reflexão, refração da luz em lentes esféricas”, foi solicitado aos alunos a sua explicação e exemplos de situações em que tal diferença e se ocorre conforme o quadro 10 relacionado a pergunta em análise.

Quadro 10 – Respostas dos alunos à segunda questão da problematização inicial

Grupos	Respostas
G1	O primeiro fala sobre as principais características do telescópio refrator, portanto o segundo ressalta a influência dos astros no conhecimento humano, o último enfatiza a refração da luz influencia dela no que vemos.
G2	O primeiro texto fala da importância do telescópio para observarmos os astros fora da terra. Enquanto o segundo faz um levantamento sobre o avanço das tecnologias com os telescópios. O último texto menciona como a luz se comporta.
G3	Basicamente o funcionamento de um telescópio. Portanto o segundo fala da história da luneta. E por fim o último fala sobre a refração da luz.
G4	O primeiro texto fala sobre dois tipos de telescópio refrator e refletores, explicando a posição do foco de uma lente. Pode-se perceber que os três textos estão conectados, já que o segundo texto também está falando de Óptica que foi a ciência que contribuiu bastante a humanidade a conhecer o mundo fora da terra, por meio da luneta e do telescópio. O último texto influencia a Óptica, por meio do comportamento da luz, além de influenciar no conhecimento da humanidade.

G5	O primeiro texto está relacionado ao telescópio. O segundo fala da história da luneta. E o último do movimento e dos raios de luz.
-----------	--

Fonte: Autoria própria (2023)

Sabe-se que os três textos estavam direcionados ao conhecimento sobre o Universo e como este teve grande avanço a partir da criação dos telescópios. O funcionamento deles, está diretamente relacionado com as propriedades da luz e sua interação com espelhos e lentes. A comparação do funcionamento de um telescópio refrator com um refletor torna possível observar que, de maneira geral, o primeiro utiliza lentes, enquanto o segundo utiliza espelhos. Quando uma luz branca atravessa um prisma (refração), ela sofre decomposição nas cores do arco-íris.

Entretanto, apenas o grupo G4, conseguiu interpretar os textos propostos, o qual foi sugerido que citasse a diferença ou semelhança entre os textos sem maiores detalhes. Os outros grupos, aproximaram-se um pouco da interpretação, mas nenhum deles mencionou a diferença ou semelhança do texto, com todos fornecendo praticamente a mesma, apenas trocando algumas palavras. De modo geral, os alunos entendem o que diz os textos, isso indica que os mesmos já tinham algum conhecimento sobre os assuntos contidos nos textos, embora não soubessem explicar o porquê das diferenças ou semelhanças dos mesmos.

A terceira questão possui duas perguntas. “Para você, qual é a importância da Óptica em nossas vidas? “e” _” Identifique nos textos a importância da Óptica para o estudo da astronomia.” Conforme o quadro, 11, são apresentadas as respostas dos grupos com relação à questão três, acima mencionada.

Quadro 11 – Respostas dos alunos à terceira questão da problematização inicial

Grupos	Respostas
G1	Influencia dos atos na cultura. Além dos celulares, satélites e wifi, Sim foi graças óptica temos a maioria das tecnologias hoje,
G2	É possível explicar o funcionamento do olho humano. Foi por meio da Óptica que se criou a luneta é o telescópio.
G3	Está presente e diversos objetos de nosso dia-a-dia como as câmeras fotográficas celulares, óculos e vários outros instrumentos ópticos. Foi possível construir as lunetas e os telescópios, e com isso estudar que existe fora do nosso planeta.

G4	É importante porque se faz presente em vários objetos como televisões, telescópio, satélites entre outros. Para estudar tudo o que a fora do planeta, além de nos ajudar em várias coisas básica como enxergar melhor objetos muito pequenos.
G5	É importante em tudo com a influência que ela tem nossa vida, no estudo dos astros na nossa cultura e também nas nossas tecnologias como celular satélites. O desenvolvimento da astronomia está diretamente ligado a óptica e vice-versa.

Fonte: Autoria própria (2023)

Todas as respostas citam fatos corretos com relação à importância da Óptica e a contribuição dela para o estudo da astronomia. Pode-se dizer que a óptica é uma ciência que estuda a luz e sua interação com os mais diversos meios. Neste contexto, podemos generalizar que dá uma visão precisa do assunto e, portanto, é muito importante os avanços tecnológicos. Porém, o mais interessante é entender que os fundamentos da Física devem ser fortes para compreender suas sutilezas e aplicações. (Annequin e Boutigny, 2004).

Portanto, de um modo geral, percebe-se que já está acontecendo acomodação do conhecimento por meio destas respostas, embora não saibam explicar claramente dentro dos conceitos físicos. A discussão a respeito da Problematização Inicial conforme já mencionado anteriormente, pode indicar que o grupo compreendeu a necessidade da luz para formar a imagem, mesmo que não afirme explicitamente essa condição. A problematização inicial, também pode ser o elemento que despertou a curiosidade dos alunos sobre o assunto, pois com ela procuravam obter novas informações, para posteriormente, desenvolver-se. Segundo Moreira (2017), a interação cognitiva entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios dos alunos é uma característica fundamental da aprendizagem significativa. Nesse sentido, é necessário examinar o que o aluno já sabe e ensiná-lo adequadamente.

O questionário aplicado no final desta aula, de ensino versava sobre temas como: Fale sobre Óptica Geométrica; onde você vê as imagens de Óptica em seu dia-a-dia; a importância a Física em visitar um Planetário; que contribuição o planetário pode trazer para vida dos alunos do Ensino Médio; quais instrumentos são utilizados no planetário para mostrar alguns satélites, astros e planetas.

Módulo 2

Depois da problematização inicial, por meio de um questionário no final do módulo anterior, foi realizada uma visita no Planetário Rodolfo Caniato. Esta visita possibilitou aos estudantes conhecer o universo de uma forma clara, por meio de um vídeo 3D. Após o término das atividades na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), a professora sugeriu, que os alunos respondessem as questões a problematização do final do 1º módulo com o que aprenderam e observaram no planetário, a fim de verificar se houve conhecimento com relação à problematização feita ao final do módulo anterior.

Quadro 12 – Questões com percentual de melhora entre os questionários.

Questão	Questionário inicial	Questionário final	Percentual de Melhora
	Percentual de acerto	Percentual de acerto	
1) O que estuda a Óptica geométrica?	50%	90%	40%
2) Marque 5 imagens de Óptica em seu dia-a-dia?	50%	95%	45%
3) Quais contribuições a visita ao planetário traz a Física?	25%	75%	50%
4) Qual o principal instrumento utilizado no Planetário para observar os astros, satélites e planetas?	50%	60%	10%

Fonte: Autoria própria (2023)

Ao analisarmos o quadro 12, percebemos que a questão que apresentou o melhor percentual de melhora foram as questões de número 1,2 e 3, perfazendo uma melhora de mais de 40%. A questão 3, que foi a que mais apresentou melhora, aborda as contribuições sobre a visita ao planetário traz a Física, podemos interpretar esse resultado como positivo mesmo que na questão 4, os alunos tenham um avanço pequeno com relação as demais perguntas deste questionário, visto que esse assunto é novo para os alunos do Ensino Médio. Percebe-se um resultado deste questionário inicial já teve um percentual de acerto significativo, evidenciando assim que essa temática da Óptica já está mais bem estabilizada na estrutura cognitiva dos alunos, corroborando, assim com o que Delizoicov (1991. P.55) enfatiza, que o conhecimento se faz de forma que o aluno perceba a existência de

Fonte: Acervo próprio (2023)

Esse tipo de exposição contribuiu para aprendizagem, pois combinou um material concreto com o conteúdo sobre o conceito de Óptica, enquanto se divertiam. Por meio desta exposição foi possível chamar a atenção dos alunos e manter a aula mais interessante. Após a realização desta exposição dos materiais ópticos, realizou-se uma discussão da importância da Óptica para o estudo da Astronomia, por meio de slides e figuras de livros didáticos. Essa aula foi finalizada com a apresentação do vídeo “A Física e o Cotidiano” a fim de que os alunos pudessem perceber algumas aplicações do que foi discutido até então, e de promover o desencadeamento de uma reconciliação integradora do assunto do módulo estudado.

Este tipo de educação mediada pela tecnologia exige, portanto, a utilização de plataformas digitais que possam receber, armazenar e permitir a transmissão de informação, por meio de material educativo, aos alunos e apoiar a comunicação entre eles e o professor (Gomes, 2008). Essa forma de ensino possibilita o desenvolvimento da autonomia do aluno, parte central da aprendizagem, enriquecendo suas experiências. A fim de verificar se houve desenvolvimento e autonomia da busca do conhecimento com relação à problematização inicial feita no início deste módulo, pediu-se que os alunos fizessem novamente a nuvem de palavras para comparar a evolução do aprendizado. Percebe-se uma evolução nas palavras apresentadas na nuvem de palavras quando a mesma foi feita novamente, após as discussões orais realizadas durante a aula expositiva. O resultado desta nova nuvem é apresentado na figura 29.

Figura 29 – Nuvem de palavras (2) realizada pelos alunos



Fonte: Acervo próprio (2023)

Módulo 4

O módulo 4, dedicou-se ao estudo das lentes e espelhos planos e esféricos, tal abordagem se iniciou de maneira expositiva dialogada, utilizando do projetor multimídia de forma a projetar e apresentar a eles algumas imagens e textos sobre o conceito do estudo das lentes e espelhos. Para melhor fixação dos conceitos, após a explanação conceitual, utilizou-se do simulador do “Phet Colorado “para desenvolver uma atividade. Em um primeiro momento, como mostra o gráfico 1, as atividades foram avaliadas, por meio das respostas que os alunos deram inicialmente ao serem interrogados sobre o que sabiam, conforme propõem as questões problematizadoras, estimulando e induzindo a busca desse saber do aluno, e também para saber os conhecimentos prévios que os mesmos já tinham sobre o assunto. Cada dupla recebeu um questionário específico sobre lentes e espelhos, antes de ser trabalhado o conceito. Essa atividade não teve valor em pontos, e buscou apenas registrar o entendimento dos alunos sobre os assuntos. Os resultados dessa atividade estão apresentados no gráfico 1.

Gráfico 1 – Representação do intervalo de nota por duplas de alunos na turma



Fonte: Autoria própria (2024).

As questões problematizadoras para estimular a reflexão foram:

- 1) Na formação das imagens na retina da visão humana, tendo em vista uma pessoa com boa saúde visual, o cristalino funciona como qual tipo de lente?
- 2) Como são formadas as imagens lentes esféricas?
- 3) Uma lente de vidro cujos bordos são mais espessos que a parte central será divergente ou convergente?
- 4) Qual é o tipo de imagens formadas pela reflexão regular da luz por

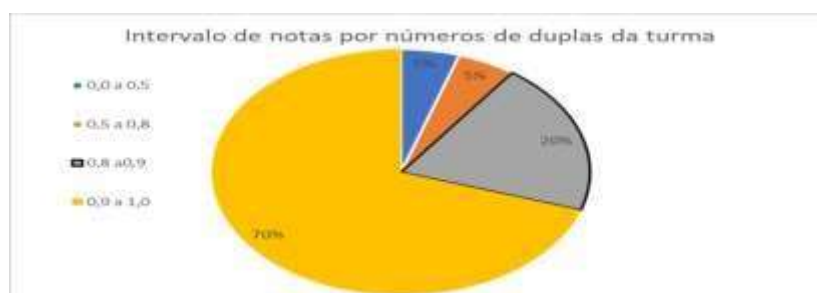
espelhos planos?

- 5) Com relação às características das imagens formadas pela reflexão regular da luz por espelhos planos, quais os tipos de imagem se formam?

Objetivou buscar analisar o conhecimento prévio dos alunos, possibilitar aos alunos aprofundamento sobre conceitos básicos das lentes e espelhos; relacionar o simulador Phet com as questões reais do seu cotidiano onde está sendo aplicado esse conhecimento, mencionado. Após expositiva e dialogada (uma estratégia que se caracteriza pela exposição de conteúdos com a participação ativa dos estudantes, considerando o conhecimento prévio dos mesmos, sendo o professor o mediador para que os alunos questionem, interpretem e discutam o objeto de estudo), por meio do projetor multimídia e textos sobre lentes e espelhos, foi utilizada a utilização do simulador do “Phet Colorado”. Findado tal etapa, a professora exibiu novamente as questões levantadas no início da aula, e solicitou que os alunos as respondessem, adicionando algumas perguntas relacionadas ao conteúdo, o qual foi respondido pela mesma dupla, em folha separada que foi entregue para professora ao final da aula. Essa atividade teve valor de 0,0 a 1,0 pontos, e buscou registrar o entendimento dos alunos sobre os assuntos discutidos nas aulas, além de analisar esse método de aula dirigida por meio do simulador.

Essa atividade recebeu muita atenção dos estudantes, que participaram ativamente respondendo as questões. A motivação dos estudantes com a atividade é elemento fundamental para que aprendizagem possa ocorrer. Mas, para obter conhecimentos mais complexos, ele precisa dominar esse conhecimento básico. Segundo Moreira (2010), as novas ideias estão ligadas às ideias existentes, o que permite a existência de relações lógicas entre as ideias novas e as existentes. Conforme as respostas questionário inicial, os resultados dessa atividade estão apresentados no gráfico 2.

Gráfico 2 – Representação do intervalo de nota por duplas de alunos na turma



Fonte: Autoria própria (2024).

A partir do gráfico 2 podemos perceber que 10% dos alunos ficaram com nota abaixo de (0,8), ou seja responderam com uma porcentagem maior de acertos, já no 1º gráfico praticamente 80% dos alunos ficaram com nota abaixo de (0,8), tendo uma porcentagem menor de acerto bem significativa. No gráfico 2 os alunos com número de acertos a cima da média (0,8) aumentou drasticamente, totalizando 90% do total de alunos da turma, que no primeiro momento havia totalizado somente 20% da turma, o que indica certa regularidade com relação ao resultado do entendimento dos tópicos discutidos na proposta de produto educacional. Além disso, a utilização de simuladores permite estudar situações que seriam difíceis ou mesmo impossíveis de implementar na prática.

Portanto, as TICs podem ser consideradas para uso focando no potencial de aprendizagem desses recursos se observar o seu desenvolvimento em relação a um processo, estimulação do pensamento, novas habilidades, criatividade, reflexão, autoria e autonomia do estudante. (Brasil, 2007, p.107)

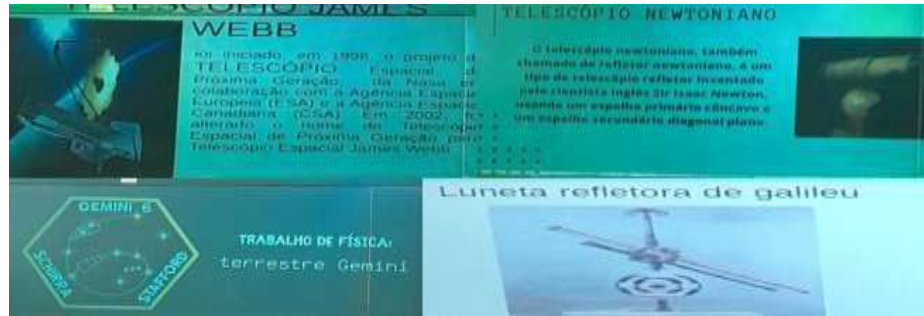
Ao realizar essa metodologia percebe-se que os alunos estavam altamente preparados para concluir as atividades aqui apresentadas, especialmente em comparação com situações de sala de aula não colaborativas que são normalmente realizadas, nas quais os conteúdos são orientados e puramente focados em problemas de vestibular. Neste ponto, é importante afirmar que se entende que a prova não mede a aprendizagem do aluno, mas apenas produz informações corretas de memória e dá sentido ao material ou às experiências de ensino vivenciadas durante a aplicação da sequência educacional. “A utilização do Phet como uma ferramenta pelo professor também pode promover a clareza, dinamismo e interação do conteúdo, fortalecer e reforçar os conceitos aprendidos nas aulas teóricas”, conforme Perrenoud (1999).

Módulo 5

Ao iniciar este Módulo, foi realizada uma problematização inicial com os alunos sobre a importância das lentes para criação das lunetas e telescópios, ferramenta esta que trouxe grande contribuição na história da astronomia. Sugeriu-se que os alunos, em grupos, realizassem algumas pesquisas sobre os diferentes tipos de telescópios, como a luneta refratora de “Galileu Galilei”, o Telescópio “newtoniano” de Newton, os espaciais “Hubble” e “James Webb” e o terrestre,

“Gemini”. Nessas aulas foi necessária a utilização de computadores com acesso à internet para a realização das atividades, por esse motivo, as turmas foram levadas ao laboratório de informática, alguns momentos das pesquisas são apresentados na figura 30, conforme mostrado no recorte a seguir.

Figura 30 – Recorte da pesquisa dos alunos



Fonte: Autoria própria (2023)

O objetivo dessa aula foi utilizar tecnologias digitais de informação e comunicação (TICs), por meio de pesquisa nos e sites e plataformas, para promover um “uma viagem em busca de novos conhecimentos”, além de despertar o interesse dos alunos e atuar como motivador no ensino e aprendizagem de Óptica Geométrica, por meio de uma abordagem astronômica, através de pesquisa de alguns tipos de telescópios.

No primeiro momento utilizamos como organizadores prévios a pesquisa sobre os principais tipos de telescópios, de forma que estes explanaram um pouco sobre a história, a estrutura, o tipo de montagem e a forma como o telescópio capturava suas imagens, em termos de lentes, espelhos planos e esféricos. Com essas aulas de pesquisa, realizadas pelos alunos, identificamos que houve um maior interesse pelo entendimento acerca dos tipos de telescópio, talvez, ocasionado por se tratar de um assunto novo.

Segundo Muenchen e Delizoicov (2012), o momento da organização do conhecimento é justamente quando o professor deve ter o conhecimento necessário para compreender o tema problemático no primeiro momento sem oferecer respostas prontas, o que incentiva a busca por Informação. Na sequência para organizar este conhecimento, a professora sugeriu que os alunos montassem alguns slides sobre a pesquisa realizada com relação aos vários telescópios pesquisados acima. E na última aula deste módulo, realizou-se aplicação do conhecimento, por meio da apresentação da pesquisa efetivada sobre os tipos de telescópios. Após

cada apresentação a professora fez alguns apontamentos sobre apresentação de cada equipe.

Além de retomar a questão inicial com os alunos sobre a importância destes telescópios para o desenvolvimento da astronomia, houve a produção de relatórios e apresentação de experimentos relacionados à apresentação do seminário sobre os telescópios. Este seminário foi avaliado de acordo com os seguintes critérios avaliativos por grupos: • Apresentação oral da pesquisa - organização e clareza; explicação do conceito explorado; resolução de dificuldades; domínio do tema; engajamento e postura. • Realização da pesquisa e montagem da apresentação - precisão e qualidade da montagem; controle de variáveis; resolução de dificuldades.

Quadro 13-Quadro de critério de avaliação do seminário

Crítérios	Não atendeu ao objetivo: Não conseguiram transmitir ou transmitiram parcialmente as informações de forma organizada e clara durante a apresentação.	Atendeu ao objetivo: Conseguiram transmitir as informações de forma organizada e clara durante a apresentação	Superou o objetivo: Conseguiram transmitir as informações de forma organizada e clara durante a apresentação e envolveram a plateia (deram um show).
Apresentação oral Da pesquisa	()	()	()
Organização e clareza	()	()	()
Explicação do conceito explorado;	()	()	()
Domínio do tema;	()	()	()
Engajamento e postura, durante e após a apresentação	()	()	()
Realização da pesquisa emontagemdaapresentaçãoprecisão e qualidade da montagem	()	()	()

Fonte: Autoria própria (2023)

Depois da avaliação acima mencionada aos grupos, realizou-se um feedback para os estudantes, destacando pontos fortes e áreas de melhoria, a fim de promover um aprendizado contínuo e incentivando os alunos a melhorar suas dificuldades, aumentando assim habilidades de apresentação.

Módulo 6

O sexto e último módulo teve como objetivo levar os estudantes a compreender o funcionamento dos telescópios e sua importância ao longo da história para o conhecimento do Universo, além de levar os estudantes a refletir sobre a contribuição da Óptica para o desenvolvimento da primeira luneta construída. Dessa maneira, esta atividade está organizada em três momentos, conforme descrito a seguir.

O primeiro momento visa uma abordagem por meio da experimentação, em uma rotação por estações, em que as tarefas propostas dos fenômenos ocorrerão, enquanto os alunos estão em grupos, sendo a eles permitido circular pelas as estações e encontrar materiais para manipular, testar para sanar suas dúvidas. No quadro 14 mostramos como foram configuradas essas estações usando os temas referente ao módulo trabalhando.

Quadro 14 – Estações com experimentos simples

ESTAÇÃO	SUGESTÕES DE TAREFAS
Refração	Experimentos nos quais se possa verificar o fenômeno da refração, como: “Lápis quebrado” (copo com água e com água e óleo); “Moeda que aparece” “Luz de lanterna em um cd”.
Reflexão	Experimento (espelhos de maquiagem, colheres ou conchas metálicas polidas, bolas de vidro utilizadas em enfeites natalinos etc.
Lentes	Experimentos em que se possa fazer observações de objetos, palavras escritas etc. diretamente com lentes convergentes e divergentes ou, com outros objetos que podem servir como lentes, como, por exemplo, poliacrilamida”; “Bebo água de coco”; “Setas invertidas”
Espelhos	Experimentos com espelhos planos e convexo utilizando um laser para ver a direção dos raios.

Fonte: Autoria própria (2023)

O segundo momento desta atividade teve como objetivo retomar as tarefas da rotação por estações sobre os fenômenos de reflexão, refração, lentes e

espelhos a fim de sistematizá-las e de definir e caracterizar tais fenômenos ópticos. Após explicar o porquê da refração, reflexão e formação de imagens em espelhos e lentes, a professora finalizou ressaltando que esses conceitos são importantes em óptica para entender a função dos refratores e refletos. Portanto, é útil mostrar a configuração óptica dos dois tipos de espelhos e indica o caminho da luz para chegar ao olho do observador.

As duas últimas aulas deste módulo foram realizadas com o objetivo de realizar a montagem de uma luneta, através de um roteiro que a professora disponibilizou com passo a passo de como montar uma luneta. Na sequência, os alunos discutiram entre si suas ideias e entendimentos, e cada grupo construiu a sua luneta astronômica. Para essa aula, a professora tinha anteriormente informado a relação do material que seria utilizado para que os alunos trouxessem para realizar a construção. Existia muita empolgação por parte dos alunos e expectativa nessa aula, pois iriam construir a luneta.

Nesse momento a professora ajudou os grupos na construção de seu equipamento, e ao terminar a confecção das suas lunetas, cada um dos grupos teve a oportunidade de visualizar as lunetas das demais equipes. A professora atuou como mediadora e ajudou os alunos com dúvidas. Os grupos trabalharam na confecção de um telescópio e observou-se a colaboração de cada aluno no processo. Alguns eram mais habilidosos na pintura, logo assumiram a pintura dos canos, outros a medição e serração dos canos, e outros ainda tiveram facilidade para trabalhar a parte óptica; colocar as lentes, ocular e objetiva. Algumas fotos deste momento são apresentadas na figura 31.

Figura 31 – Confecção da luneta



Fonte: Autoria própria (2023)

A aula termina com os alunos olhando a Lua através da luneta. O tempo não estava bom naquele dia, e a Lua estava obscurecida pelas nuvens, então a professora deixou os alunos levarem luneta para casa para que pudessem ver a Lua mais tarde. Ao ampliar a Lua com ampliação de 8x, é possível ver as áreas escuras e crateras. Após essa prática realizada pelos alunos, estes foram avaliados pela participação nas atividades orais, escritas e prática; além disso, foi realizada uma avaliação objetiva dos conteúdos estudados por meio de uma rubrica. Para evitar esse distanciamento estudantil, o professor estimulou os seus alunos a participarem da construção de conceitos durante o processo de aprendizagem, “para trazer questões científicas sob investigação, para criar situações problemáticas cujas soluções envolvam uma visão científica da realidade”, como fornecer elementos para criar essa perspectiva (Capecchi, 2019, p.24).

Realizou-se uma rubrica para a avaliação dos estudantes nos dois momentos desse módulo.

Quadro 15 – Avaliação por meio de rubrica

Crítérios	Não atendeu ao objetivo	Atendeu ao objetivo	Superou os objetivos
Trabalho em equipe.	Não interagiu com os colegas para, assim, realizar as atividades.	Interagiu intensamente com os membros da equipe, propondo e realizando ações, de modo a solucionar os problemas propostos	Além de ter sido fundamental para a sua equipe, contribuiu para o desenvolvimento das outras equipes da classe.
Realização dos experimentos.	Realizou todos os experimentos.	superando todos os obstáculos e desafios propostos nas atividades.	Além de realizar todos os experimentos, contribuiu para que os colegas da classe se desenvolvessem nas práticas.
Participação nas discussões sobre as questões reflexivas do fechamento da atividade.	Não participou das questões reflexivas no final das aulas.	Participou ativamente das discussões acerca das questões reflexivas do final das aulas.	Além de participar das discussões, propôs novas questões a serem debatidas pelo professor(a) e com os colegas

Fonte: Aatoria própria (2023)

O trabalho nesta proposta foi satisfatório por diversas justificativas. Observamos boa participação dos alunos nas atividades em grupo, o que demonstrou boa comunicação, participação e desempenho nas atividades de avaliação. Além das atividades práticas e dos simuladores, a formação de grupos também foi muito importante nas aulas de leitura do texto proposto, quando cada grupo discutiu cada ponto proposto. Os vídeos e slides das aulas apoiaram o que já foi dito ou visto em aulas anteriores, como a aula básica de pesquisa de telescópios. No final garantimos que o objetivo foi alcançado, o telescópio finalizado está pronto para o desafio e pode-se perceber a alegria dos alunos em construí-lo com materiais baratos. Às vezes o ambiente fora das quatro paredes incentivava a participação e um pouco mais de atenção à Física, na Óptica, é possível manipular lentes, verificar distâncias focais com simuladores, calcular e entender o que é uma lente e construir e entender como funciona um telescópio, mesmo que seja uma estrutura simples.

O lado positivo é que as aulas experimentais, e tecnológicas oportunizaram uma visão mais aprofundada dos conteúdos de Óptica Geométrica, oferecendo aos alunos oportunidade de fazer novas descobertas enquanto trabalham nas novas experiências vivenciada. No desenvolvimento da proposta foi de fundamental importância trabalhar o conceito relacionado aos espelhos e lentes que apoiaram a compreensão de tudo o que é necessário para construir uma luneta.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A grande ideia do trabalho que foi desenvolvido nasce da necessidade de explicar, criar e utilizar as ferramentas didáticas com objetivo avaliar as potencialidades desta proposta de ensino de Óptica Geométrica, na perspectiva dos três momentos pedagógicos, para aprender conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, levando em consideração os conhecimentos prévios dos alunos, teve como base o planejamento trimestral, bem como matérias disponíveis no registro de Classe online (RCO) e no Portal Educacional do Paraná e também nas trilhas do novo Ensino Médio.

Portanto quase todas as atividades realizadas nesta sequência utilizou das tecnologias digitais da informação e comunicação (TICs), além de algumas atividades práticas como um fator motivacional para engajar e envolver os estudantes no tema da sequência didática, utilizando de alguns, instrumentos tecnológicos e astronômicos, a fim de fortalecer o processo de construção do conhecimento, além de analisar se os alunos reconhecem os diversos tipos de contextos trabalhados, conseguindo associar a problematização inicial da Óptica, com o novo conhecimento adquiridos após todas as atividades aplicadas.

Percebeu também ao aplicar a proposta que o tempo referente a décima primeira aula não foi suficiente para o término dos slides, apresentação e avaliação, que deveriam ter acabado nessa aula, tendo disso possível somente terminar os slides, ficando apresentação para a próxima aula. Então, foi proposto pela professora a apresentação em grupo desse deste módulo em um momento extra, o que foi realizado pelos grupos e, só posteriormente, ocorreu a avaliação da professora. Com base nessa dificuldade de tempo, sugeriu que a atividade seja adaptada conforme o desenvolvimento da turma.

Toda essa proposta fez com que eu reavaliasse meus métodos conceituais, adaptando assim, para poder atingir essa nova geração de alunos que estamos recebendo. Precisamos trabalhar com novas metodologias que venha estimular os alunos a querer aprender, desmistificar aquela cultura de que a física é somente cálculos difíceis e que não é usado em nosso cotidiano.

REFERÊNCIAS

- ALVES, N. "**Lentes esféricas, Convergentes e Divergentes**". Gestão Educacional. Publicado em 02/08/2019. Disponível em: <https://www.gestaoeducacional.com.br/lentes-esfericas-o-que-sao/>. Acesso em: 16 Jan. 2024.
- ALVETTI, M. A. S.; BORGES, R. M. R. Educação e ciências físicas e biológicas: a ciência e a construção do conhecimento científico como elemento formador da cultura (Módulo III). Brasília: Universidade de Brasília, 2007.
- ANJOS, T. A. "**Espelhos Côncavos e Convexos**". Mundo Educação. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/espelhos-concavos-convexos.htm>. Acesso em: 16 Jan. 2024.
- ANNEQUIN, R.; BOUTIGNY, J. **Curso de ciências físicas: Termodinâmica**. para uso de los alumnos de las classes de matemáticas superiores y del primer ciclo universitario. T. 6. Reverté, 1976.
- BASTOS, K. "**Espelho plano, Campo visual**". Física na rede. Manaus, Amazonas, Brasil, 13 de setembro de 2012. Disponível em: <https://fisikanarede.blogspot.com/2012/09/espelho-plano-campo-visual.html>. Acesso em 16 de janeiro de 2024.
- BLAY, M. La véu et lá lumière: Sur quelques aspects de l'histoire de la lumière. In: **Revue d'histoire des sciences**, Tome 60-1, p. 119-132, janvier-juin 2007. Disponível em: Acesso em: 15 set. 2023.
- CAPECCHI, M. C. V de M. Problematização no ensino de Ciências. In: CARVALHO, A. M. P. de. (Org.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. 5ª reimp. da 1ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2019. Cap. 2, p. 21-40.
- CARVALHO, A. M. P. *et. al.* **Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo, 1998.
- CENTRO UNIVERSITARIO DE MARINGÁ**. Núcleo de educação a distância; **BATISTA, M. C.; SCHIAVON, G. J.; BATISTA, D. C. Física Geral**. Michel, C. B.; Gilson, J. S.; Danilo, C. B. Maringá-Pr.: Unicesumar, 2018. 247p. Graduação - EaD. 1. Física. 2. Geral. 3.
- CHEN, J. L. **A guilde to Hubble Space Telescope: Their Selection, Location, and significance**. New York: Springer, 2015.
- CHIQUETTO, M. J. O currículo de física do ensino médio no Brasil: discussão retrospectiva. **Revista e-curriculum**, v. 7, n. 1, 2011.
- COELHO, J. G. O Telescópio Espacial James Webb-uma nova era na Astronomia. **Cadernos de Astronomia**, v. 3, n. 2, p. 112-121, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/astromia/article/view/38762>. Acesso em: 16 jan. 2024.

CORTEZ, R. **Refração da luz – Leis, Índices e Como calcular**. Gestão educacional. em 08/11/2018, às 10:11 (ATUALIZAÇÃO: 24/01/2019 Disponível em: <https://www.gestaoeducacional.com.br/refracao-da-luz-o-que-e/>: Acesso em: 13 jan. 2024.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do ensino de ciências**. Colaboração Alice Pierson...[et al.] _ São Paulo:Cortez,1991. (Coleção Magistério. 2º grau. Série formação de professores)

DICKINSON, T. **Hubble's Universe: Greatest Discoveries and Latest Images**. Canada: Firefly Books Ltd., 2012.

FILHO, B. B.; SILVA, C. X. **Física aula por aula: termologia, óptica, ondulatória, 2ºano**. São Paulo: FTD, 2016.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, p. 259-272, 2003.

FREIRE, Paulo. **Extensão ou comunicação**. 3. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1977.

GIACOMINI, A.; MUENCHEN, C. Os três momentos pedagógicos como organizadores de um processo formativo: algumas reflexões. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências** Vol. 15, N° 2, 2015.

GODOY, L.; AGNOLO, R.; MELO, W. **Multiversos: ciências da natureza**. São Paulo: Ftd, 2020.

GOMES, L. " **Espelhos esféricos: método gráfico**". Plataforma Descomplica. Disponível em: <https://descomplica.com.br/d/vs/aula/espelhos-esfericos-metodo-grafico/>. Acesso em: 16 jan. 2024.

GOMES, M. J. (2008). Na senda da inovação tecnológica na educação a distância. **Revista Portuguesa de Pedagogia**, 42 (2), 181-202.

HALL, A. Rupert. Isaac Newton. Adventurer in Thought. **Cambridge science biographies**, 1996.

Halliday, D.; Resnick, R.; Walker, J.; trad. de Biasi, Ronaldo Sérgio. **Fundamentos de Física**. vol.4. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

KNIGHT, R. D. **Physics for scientists and engineers: a strategic approach with modern physics**. 4. ed. Boston: Pearson Education, 2016

LIMA, J. A. S.; SANTOS, R. C. 100 Anos da Cosmologia Relativística (1917–2017). Parte I: Das Origens à Descoberta da Expansão Universal (1929). **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 1, 2018.

MANGILI, A. I. Heinrich Rudolph Hertz e a “descoberta” do efeito fotoelétrico: Um exemplo dos cuidados que devemos ter ao utilizar a história da ciência na sala de aula. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 6, p. 32-48,

2012.

MARKUS, I. R.. Ciências da natureza e suas tecnologias (cnt). **Blog Word Press**. Disponível em: <https://iranmarkus.wordpress.com/2017/11/30/sombra-penumbr-e-eclipse/> Acesso em 10 de novembro de 2023.

MARTINS, R. A; SILVA, A. P. B. Maupertuis, d'Arcy, d'Alembert e o princípio de ação mínima na óptica: uma análise crítica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 3, p. 455-463, (2007).

MINAYO, M. C. S. (org.). **Pesquisa Social. Teoria, método e criatividade**. 18 ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

NASCIDO, M. L. Propriedades básicas do campo eletromagnético. **Princípios de óptica**, v. 44, p. 1-70, 1980.

NASA (org.). **About The Hubble Space Telescope**. [S.l.]: NASA, 26 jun. 2022. Disponível em: https://www.nasa.gov/mission_pages/hubble/about. Acesso em: 04 novembro, 2023.

NOGUEIRA, F. R. A. **Uma proposta pedagógica para o ensino de ótica na EJA: nível médio**. 2015. 133 f., il. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física)—Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

OBSERVATÓRIO, G. – Governo Federal. **Laboratório Nacional de Astrofísica**. Disponível em: <https://www.gov.br/lna/pt-br>. Acesso em 16 de janeiro de 2024.

OLIVEIRA; F. K. S.; SARAIVA, M. F. **Astronomia e Astrofísica**. 2° Ed. São Paulo: Livraria da Física, 2004.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. Matemática e suas tecnologias ciências da natureza e suas tecnologias 2024. Curitiba: SEED/ PR., 2024. V.2. (**Itinerários formativos do novo ensino médio**). Disponível em: <https://professor.escoladigital.pr.gov.br/nem>. Acesso em: 14 jan. 2024.

PERRENOUD, P. **Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens, entre duas lógicas**. Porto Alegre: ArtMed, 1999.

PICAZZIO, E. *et al.* **O céu que nos envolve**: Introdução à astronomia para educadores e iniciantes. Odysseus editora, 2011.

PITTNER, D. D. *et al.* **Estudo de uma UEPS sobre transformação de energia elétrica, utilizando efeito Joule, efeito Peltier e indução eletromagnética**. 2022.p 25. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

REIS, R. R. R.; SIFFERT, B. B. Supernovas do tipo Ia e a expansão do Universo. **Cadernos de Astronomia**, Vitória, v. 3, n. 1, p. 21, 2022. DOI: 10.47456/Cad.Astro.v3n1.37130. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/astrologia/article/view/37130>. Acesso em: 04 nov. 2023.

SANTOS, M. A. S. Newton e as cores. **Mundo Educação**. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/newton-as-cores.htm> Acesso em: 11 set.

2023.

SARAIVA, M. F. **Origem e evolução do universo**. Porto Alegre: UFRGS, 2008. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/cosmo.html>. Acesso em: 04 nov. 2023.

SILVA, D. C. M. "**Rotação de um espelho plano**"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/rotacao-um-espelho-plano.htm>. Acesso em: 15 jan. 2024.

SILVA, J. S. J. "**Formação de imagens nas lentes esféricas**". Mundo Educação. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/formacao-imagens-nas-lentes-esfericas.htm>. Acesso em: 16 jan. 2024.

SILVA, M. P. C. **A observação da Lua com instrumentos ópticos e o ensino de Astronomia: articulações entre a experimentação e a sala de aula**. 2016. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SILVA, R. X. A. **As contribuições do telescópio Hubble para observações em Cosmologia e seu futuro perante o telescópio James Webb**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso.

TEIXEIRA, A. F. *et al.* Técnicas de captura e processamento de astrofotografias utilizando equipamentos de baixo custo: uma metodologia para o ensino de astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 31, p. 37-65, 2021.

WAGA, I. Cem anos de descobertas em cosmologia e novos desafios para o século XXI. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 27, n. Rev. Bras. Ensino Fís., 2005 27(1), jan. 2005.

VASCONCELOS, T. *et al.* **Trabalho por projectos na educação de infância: mapear aprendizagens, integrar metodologias**. 2011.

VIEIRA, P. C. Refração e lentes esféricas. Universidade Federal do rio Grande do Sul Instituto de Física — **Programa de Pós-graduação em Ensino de Física**. Porto Alegre, maio de 2012. Disponível em: https://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/n32_Vieira/arquivos/controle/refracao_e_lentes_esfericas.pdf: Acesso em: 04 jan. 2024.

VIEIRA, T. F. **Estudo de uma proposta didática interdisciplinar para o ensino de física e astronomia no ensino médio**. 2021. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2021. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/26263>. Acesso em: 31 out. 2023.

APÊNDICE A- PRODUTO EDUCACIONAL

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

ROSILDA MARTINS AURELIO

**UMA PROPOSTA DE ENSINO, DE ÓPTICA GEOMÉTRICA, UTILIZANDO DE
INSTRUMENTOS TECNOLÓGICOS E PRÁTICOS.**

CAMPO MOURÃO

2024

ROSILDA MARTINS AURELIO

**UMA PROPOSTA DE ENSINO, DE ÓPTICA GEOMÉTRICA, UTILIZANDO DE
INSTRUMENTOS TECNOLÓGICOS E PRÁTICOS.**

**A TEACHING PROPOSAL, ON GEOMETRIC OPTICS, USING TECHNOLOGICAL AND
PRACTICAL INSTRUMENTS**

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física — Polo 32 do MNPEF - como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Oscar Rodrigues dos Santos
Coorientadora: Profa. Dra. Adriana da Silva Fontes

CAMPO MOURÃO

2024



[4.0Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

SUMÁRIO

1	- INTRODUÇÃO.....	05
2	- OBJETIVO GERAL.....	06
2.1	- Objetivo Específico.....	06
3	- JUSTIFICATIVA.....	07
4	- ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO.....	08
5	- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	20
5.1	- Conceito básico da óptica.....	20
5.2	- Formação de Imagem.....	20
5.2.1	- Espelho plano.....	21
5.2.2	- Espelhos esféricos.....	21
5.3	- Classificação das lentes.....	22
5.4	- Os principais telescópios.....	23
5.4.1	- Telescópio Refrator.....	23
5.4.2	- Telescópio Refletor.....	24
5.5	- Fundamentação nos Três Momentos Pedagógicos.....	25
6	- REFERÊNCIAS.....	27

1 INTRODUÇÃO

Embora, busquemos mudança, no ensino de Física, sempre voltamos nos mesmos problemas da educação, como as dificuldades na aprendizagem da Física contextualização entre os conteúdos ministrados pelo professor em sala de aula, além disso como devem ser trabalhados os conhecimentos que os alunos já sabem sobre o assunto no seu cotidiano. Ao pensar nestes problemas, devemos ressaltar talvez alguns resultados de insuficiência de conhecimentos acumulados no decorrer do Ensino Fundamental, falta de estrutura adequada para estudo dos conteúdos e a falta de profissionais formados na área específica de Física.

Ao pensar em solucionar esta problemática, precisamos primeiramente preparar os profissionais da área, incluso na realidade escolar existente no Brasil. Principalmente depois da Pandemia do covid-19, como fazer para recuperar essa grande defasagem de aprendizagem que só aumentou em todos os aspectos como recursos materiais, carências formativas e afetivas dos alunos e também dos professores, tudo isso vai influenciar no desempenho do trabalho dos professores e na assimilação do conteúdo por partes dos alunos. Ao analisar toda essa defasagem e mudanças dos últimos anos, precisamos partir de um conhecimento, mais voltado para aprendizado atual no cotidiano do aluno.

O campo da nossa pesquisa é caracterizado por uma escola pública de ensino, na cidade de Santa Maria do Oeste. A amostra analisada será composta por 22 alunos da 3ª série do Ensino Médio. A proposta será aplicada entre agosto e outubro do ano de 2023. pois no decorrer deste trimestre será trabalhado o conteúdo Óptica Geométrica com uma contextualização tecnologia com ênfase em uma luneta refratora, haja visto, que a nova matriz curricular este conteúdo é abordado no terceiro ano e não mais no segundo ano, assim será feito uma relação dos conteúdos a cima mencionados, proporciona uma boa oportunidade de processar conteúdos e relacioná-los com a vida cotidiana e também com inovações tecnológicas recentes, como alguns dispositivos, presentes em aparelhos ópticos, câmeras, telescópios, projetores, lunetas e, óculos, conforme apresentado por Nogueira (2015).

Pretende-se fazer com que os estudantes, com a mediação do professor, sejam os protagonistas, do seu conhecimento, entendendo que a Física faz parte de

seu mundo e assim despertar seu interesse a essa área do conhecimento, (Canalle, 1994). Considerando a importância das atividades experimentais para a compreensão dos conceitos físicos e em consonância com os pressupostos do documento da Base Nacional Curricular no Ensino da Física BNCC, (2018), o qual reforça que o ensino deve proporcionar a educação integral do estudante, por meio da contextualização, interdisciplinaridade, representações e exemplificações, será realizado uma sequência didática visando estimular o uso de aulas práticas para contextualizar esse conhecimento.

Assim, o progresso deste Produto Educacional vai ajudar no ensino de Óptica dentro do Componente Curricular de Física do novo Ensino Médio e das Trilhas Itinerários formativos. Dessa forma, a elaboração de uma proposta didática está dividida em módulos com objetivo de assimilar o conhecimento, proposto nos Três Momentos Pedagógicos.

2 OBJETIVO GERAL

Construir uma proposta de intervenção educacional em Óptica Geométrica a na perspectiva fundamentada na proposta de no ensino dos três momentos pedagógicos por meio de materiais tecnológicos que vai estimular os conhecimentos prévios que os estudantes já possuem sobre Óptica Geométrica, utilizando de ferramentas tecnológicas como simuladores, plataformas e experimentos práticos na contextualização entre Óptica e Astronomia.

2.1 Objetivos específicos

Ao incluir este trabalho, almeja alcançar os seguintes objetivos específicos:

- ❖ Instigar o aluno a construir seu conhecimento a partir dos seus conhecimentos prévios.
- ❖ Motivar os alunos para o estudo da Óptica;
- ❖ Introdução a Reflexão, Refração, lentes.
- ❖ Óptica geométrica, sua história e subdivisões
- ❖ Espelhos esféricos, planos e formação de imagem
- ❖ história do telescópio, lentes divergentes e convergentes.
- ❖ Promover condições de aprendizagem dos conteúdos conceituais.
- ❖ A construção de uma luneta refratora, para observar objetos distantes.

3 JUSTIFICATIVA

A experimentação facilita na compreensão dos conceitos das ciências da Natureza envolvidos. Por mais que seja importante a atividade experimental no ensino da Física, nas escolas em seu dia-a-dia e muito pouco aplicado no ensino da Física a experimentação, mais se acredita que por meio destes experimentos práticos provoca no estudante o interesse ou costume de interrogar e evitando que esta disciplina seja explicada como algo que não pode ser questionável, tudo isso é importantíssimo para o desenvolvimento de determinadas habilidades e competências em Física (Brasil, 1996).

Conforme a BNCC, as Ciências da Natureza e suas Tecnologias buscam interpretar, sistematizar e entender o mundo em que vivemos, considerando os fenômenos relacionados à Vida e ao Universo na totalidade. No Ensino Médio, objetiva-se integrar a vivência do estudante à Ciência e à Tecnologia. Dessa maneira, uma aprendizagem significativa, como defendida por Ausubel (2000), assume uma perspectiva emancipadora, uma vez que considera o desenvolvimento cognitivo e cultural do sujeito para o entendimento de fenômenos e a ampliação de uma visão mais crítica sobre a construção do conhecimento científico.

Com este produto pretende trabalhar por meio de uma sequência didática, os conceitos sobre Óptica difração e reflexão da lentes e espelhos planos, e a importância da utilização de experimentos que venha colaborar para o aprofundamento da Óptica utilizando de instrumentos astronômico, para que o estudante atribua significado a um dado conhecimento, ancorando ao que já conhecia mecanicamente, para que esse aprendizado passa a ter sentido para o estudante.

Enfim, o desenvolvimento dessa sequência didática, beneficiará essa turma do 3º ano, e também outros terceiros anos do Ensino Médio, que ainda vier a estudar esse conteúdo posteriores, além de beneficiar outros docentes da área do ensino que poderá utilizar deste material.

4 ENCAMINHAMENTO

As atividades serão desenvolvidas no segundo semestre de 2023, no período vespertino, trabalhando dentro da carga horária e também em contra turno com os alunos do período matutino, da 3ª série do ensino médio no Colégio Estadual do município de Santa Maria do Oeste-Paraná. A proposta didática deste trabalho visa realizar conhecimentos sobre Óptica Geométrica por meio de atividades propostas dentro de uma sequência, baseado na teoria Três Momentos Pedagógicos, conforme Delizoicov e Angotti (1994). Os resultados mostram que as novas metodologias facilitam o trabalho do professor e o ensino dos conceitos físicos, tornando a aula mais atrativa e dando sentido ao aluno. Este produto estará à disposição dos professores interessados para auxiliá-los em sua prática pedagógica e também em novas metodologias de ensino e pode ser utilizado como base para outros conteúdos.

A proposta de sequência didática (SD) está estruturada em seis módulos totalizando quinze aulas de 50 minutos, de acordo com o quadro 1.

Quadro 1 – Estruturação da sequência didática

Módulos	Temas	Número de aula
Módulo 1	Óptica geométrica e suas subdivisões	2
Módulo 2	Visita do planetário da (UTFPR)	2
Módulo 3	Introdução a Reflexão, Refração	3
Módulo 4	Espelhos esféricos, planos e formação de imagens	3
Módulo 5	história do telescópio, lentes divergentes e convergentes.	2
Módulo 6	Construção de uma luneta astronômica	3

Fonte: Autoria própria (2023)

Quadro 2 – Óptica geométrica, sua história e subdivisões

MÓDULO 1	Carga horária: 2 horas/aulas
Modalidade	Síncrona
Objetivos	Conhecer o conceito de Óptica a partir de sua história e subdivisões; Classificar a luz com relação à sua natureza, meio óptico de propagação.
Conteúdos	A teoria, seus criadores são como ela é aplicada na vida real; Princípio da Óptica Geométrica;

	Propagação retilínea da Luz.
Materiais	Textos impressos e algumas questões; Plataforma: “Mentimeter” para um debate sobre Óptica; Materiais Óticos: protótipo do olho humano, máquina fotográfica, lupa, microscópio óptico, telescópio, projetores, lentes, etc.; Slide: “Princípio da Óptica Geométrica”; Vídeo: “Óptica Geométrica” < https://www.youtube.com/watch?v=3TpSGZQ3sFY >.

Fonte: Autoria própria (2023)

Módulo 1

1º Momento - Problematização inicial:

Foi realizado oralmente alguns questionamentos com relação a Óptica.

I)O que é Óptica para você?

II)Quais os tipos de Ópticas?

III)Quais matérias do seu cotidiano a Óptica está presente?

2º Momento - Organização do conhecimento:

Organização do conhecimento, aconteceu por meio da explanação de Slide: “Princípio da Óptica Geométrica”; um vídeo: “Óptica Geométrica. Além de, utilizando de três textos adaptados do livro “Ensino de física: Multiversos” de Leandro Godoy (2020). Um dos textos tinha o título geral “Luneta astronômica”, outro era intitulado “Observando o Universo e a reflexão da luz” e o terceiro texto tinha o título “Observando o Universo, refração da luz em lentes esféricas”. Os textos foram distribuídos para cada equipe de 5 alunos, sendo a proposta inicial a leitura, em silêncio, por parte de cada grupo.

3º Momento - Aplicação do conhecimento

Na aplicação do conhecimento, nesta fase, aconteceu a sistematização das dúvidas e informações relacionadas ao assunto, finalizando essa aula por meio de uma roda da discussão, onde realizou a mediação o diálogo entre os alunos, onde os mesmos realizaram colocando as suas ideias fizeram alguns apontamentos, tiraram dúvidas, percebesse indícios da construção do conhecimento por meio desta proposta de atividade. Após a leitura, análise e reflexão dos textos, os alunos deveriam responder uma questão problematizadora

levando em consideração os conceitos abordados sobre: Telescópio refrator; luneta astronômica; o Universo e a reflexão da luz, refração da luz, e lentes esféricas. Questões levantadas sobre os textos como:

- 1) Você saberia apontar as diferenças entre o primeiro, segundo e o terceiro texto?
- 2) Você saberia apontar a importância da Óptica em nossas vidas, conforme a leitura de alguns dos textos que acabou de ler?
- 3) Conseguiu identificar entre o primeiro, segundo e o terceiro texto, alguma importância da Óptica para o estudo da Astronomia?

A professora pedirá para cada grupo, justificar cada apontamento, e entregar as respostas ao final da aula. A professora, por sua vez, questionará as diferenças de ambos os textos, ou seja, comparava o ensino da Óptica a um instrumento astronômico, a luneta. Na sequência, será solicitado às equipes que compartilhem suas respostas através de relatos e suas sobre os textos mencionados na problematização inicial sobre telescópio refrator; luneta astronômica; o Universo e a reflexão da luz, refração da luz, e lentes esféricas.

Quadro 3 – Visita do planetário da (UTFPR)

Módulo 2	Carga horária: 2 horas/aulas
Modalidade	Síncrona (Visita ao polo da UTFPR de Campo Mourão)
Objetivos	Durante a visita ressaltou-se por meio de um vídeo a simulação no planetário, visualização por meio do telescópio da (UTFPR) visualização do céu estrelado noturno, fazendo uma comparação desta visualização ocorre em diferentes épocas do ano, buscando a maior semelhança possível com a realidade, contextualizando a Óptica Geométrica, presente nos instrumentos astronômicos.
Conteúdos	Noções de Imagens Ópticas, apresentado através do uso de um instrumento óptico, na visita ao planetário.
Materiais	Textos impressos e algumas questões; Vídeo “Uma viagem 3D sobre os planetas”, por meio do projetor Fulldome modelo Titã, Resolução UHD 3840x2160, que se encontra neste Planetário.

Fonte: Autoria própria (2023)

Módulo 2

1º Momento - Problematização inicial

Foi repassado para o aluno as questões como estímulo a busca do conhecimento sobre a Óptica Geométrica, com os seguintes questionamentos:

- a) Vocês já ouviram falar em Óptica Geométrica?
- b) Onde você vê as imagens de Óptica em seu dia-a-dia?
- c) Qual é a importância para a Física visitar um Planetário?
- d) Quais contribuições o planetário pode trazer para você?
- e) Qual é o instrumento utilizado no Planetário para mostrar os movimentos dos planetas?

2º Momento - Organização do conhecimento

Aconteceu ao chegar ao Planetário Rodolpho Caniato, apresentará aos alunos as imagens sobre o sistema planetário, no qual eles estão inseridos. Motivando os estudantes a ambicionarem a saber mais sobre os instrumentos e conceitos Ópticos utilizados para o estudo da Astronomia, mencionados em sala de aula. Possibilitando aos estudantes de conhecer o universo, de uma forma, mais próxima da realidade, por meio de uma simulação, de alguns instrumentos Ópticos que existe no Planetário.

3º Momento - Aplicação do conhecimento

Ocorrerá esse momento da acontecerá ao finalizar a visita, quando a professora deixará como tarefa de casa, para que os mesmos respondam novamente o questionário que os mesmos fizeram como problematização inicial sobre os conceitos físicos aprendido no planetário, quais contribuições trouxe com relação as questões salientadas ao final da aula anterior. Afim de analisar se já está acontecendo a construção do conhecimento, evidenciando assim que essa temática da Óptica já está mais bem estabilizada na estrutura cognitiva dos alunos.

Quadro 4 – Introdução a Reflexão, Refração

Módulo 3	Carga horária: 3 horas/aulas
Modalidade	Síncrona
Objetivos	<p>Analisar a incidência da luz de um instrumento refratário; experimentar o que ocorre com a passagem da luz através dos objetos transparentes, corpos, janela de vidro lentes, prismas água, etc.</p> <p>Apresentar o fenômeno da refração, as suas aplicações no dia a dia e as leis que</p>

	regem esse fenômeno.
Conteúdos	Reflexão e refração
Materiais	Textos impressos, imagens tv, data show etc.

Fonte: Autoria própria (2023)

Módulo 3

1º Momento - Problematização inicial

Utilizaremos, uma plataforma “Mentimeter”, esta plataforma terá como objetivo, uma problematização, por meio que uma questão norteadora sobre a o que é Óptica para cada um deles? Os mesmos respondem em três palavras, em forma de uma nuvem de palavras que aparece na data show espontaneamente, na hora que eles acessaram o link. Neste caso, espera-se que ocorra uma interação entre os educandos, contribuindo com a discussão geral sobre as suas ideias em relação à Óptica Geométrica.

2º Momento - Organização do conhecimento

No momento de organização do conhecimento, durante essa abordagem, discutirão questões e aspectos históricos relevantes com relação ao conceito da Óptica, para completar será feito uma aula expositiva, como uso de vários materiais óticos disponíveis no laboratório, como um protótipo do olho humano, máquina fotográfica, lupa, microscópio óptico, telescópio, projetores, lentes, etc. Além desta plataforma e exposição destes matérias, também será utilizado de slides sobre refração e reflexão, vídeo “A Física e o Cotidiano”.

3º Momento - Aplicação do conhecimento

Ao final deste módulo, será aplicado novamente uma atividade na “plataforma Mentimeter”, uma nuvem de palavras para comparar a evolução do aprendizado, afim de verificar se houve indícios de aprendizagem com relação à problematização inicial, sobre reflexão, refração. Além disso será feito uma avaliação, por meio das respostas que os grupos responderam da problematização inicial, conforme os anexos deste módulo.

Quadro 5 – Lentes, espelhos esféricos, planos e formação de imagem

Módulo 4	Carga horária: 3horas/aulas
----------	-----------------------------

Modalidade	Síncrona
Conteúdo	Espelhos esféricos; Espelhos planos; Formação de imagem.
Objetivos	Identificar imagens produzidas por um espelho plano e outro esférico; compreender a diferença entre lentes esféricas convergentes e divergentes; Identificar a ligação da Óptica Geométrica com a Astronomia.
Materiais	Slides sobre “espelhos e lentes esféricas”; Exposição de algumas espelhos e lentes; Simulador, do Phet Colorado, para melhor fixação do conceito de lentes. https://phet.colorado.edu/sims/html/geometric-optics/latest/geometric-optics_all.html?locale=pt_BR ;
	simular e ver como um raio de luz se decompõe em um prisma para formar um arco-íris. Acesse: https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_pt_BR.html ; Utilização de (CDS) velhos como um prisma, representar a decomposição as cores.

Fonte: A autoria própria (2023)

Módulo 4

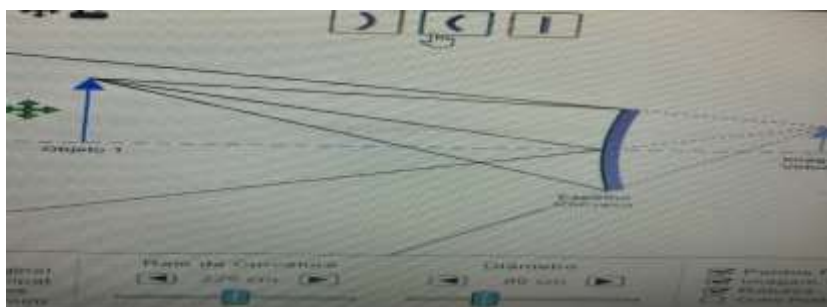
1º Momento - Problematização inicial

Iniciará por meio de um questionário específico sobre lentes e espelhos de maneira expositiva dialogada, utilizando do projetor multimídia de forma a projetar e apresentar a eles algumas imagens e textos sobre lentes, espelhos e formação de imagem. Sua apresentação será importante porque conectará o que estava sendo dito com a mensagem visual. A ligação entre o que é dito e o que é mostrado é fundamental, e se isso não for conseguido, em vez de incentivar a retenção, temos o efeito contrário.

2º Momento - Organização do conhecimento

Será utilizado a plataforma de simulações de conteúdo de Física, “Phet Colorado”, para melhor fixação do conceito de espelhos e lentes e sobre raios de luz, como apresentado nas figuras. No momento de organização, serão apresentados simuladores do Phet Colorado, para melhor fixação do conceito de lentes e sobre raios de luz, como apresentado na figura 1.

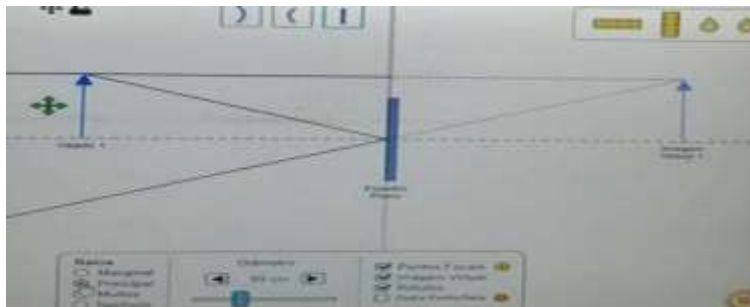
Figura 1 – A simulação de um objeto em espelho convexo do simulador Phet



Fonte: Autoria própria (2023)

Nessa figura, tem-se um espelho convexo e em sua frente, um objeto, a partir do qual são traçadas três linhas, representando os raios de luz que saem dele e vão até o espelho, sendo assim refletidos, criando a imagem virtual, atrás do espelho. Os espelhos convexos, como se sabe, geram as imagens em seu interior, conhecidas também como imagem virtuais. Neste simulador é possível que os alunos testem diferentes posições do objeto em relação ao espelho, e ainda, como os raios são refletidos nele, levando em conta as projeções dos raios em seu interior.

Na figura 2 – A simulação de um objeto em espelho plano do simulador Phet.

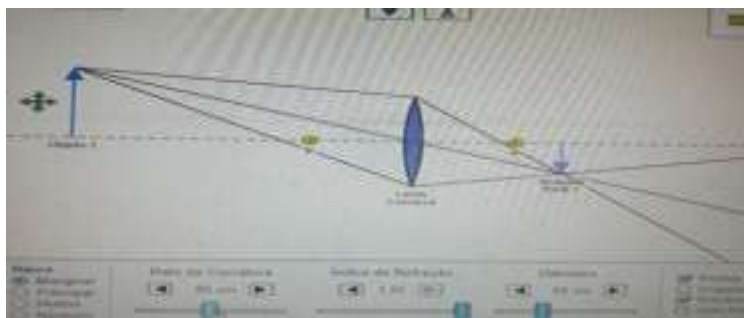


Fonte: Autoria própria (2023)

Nessa figura, mostra-se a reflexão da luz em um espelho plano. Ela ocorre quando, os raios de luz incidem na superfície do espelho, sendo refletidos com um ângulo igual ao de incidência, sendo possível prolongar os raios de luz para o seu interior, formando a imagem do objeto.

Em geral um espelho plano é polido, de forma que a reflexão da luz ocorre de forma regular, ou seja, segundo o princípio da propagação retilínea da luz, que também pode ocorrer em uma placa de vidro com superfície pintada com uma fina película de prata, na qual irá ocorrer a reflexão da luz, formando assim uma imagem virtual, não invertida.

Figura 3 – No simulador Phet.um objeto em uma lente de bordas finas (convergente).

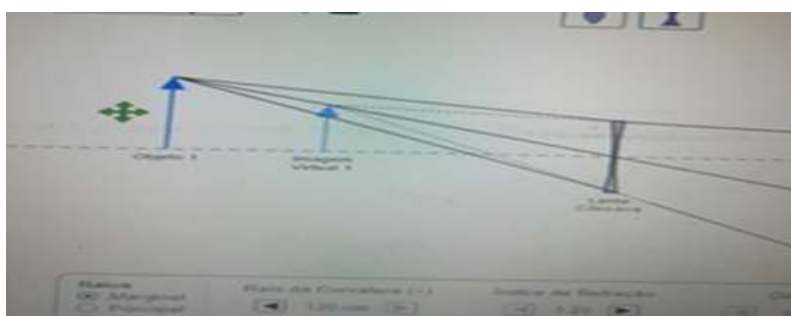


Fonte: Aatoria própria (2023)

Nesta figura, está representação, por meio de uma lente biconvexa, o objeto está antes do ponto principal ($A = 2f$). Neste caso o que acontece é que a luz que chega pela extremidade superior passa pelo foco 1, enquanto a luz que passa pelo centro ótico, não sofre desvio, seguindo reto. No cruzamento destes dois raios, e também podendo abranger o raio que incide pela face inferior irão se encontrar após a lente, formando uma imagem de cabeça para baixo (invertida).

No simulador essa imagem foi obtida a partir de um esquema com as seguintes proporções: raio da curvatura: 80 cm, índice de refração: 1,80, diâmetro: 80cm, formando uma imagem invertida, menor e real. Essas lentes, em geral, são comumente encontradas em máquinas fotográficas, máquinas de xérox e até mesmo nos olhos humanos.

Figura 4 – No simulador um objeto em uma lente de bordas grossas (divergente).



Fonte: Aatoria própria (2023)

Nesta figura, a formação da uma imagem ocorre por meio de uma lente divergente. Neste caso a formação da imagem independe da posição do objeto, formando sempre uma imagem virtual, menor e não invertida. Sua localização estará sempre entre o centro ótico e o foco. Ela é utilizada para correção da miopia, aparece nas oculares em microscópios, lunetas e binóculos.

3º Momento aplicação do conhecimento.

O momento da aplicação do conhecimento acontecerá durante toda aula, ao finalizar o uso do simulador, a professora fornecerá um roteiro com algumas perguntas, onde os alunos realizarão um relato sobre os conceitos físicos aprendido nos simuladores. Ao aplicar o conhecimento na plataforma “Phet Colorado”, espera-se que aconteça uma contribuição na interação dos conceitos trabalhados em sala, sendo que este material prenda mais a atenção e participação dos estudantes, ao responder questões propostas, durante o uso desta plataforma.

Quadro 6 – História do telescópio, lentes divergentes e convergentes.

Módulo 5	Carga horária: 2 horas/aulas
Modalidade	Síncrona
Conteúdo	História do telescópio; Lentes divergentes e convergentes.
Objetivos	Conhecer o conceito de espelhos esféricos e a formação de imagens nos tipos côncavo e convexo; Conhecer a formação de imagens em espelhos planos; Entender a história do telescópio; Identificar os principais tipos de Lunetas; Entender que a Luneta realiza uma imagem real e invertida no seu plano focal e imagem virtual, direita e ampliada.
Materiais	Pesquisa no laboratório de informática; Notebooks, internet e data show.

Fonte: Aatoria própria (2023)

1º Momento - Problematização inicial

Iniciou-se a problematização sobre a importância das lentes para o estudo da Astronomia. Em seguida a professora vai separar os alunos em grupos para pesquisem sobre diferentes tipos de telescópios, como a luneta refratora de “Galileu Galilei”, o Telescópio “newtoniano” de Isaac Newton, os espaciais “Hubble” e “James Webb”, e o terrestre “Gemini”. Os alunos mostrarão a história, a estrutura, tipo de montagem e a forma como o telescópio capta a imagem (em termos de lentes e espelhos esféricos).

2º Momento – Organização do conhecimento

Na sequência, para organizar este conhecimento, a professora pedirá que os alunos montem alguns slides sobre a pesquisa realizada com relação aos vários telescópios pesquisados, em seguida eles realizarão a apresentação do seminário.

3° Momento

E na última momento deste módulo, a professora realizará aplicação do conhecimento, solicitando para que cada grupo realize a apresentação da pesquisa efetivada sobre os tipos de telescópios. Após cada apresentação a professora fará alguns apontamentos sobre apresentação de cada equipe, de forma a complementar as informações trazidas pelo grupo, além de retomar a questão inicial com os alunos, destacando a importância destes telescópios para o desenvolvimento da Astronomia. Será feita uma avaliação por meio de uma rubrica.

Este seminário será avaliado de acordo com os seguintes critérios avaliativos por grupos: • Apresentação oral da pesquisa - organização e clareza; explicação do conceito explorado; resolução de dificuldades; domínio do tema; engajamento e postura. • Realização da pesquisa e montagem da apresentação - precisão e qualidade da montagem; controle de variáveis; resolução de dificuldades.

Quadro 7 – Construção de uma luneta astronômica

Módulo 6	Carga horária: 3 horas/aulas
Modalidade	Síncrona
Conteúdos	Aplicação de lentes esféricas em nossos cotidianos.
Objetivos	Realizar vários experimentos simples explicar o porquê da refração, reflexão e formação de imagens em espelhos e lentes. (Retas diagonais ou curvas; Lápis quebrado” e “Moeda que aparece; bebo água de coco”; Setas invertidas) Construir uma luneta astronômica refratora, como um recurso de observação e ampliação do conhecimento da Óptica por meio desse instrumento.
Materiais	Instrumentos ópticos e instruções para a montagem da luneta; Tubos de pvc de diâmetros variados, cola para tubo pvc, tinta spray preto fosco, fita isolante, lixas, lupas, 50 ou 40 mm e Garrafa pet.(lápis, moeda, água, setas etc).

Fonte: Autoria própria (2023)

1° Momento - Problematização inicial

Ao iniciar o ultimo módulo, por meio de algumas perguntas voltado para cada experimento estará nas rotações, para que estimule os alunos a pensar sobre compressão do funcionamento dos telescópios e sua importância ao longo da história para o conhecimento do Universo, além de levar estudantes a refletirem sobre a contribuição da Óptica no desenvolvimento da primeira luneta construída. Além de visar uma abordagem por meio da experimentação, em uma rotação por estações, em que as tarefas propostas dos fenômenos ocorrerão, quando os alunos

estão em grupos, eles podem circular pelas as estações e encontrar materiais para manipular, testar para sanar suas dúvidas das questões sugeridas nos experimentos de cada rotação.

2° Modulo – Organização do conhecimento

Para retomar as tarefas da rotação por estações sobre os fenômenos de reflexão, refração, lentes e espelhos a fim de sistematizá-las e de definir e caracterizar tais fenômenos óptico sem seguida realizar a montagem da luneta refratora. Portanto, é útil mostrar a configuração óptica dos dois tipos de espelhos e indicam o caminho da luz para chegar ao olho do observador.

Nas duas últimas aulas deste módulo, tem-se como objetivo a montagem de uma luneta, então a professora passa um roteiro passo a passo como montar uma luneta. Na sequência, os alunos discutiram entre si suas ideias e entendimentos, e cada grupo construiu a sua luneta astronômica. Para essa aula, a professora terá anteriormente informado a relação do material que será utilizado para que os alunos tragam para realizar a construção. Nesse momento, a professora, ajudará os grupos na construção, ao terminar a confecção das suas lunetas, cada um dos grupos terá a oportunidade de visualizar as lunetas das demais equipes.

3° Momento – Aplicação do Conhecimento

Ao finalizar prática com os alunos, eles foram avaliados pela participação nas atividades orais, escritas e prática; e também por meio de uma rubrica. Esta aula terminará com os alunos olhando a Lua através da luneta. Ao ampliar a Lua com ampliação de 8x, você pode ver as áreas escuras e crateras da Lua. De acordo com a proposta da BNCC para o novo Ensino Médio ao implementar essas atividades almeja ampliar nos estudantes as seguintes competências e habilidades da Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Competência específica 1: Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global. Habilidade: (EM13CNT101) Analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões em situações cotidianas e processos produtivos que priorizem o uso racional dos recursos naturais.

Habilidade: (EM13CNT106) Avaliar tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo.

Habilidade (EM13CNT102) Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas que visem à sustentabilidade, com base na análise dos efeitos das variáveis composição dos sistemas naturais e tecnológicos.

Competência específica 2: Investigar situações problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Habilidade: (EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica (Brasil, 2017, p.559).

Habilidade: (EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos — interpretando gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, elaborando textos e utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) —, de modo a promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural.

Habilidade: (EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

Nesse sentido, quando acontece uma avaliação diagnóstica e formativa, o professor também é avaliado como o aluno. Este tipo de avaliação serve de âncora para a nova aprendizagem facilitando ao professor a preparação de novos métodos para repassar os conceitos a ser trabalhados servindo de ponte entre o que o

aprendiz já sabe e o que ele deve saber, tem como objetivo principal uma formação integral com a finalidade de desenvolver as várias capacidades dos indivíduos, levar em consideração os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais que promovam as capacidades motoras, de equilíbrio e de autonomia pessoal, de relação interpessoal e de inserção social.

Enfim ao iniciar uma avaliação, essa precisa contemplar a formação integral do indivíduo, segundo uma concepção construtivista e formativa, de forma que o processo avaliador, a pesar de seu objeto de estudo, tem que ressaltar as distantes fases de uma intervenção que deverá ser bem pensada. Portanto, por meio, desta intervenção, pretende-se conhecer qual será os objetivos inicial conhecer os conteúdos de trabalho se adequarão constantemente (avaliação reguladora) às necessidades que vão se apresentando para chegar a determinados resultados, (Zabala, 1998).

5 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

5.1 Conceito básico da Óptica

Um conceito chave em óptica geométrica é o conceito de um raio de luz representando a própria trajetória da luz. Matematicamente, um raio de luz é representado por um segmento de uma curva direcionada. Num ambiente homogêneo, a curva relevante é reta. Mas num meio não homogêneo, os raios de luz seguem outras curvas. A luz e seus fenômenos luminosos despertam o interesse de cientistas há milênios, ansiosos por explorar não apenas a sua natureza, mas também os efeitos criados pela luz nas mais diversas situações e interações. Foram feitos variados experimentos, por vários pensadores, chegando ao conhecimento que hoje se denomina por física/óptica geométrica. Verificou-se que a luz, ao viajar pelo espaço, poderia colidir com outros corpos, provocando desvios na sua trajetória (reflexão), assim como podia sofrer também desvios quando atravessava meios de diferentes densidades (refração).

As interações demonstravam que o ângulo de incidência é decisivo para esses desvios. Para que a Óptica pudesse progredir, o problema da percepção visual teve que ser deixado de lado para desenvolver estudos de dispersão da luz, conforme (Blay, 2007, p 132). As primeiras explicações sobre a luz visível ou espectro visível, são do físico Isaac Newton, no século XVII. Newton realizou uma série de experimentos, e foi em um deles que, em 1671, utilizou pela primeira vez a palavra espectro. Diante disso, Newton chegou à conclusão que a luz branca (luz solar) era formada por várias cores visíveis, e que essas cores sofriam um desvio diferente ao atravessar um prisma. O físico notou também que o violeta sofria um desvio maior ao atravessar o prisma em relação ao vermelho, que esse sofria um desvio menor. Ou seja, o vermelho movia-se mais rápido que o violeta, como resultado disso, criava uma refração menor ao passar pelo prisma, (Vasconcelos, 2011).

5.2 Formação de imagem

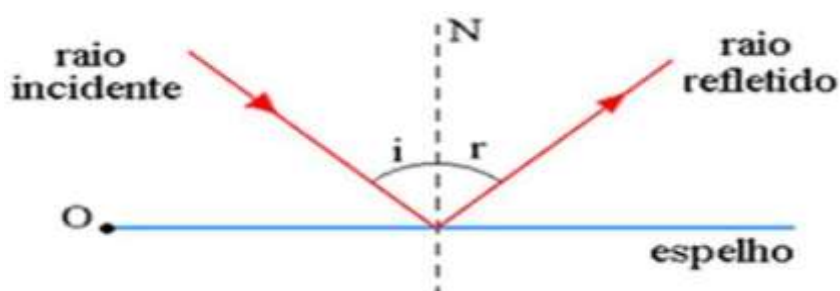
O sistema visual, que se conecta à retina e termina no córtex cerebral, localizado na parte posterior do cérebro, processa as informações contidas nos raios de luz quase que automaticamente. Este sistema detecta bordas, orientações,

texturas, formas e cores e dá à consciência a imagem de um objeto, a partir da luz que foi refletida a partir deste, tal informação, no entanto, não vem isolada. Nesse caso, o objeto é visto na direção onde o espelho ou lente está localizado, e a distância percebida pode ser significativamente diferente da distância real, (Halliday,2003).

5.2.1 Espelho plano

Quando um raio de luz incide sobre um espelho, tanto o ângulo de incidência (i) quanto o ângulo de reflexão (r) são medidos em relação a uma linha perpendicular à superfície, chamada linha ou reta normal (N). Duas leis empíricas decorrem desta situação. A primeira lei diz que o ângulo de incidência (i) e o ângulo de reflexão (r), medidos em relação à normal (N) são iguais, enquanto a segunda lei diz que os raios incidente e refletido devem estar contidos no mesmo plano. Uma analogia para auxiliar no entendimento da segunda lei é imaginar a colisão de uma bolinha contra a parede.

Figura 5 – Representação de um espelho plano

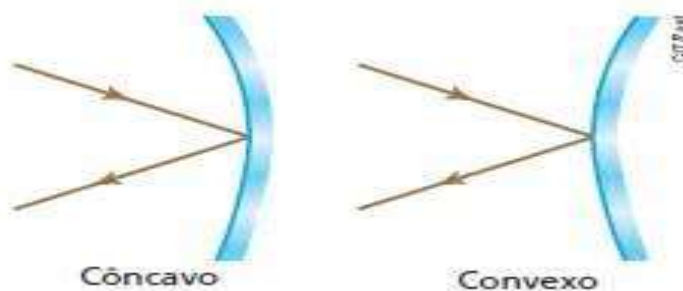


Fonte: Silva (2023)

5.2.2 Espelhos esféricos

Segundo Schiavon e Batista (2018, p.146), os espelhos cuja superfície refletora é uma calota esférica podem ser chamados de côncavos se a superfície do espelho estiver voltada para dentro; e convexo quando a superfície reflexiva está descentralizada. Uma vez definido o tipo de espelho a ser trabalhado, bem como os seus três pontos principais: vértice (V), foco (f) e centro de curvatura (C), é possível trabalhar então os raios notáveis, e com eles, obter uma imagem (i) a partir de um objeto (o). Na Figura 6 é apresentado um esquema de um espelho esférico côncavo e convexo e dois de seus pontos principais.

Figura 6 – Representação de um espelho esférico.

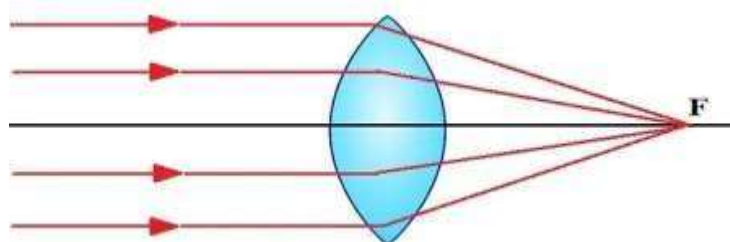


Fonte: Gomes (2024)

5.3 Classificação das lentes

As lentes são dispositivos ópticos que possuem a funcionalidade por intermédio da refração da luz e são muito utilizadas no nosso dia a dia. O material que as constitui normalmente vidro e o plástico. Retornando na questão do comportamento divergente ou convergente a partir das relações de índice de refração. Se o índice de refração relativo entre a lente e o meio for maior que do que 1, ou seja, se o índice de refração da lente for superior ao do meio, então as lentes com bordas finas convergem e as lentes com bordas grossas divergem. Os tipos de lentes esféricas, conforme apresentado na Figura 9: arestas finas, lentes convergentes, da esquerda para a direita: biconvexas, côncavo-convexas e planas, e bordas grossas, divergente, da esquerda para a direita: bicôncavas, plano-côncava e convexo côncavas. Nas Figuras 7 e 8 são apresentados os esquemas do comportamento convergente e divergente, respectivamente.

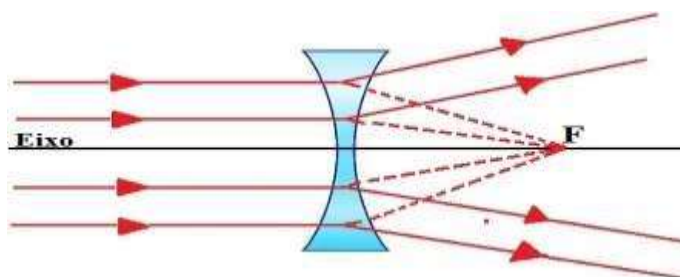
Figura 7 – Lentes Convergentes



Fonte: Alves (2019)

Nas lentes Divergentes os raios de luz incidem paralelos ao eixo principal, eles sofrem dupla refração e se espalham.

Figura 8 – Lentes Divergentes



Fonte: Alves (2019)

Lente é um elemento óptico, que se utiliza do fenômeno da refração para convergir ou divergir os raios luminosos. O modelo tradicional de lente compõe-se de duas superfícies refratárias, que podem ser de vidro polido ou, até mesmo, de acrílico. Ao menos uma das superfícies deve ser côncava ou convexa. No caso das lentes, muito do que já se discutiu para a formação de imagens em espelhos esféricos pode ser brevemente modificado, tendo quase que a mesma forma de aplicação e tratamento matemático.

5.4 Os principais telescópios

O olho humano é o principal instrumento de observação celeste, porém não conseguimos ver alguns detalhes dos astros pelo fato de que o ângulo de visão (α) é muito pequeno. Utilizamos lunetas e telescópios para observar os astros que estão muito distantes de nós pois eles têm um ângulo de visão (α') bem maior do que o ângulo de visão humano.

Segundo Canalle, não tem como um astrônomo trabalhar se não estiver em mão um telescópio, principalmente quando vai trabalhar com alunos do ensino fundamental e médio, até mesmo com a maioria dos educadores. Portanto ele sugere que se faça juntamente com os alunos uma luneta para que aula se torne mais atrativa para os mesmos apreender o conceito de Astronomia, além do mais e de fácil construir uma luneta a (Canalle,1994).

5.4.1 Telescópio Refrator

Segundo Teixeira, (2022), Galileu criou um instrumento extraordinário para observar o céu, um telescópio astronômico, foi em junho de 1609, Galileu construiu a sua primeira luneta, tendo como referência um instrumento para olhar à distância, fabricado pelo holandês Hans Lipperhey. Na sua primeira “obra” conseguiu uma ampliação de 3 vezes, mas em dezembro, depois de ter construído várias lunetas,

obteve a mais potente, com uma ampliação de 30 vezes. A primeira combinação de lentes em um instrumento "tipo telescópio" foi feita na Holanda em 1608, destinada à melhor visualização de óperas.

No ano seguinte, Galileu Galilei, tendo tomado conhecimento desse invento, modificou-o, tendo para isso de construir ele próprio as suas lentes. Estava assim inventado o telescópio refrator, composto por duas lentes na extremidade de um tubo de couro. A lente voltada para o objeto observado recebe o nome de objetiva e a lente voltada para o olho do observador recebe o nome de ocular.

Figura 9 – Representação de um telescópio refrator



Fonte: (Nasa; Esa, 2022).

5.4.2 Telescópio Refletor

Esse problema foi solucionado em 1668 por Isaac Newton, utilizando para isso um segundo espelho, plano, colocado à frente do espelho côncavo, desviando a imagem formada lateralmente ao tubo do telescópio, por onde então é feita a observação. Estava assim inventado o telescópio refletor, onde o elemento óptico principal é um espelho. Ainda hoje o tipo de telescópio inventado por Newton (Newtoniano) tem sido o mais usado na astronomia amadora, (Hall, 1966, p.67).

O problema com este telescópio era a aberração esférica, um fenômeno, no qual os raios de luz, que chegam perto das bordas das lentes esféricas, são mais refratados do que os raios que chegam perto do centro, criando uma imagem menos precisa do objeto. Newton fez essa nova forma, com objetivo de suavizar a interferência acromática, a qual estava presente em telescópios refratores, e era um grande problema, antes destas lentes e os espelhos ser utilizados conjunto com o espelho plano. Um telescópio newtoniano geralmente possui um espelho primário parabólico, mas quando a razão focal é maior que um oitavo, um espelho primário esférico é usado. O espelho secundário é reto e reflete a luz no plano focal a parte

superior do tubo do telescópio. Esta é a composição mais simples, barata e muito popular entre os telescópios.

Figura 10 – Representação de um telescópio refletor



Fonte: (Nasa; Esa, 2022)

5.5 Fundamentação Teórica sobre os Três Momentos Pedagógicos

O recente trabalho está alicerçado na teoria de aprendizagem do Três Momentos Pedagógicos (TMP). Essa dinâmica, proposta originalmente por Delizoicov (1982), promove a transformação do conceito de Paulo Freire em espaço educacional. O qual tem como início a problematização de alguns desafios relacionados ao processo educacional, realizado em sala de aula pode ser descrito da seguinte forma:

Equivalente ao problema inicial (PI), procura-se lidar com a situação relacionada, com a situação real dos alunos, para que enfrentem desafios. Porém, reavaliando as questões que se encontram pouco nos contextos atuais referidos precisamos atentar para a necessidade de obter outros conhecimentos que os educandos não possuem. Nessa prática, a construção do conhecimento também decorre do conhecimento prévio dos alunos sobre as questões levantadas, o que pode ser entendido como o ponto de início para a construção do conhecimento científico dos mesmos. Relacionado com conteúdo acima, Freire (1987) enfatizou:

Os educadores não são mais apenas educadores, mas educadores que conversam com os alunos enquanto são educados. Educador e educando, ambos se tornaram sujeitos de um processo em que crescem juntos e o argumento oficial não é mais válido (Freire, 1987 p. 39).

Portanto, essas das mudanças método do (TMP), os alunos podem conectar-se com metade do seu conhecimento acumulado sobre problemas do mundo real, o que também ajuda a estimular habilidades de expressão verbal, pois isso fará com que os alunos produzam uma certa inquietação. Nessa perspectiva, os

(TMP), são caracterizados por Delizoicov e Angotti (1994) em três etapas: Problematização Inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento.

Problematização Inicial: Apresentam-se questões, também situação problema para discussão com os alunos, com o propósito de relacionar o conteúdo conceitual com acontecimento relacionados com seu cotidiano vivido pelos mesmos, até esse momento não conseguem interpretar pela falta de compreensão conceitual científico.

Organização do Conhecimento: O conhecimento em Ciências e Física é fundamental para a compreensão do tema e da problematização inicial que será explorado e sistematizado. Para que ocorra um aprofundamento por meio, dessa problematização, será realizado por meio de conceitos, através de livros, slides, vídeos, textos, simuladores e algumas práticas e discussões. O aprendiz deve estar ciente da existência de outras visões e explicações para as situações problemáticas, portanto, ele possa comparar esse discernimento com o que já entende, para este, o auxilie a compreender melhor as situações colocadas prévias. Execução da compreensão: Que ocorre no último momento, segundo os autores Delizoicov e Angotti (1994) afirmam que:

Destina-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelos alunos, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinam seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento (Delizoicov; Angotti, 1994, p. 35).

Portanto, serão aplicadas atividades, que sejam possíveis, poder analisar se ocorreu uma acomodação deste conhecimento, depois da aplicação deste trabalho, além disso, vai ser trabalhado práticas que direcione o educando a se tornar crítico diante das situações propostas. Desta forma, será possível analisar se o aluno entenda que o conhecimento é uma construção de sequências, que parte da problematização inicial, até chegar ao conhecimento científico construído passo -a-passo.

6 REFERÊNCIAS

- ALVES, N. “**Lentes esféricas, Convergentes e Divergentes**”. Gestão Educacional. Publicado em 02/08/2019. Disponível em: <https://www.gestaoeducacional.com.br/lentes-esfericas-o-que-sao/>. Acesso em 16 de janeiro de 2024
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Tradução Lígia Teopisto. Editora, LDA. Lisboa, 2003.
- BLAY*, M. La véu et lá lumière: Sur quelques aspects de l’histoire de la lumière. **Revue d’Histoire des sciences**, v. 60, n. 1, p. 119-132, 2007.
- BONJORNO, *et al.* **Física: Termologia. Óptica**. Ondulatório 2º ano. Vol. 2. 3ª ed. São Paulo: FTD, 2016.
- BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996. **Lei de diretrizes e bases da educação nacional**. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 1996
- BRASIL (2006), **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**, Brasília: MEC/SEB.
- CENTRO UNIVERSITARIO DE MARINGÁ**. Núcleo de educação à distância; **BATISTA**, Michel, Corci; **SCHIAVON**, Gilson, Junior; **BATISTA**, Danilo, Corci. **Física Geral**. Michel Corci Batista; Gilson Junior Schiavon; Danilo Corci Batista. Maringá-Pr.: Unicesumar, 2018. 247p. Graduação - EaD. 1. Física. 2. Geral. 3.
- CANALLE, J. B. C.; OLIVEIRA, I. A. G. Demonstre em aula-Comparação entre os tamanhos dos Planetas e do Sol. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 11, n. 2, p. 141-144, 1994.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Editora Cortez, 1994.
- DAMINELI, A.; STENER, J.. **O fascínio do Universo**. São Paulo: Odysseus editora, 2010.
- FREIRE, P. Pedagogia do oprimido. 17ª. Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, v. 3, p. 343-348, 1987.
- GODOY, L. P. **Multiversos: ciências da natureza: origens: ensino médio /** Rosana Maria Dell’ Agnolo, Wolney Candido de Melo. — 1. ed. — São Paulo: FTD, 2020.
- GOMES, B. C. C.; ZANON, D. A. V. **A educação através da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)**, para os anos iniciais do Ensino Fundamental: a Terra e o Universo em foco. **ACTIO**, v. 4, p. 146-164, 2019.
- HOWELL, E.; DOBRIJEVIC, D.. NASA's James Webb Space Telescope: The

ultimate guide. **Space**, Nova York, 29, abr. 2022. Referência. Disponível em: <https://www.space.com/21925-james-webb-space-telescope-jwst.html>. Acesso em 16 de janeiro de 2024.

MELO, J. P. S. *et al.* Divulgando astronomia no ensino fundamental por meio de um planetário móvel. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 5, n. 3, p. 1-21, 2020.

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

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: A Teoria e Textos Complementares**. São Paulo: Editora Livraria de Física, 2012.

NASA (org.). **About The Hubble Space Telescope**. [S.l.]: NASA, 26 jun. 2022. Disponível em: https://www.nasa.gov/mission_pages/hubble/about. Acesso em: 04 novembro, 2023.

PICAZZIO, E. *et al.* **O céu que nos envolve: Introdução à astronomia para educadores e iniciantes**. Odysseus editora, 2011.

SEED-SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO. **Diretrizes Curriculares Estaduais Orientadoras para a Educação Básica do Paraná – Física**. Curitiba, 2008.

TEIXEIRA, A. F. *et al.* Técnicas de captura e processamento de astrofotografias utilizando equipamentos de baixo custo: uma metodologia para o ensino de astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 31, p. 37-65, 2021.

VASCONCELOS, T. *et al.* **Trabalho por projectos na educação de infância: mapear aprendizagens, integrar metodologias**. 2011.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre, RS: Artmed, 1998. P.224 p.

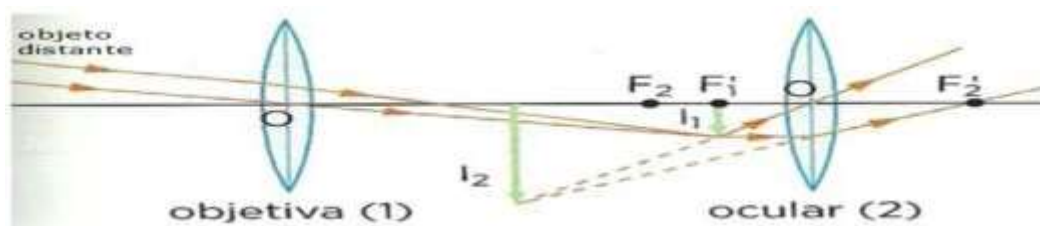
ANEXO A: MODULO 1

ATIVIDADE 1: Questões levantadas sobre os 3 textos

- 1) Você saberia apontar as diferenças entre o primeiro, segundo e o terceiro texto?
- 2) Você saberia apontar a importância da Óptica em nossas vidas, conforme a leitura de alguns dos textos que acabou de ler?
- 3) Conseguiu identificar entre o primeiro, segundo e o terceiro texto, alguma importância da Óptica para o estudo da Astronomia?

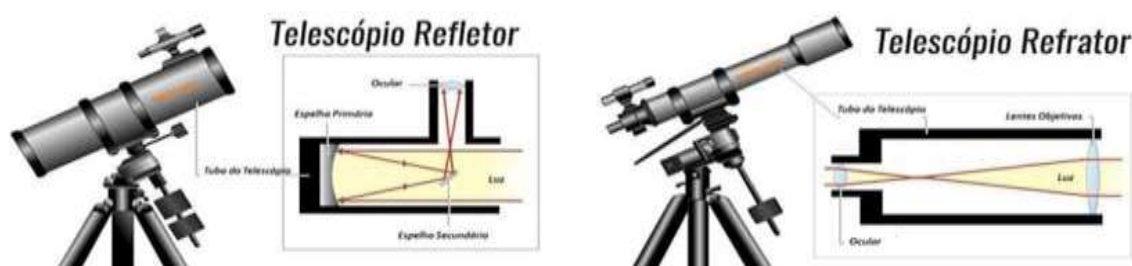
Texto 1 - telescópio refrator - Luneta astronômica

A luneta astronômica consiste em um tubo no qual as lentes objetiva e ocular ocupam suas extremidades. A objetiva é uma lente convergente de grande distância focal com foco indicado. Direcionando a luneta para observar um planeta distante, os raios de luz provenientes desse astro incidirão paralelamente ao eixo óptico das lentes e formarão uma imagem real sobre o foco da objetiva. Essa imagem será o objeto para a lente ocular e a luneta é dimensionada de tal forma que ela estará localizada entre o foco da ocular (F_{oc}) e a lente. Sendo assim, a imagem final formada será virtual e ampliada, conforme esquema a seguir:



A imagem final vista pelo observador será virtual e invertida em relação ao astro observado. Por isso, essa luneta não é indicada para observações terrestres. A luneta terrestre apresenta uma outra configuração de lentes para garantir uma nova inversão da imagem. Ao comparar o funcionamento de um telescópio refrator, com um refletor é possível observar que, de maneira geral, o primeiro utiliza lentes, enquanto o segundo utiliza espelhos (embora em alguns casos o telescópio refletor também possa fazer uso de lentes.) » Formação de imagem em uma luneta astronômica e a comparação entre um telescópio refrator e refletor. Telescópio refrator distância focal da objetiva distância focal da lente distância focal da lente.

Figura de dois tipos de telescópios



Fonte: <https://www.bing.com/images/search>

Texto 2 - Observando o universo e a reflexão da luz

Observe a tirinha a seguir. A observação do céu sempre gerou fascínio e admiração na espécie humana. Muitas são as lendas, mitos e histórias passadas de geração em geração.



De acordo com registros históricos, na Antiga Mesopotâmia, os eclipses serviam como anúncio de doenças ou de coisas terríveis. Diversas são as lendas e mitos, dentre os quais, em um deles, Erra, o Deus da Praga, trouxe a morte à Mesopotâmia Antiga e os Sebettus — guerreiros demoníacos, filhos da divindade do céu, a seguiram, espalhando doença e a morte pela sociedade. De tempos em tempos eles se juntam no céu para apagar a Lua, ocasionando o eclipse. Os assírios também viam esses fenômenos como maus presságios. Os eclipses lunares, particularmente, representavam a condenação divina do rei. Às vezes, isso exigia o sacrifício do governante, que deveria ser substituído. » Representação do medo que a população mesopotâmica sentia de fenômenos astronômicos. Além de admiração, os astros influenciaram, e ainda influenciam, os seres humanos, fornecendo bases para o conhecimento das estações do ano, a determinação de épocas de plantio, entre outros. O conhecimento sobre o Universo teve grande avanço a partir da criação dos telescópios. O funcionamento deles, está diretamente relacionado com as propriedades da luz e sua interação com espelhos e lentes, assuntos que iremos estudar a partir de agora. Para começar a estudar os fenômenos luminosos é necessário definir alguns conceitos. Veja a seguir. A luz é uma onda eletromagnética e a sua velocidade de propagação no vácuo é de, aproximadamente, $3,0 \times 10^8$ km/s. A luz solar — luz branca — é composta por outras tantas cores que, ao se combinarem originam a cor branca. Embora popularmente se diga que o arco-íris tem sete cores — vermelho, alaranjado, amarelo, verde, azul, anil e violeta — na realidade ele tem inúmeras cores distintas, que incluem muitos tons de vermelho, de alaranjado, de amarelo, de verde, de azul e de violeta.

Ondas são perturbações provocadas no espaço que se propagam de um ponto a outro transportando energia sem transportar matéria. Elas podem ser classificadas com relação à sua natureza de vibração como mecânicas e eletromagnéticas. As ondas mecânicas são aquelas que dependem de um meio material para se propagar e

surgem em consequência da deformação de um meio elástico (uma corda ou uma mola, por exemplo). As ondas eletromagnéticas se propagam no vácuo e em alguns meios, com velocidade de 300 mil quilômetros por segundo. Diferentemente das ondas mecânicas, como o som, as ondas eletromagnéticas podem propagar-se tanto em meios materiais quanto no vácuo. Por se tratar de fenômenos ondulatórios, elas podem sofrer reflexão, refração, absorção, difração, interferência, espalhamento e polarização

Reflexão da luz A reflexão da luz é um fenômeno óptico que ocorre quando a luz incide sobre uma superfície e retorna ao seu meio de origem. Ela ocorre tanto em superfícies rugosas — reflexão difusa — quanto em superfícies espelhadas — reflexão

especular. A reflexão difusa ou difusão da luz, ocorre quando os raios de luz incidem sobre uma superfície irregular e, devido a essas irregularidades, são refletidos para diversas direções diferentes. É o que mais acontece à nossa volta, pois os objetos refletem a luz em diversas direções, permitindo que pessoas situadas em locais diferentes possam vê-los. A luz difundida pelos objetos chega aos nossos olhos, permitindo que possamos enxergar vários deles, simultaneamente, e de ângulos diferentes. » Reflexão difusa.

Na reflexão regular os raios refletidos, como o nome diz, seguem uma regularidade, de forma que raios de luz paralelos que incidem em um espelho plano são refletidos paralelamente e no caso de espelhos esféricos, por exemplo, obedecem a certas propriedades, permitindo a previsão e identificação de seu comportamento óptico. Esse tipo de reflexão ocorre em superfícies polidas, como os espelhos, os metais ou a água límpida e parada, como na superfície de um lago, por exemplo. Assim, permite a formação de imagens nítidas, mas que não podem ser observadas de qualquer posição, sendo possível visualizar a imagem apenas em determinadas posições do observador. Leis da reflexão da luz. Quando um raio de luz incide em um espelho, mede-se o ângulo de incidência (i), e o ângulo de reflexão (r), ambos em relação a uma reta perpendicular à superfície chamada de reta normal (N). A partir dessa situação, duas leis empíricas se estabelecem: 1. O raio incidente, a reta normal e o raio refletido são coplanares, isto é, pertencem ao mesmo plano chamado plano de incidência. 2. O ângulo de incidência (i) e o ângulo de reflexão (r), medidos em relação à normal (N) têm mesma medida. » Reflexão regular. Reflexão da luz Ângulo de incidência Raio incidente Normal Raio refletido Ângulo de reflexão

$i = r$ Ponto de incidência Espelho plano » Reflexão da luz em espelho plano. $i = r$
Reflexão em um espelho plano. Para se determinar a imagem de um objeto (P), colocado diante de um espelho plano (E), basta construir dois raios de luz saindo de P e refletindo no espelho, lembrando que os ângulos de incidência e de reflexão têm mesma medida.

Texto 3 - Observando o universo e a refração da luz

As lunetas e telescópios permitiram ao ser humano uma melhor compreensão do Universo em que vivem. Registros históricos creditam a construção do primeiro telescópio ao fabricante de lentes holandês Hans Lippershey (1570-1619) que registrou seu produto para uso exclusivo na Holanda. A partir de relatos desse instrumento, o italiano Galileu

Galilei (1564-1642) construiu, em 1609, uma luneta que ampliava três vezes (3X) e a apontou para o céu. A partir daí, aperfeiçoou o projeto e construiu um telescópio com capacidade suficiente para ver detalhes do Universo até então desconhecidos, como as quatro luas mais brilhantes de Júpiter (Io, Europa, Calisto e Ganimedes) e as crateras da Lua. O telescópio construído por Galileu é do tipo refrator, conhecido como luneta, composto por um conjunto de lentes. A refração é uma das propriedades da luz, que iremos estudar a partir de agora.

Refração Como visto no tema anterior, quando uma luz branca atravessa um prisma, ela sofre decomposição nas cores do arco-íris. O que explica esse fenômeno é a refração da luz, que ocorre toda vez que a luz muda de velocidade de propagação. No ar, a velocidade de propagação da luz é praticamente igual à que ela tem ao se propagar no vácuo: $c = 3.105 \text{ km/s}$, ou seja, em um segundo, ela percorre uma distância de 300 mil km, aproximadamente, 7,5 voltas em torno da Terra, pela linha do equador. Quando ela passa pelo vidro, sua velocidade

diminui, pois este material impõe maiores dificuldades para a propagação, por isso dizemos que o vidro é mais refringente do que o ar.

Atividade 2: Materiais impressos e slides

Óptica: Parte da Física que estuda fenômenos que envolvem a luz. **o que é a luz visível:** É uma onda eletromagnética em que o comprimento de onda consegue sensibilizar os órgãos visuais. **subdivisões da óptica:** Óptica Geométrica: estuda a propagação da luz, considerando-a como raios luminosos. Os principais fenômenos que essa área abrange são: reflexão, refração, propagação retilínea da luz, instrumentos ópticos, espelhos e lentes; Óptica Física: estuda o comportamento da luz, considerando-a como uma onda eletromagnética. Tem como foco fenômenos como: emissão, composição, absorção, polarização, interferência e difração da luz. Desde a antiguidade a luz já despertava o interesse dos pensadores. Algumas fontes atestam o conceito de câmara escura ao chinês MO TZU (470 a.C — 391 a.C), enquanto outros atestam os estudos para o Grego ARISTÓTELES (384a.C. — 322 a.C.) Isaac Newton (1643 - 1727) Conseguiu descobrir o segredo de um arco-íris, ao descobrir que a luz branca se decompõe nas sete cores denominadas espectro luminoso. Por que ocorre o arco-íris e por que suas cores sempre se organizam na mesma ordem? O arco-íris ocorre quando a luz branca do Sol refrata após ser dispersa ao incidir sobre gotículas de água. Os raios solares que retornam das gotículas e a cor formada depende do ângulo formado entre o raio disperso e a gota de água, modificando sua frequência e comprimento de onda e a luz azul retorna com um ângulo maior que o da luz vermelha. **classificação da luz** Relação à Natureza: Corpo luminoso ou fonte primária: Emite a própria luz. Ex: Sol, vela acesa, uma lâmpada ligada, etc. **classificação da luz:**O corpo iluminado ou fonte secundária: Reflete a luz de um corpo luminoso. Ex: um gato, carro uma parede etc. Relação ao meio óptico (corpos luminosos): Corpo Transparente: permite a passagem de luz sem distorção. Corpo Translúcido: permite a passagem de luz com distorção. Corpo Opaco: não permite a passagem de luz.

Certa vez o professor de Godofredo pediu um exemplo justificado de cada tipo, de corpos luminoso, iluminado, transparente, translúcido e opaco.

a)O jovem citou: Luminoso: vela - porque ajuda a estudar de noite

b) Iluminado: Lua - porque o professor falou _____

c)Transparente: janela de casa - porque vejo o lado de fora _____

d) Translúcido: água - porque o rio de casa é escuro _____

e) Opaco: minha roupa _____

parte 2: Princípio da independência dos raios de luz: ao se cruzarem, dois raios de luz atravessam um ao outro como se inexistissem mutuamente.

Fonte: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/97/Spotlight>

Óptica Geométrica: Princípio da reversibilidade dos raios de luz: o sentido de propagação dos raios de luz é reversível dentro de um meio homogêneo. Se você vê um motorista pelo retrovisor do seu carro, ele também consegue te ver! Isaac Newton (XVII) - Defendia a ideia de que a luz era uma partícula, pois apresentava características de propagação e reflexão similares. Christian Huygens (XVII) - propôs que a luz deveria ser interpretada com um caráter ondulatório. Thomas Young (XIX) - desenvolveu um método para obter duas fontes de luz em fase após a passagem

da mesma por dois orifícios. Observou que a luz incidente se difratava ao passar pelo primeiro orifício. Após ser difratada, a onda luminosa se propagava em direção a dois outros pequenos orifícios, onde sofria novamente o fenômeno da difração. Albert Einstein e Max Planck (XX) — Propuseram que a luz deveria ser quantizada, formada por minúsculos pacotes de energia denominados fótons. Entretanto, esses cientistas não descartaram a ideia ondulatória sobre a luz.

Atividade 3 :Trecho do vídeo sobre a história da Óptica no cotidiano



Vídeo: “Óptica Geométrica” <<https://www.youtube.com/watch?v=3TpSGZQ3sFY>>.

MÓDULO 2

Atividade 1: Questionário da problematização inicial:

1) O que estuda a Óptica Geométrica?

a) Raios de luz são setas orientadas que representam a luz e são classificados como paralelos, convergentes e divergentes.

b) Óptica Geométrica estuda a natureza física da luz.

c) Fontes secundárias de luz são aquelas que não produzem luz própria. A Lua é um exemplo de fonte secundária.

d) Quando um feixe luminoso muda de meio de propagação, ocorre o fenômeno óptico da refração.

e) A Óptica Geométrica estuda os fenômenos com base em experimentos e não analisa a natureza física da luz, mas a interpreta como setas orientadas denominadas de raios de luz.

2) (IFSC) Com base nos princípios da óptica geométrica, analise as afirmativas abaixo.

a) Na reflexão, o raio incidente e o raio refletido estão contidos no mesmo plano que a reta normal, portanto, são congruentes.

b) Quando a luz incide numa fronteira separadora de dois meios, pode sofrer reflexão, absorção e refração.

c) Ao observarmos uma pessoa através de um espelho plano, também seremos vistos por ela. Este fenômeno é descrito pelo Princípio da Independência dos Raios Luminosos.

d) A faixa de frequência de ondas capaz de sensibilizar o olho humano é denominada de espectro visível.

e) Podemos considerar que a “sombra” de uma nuvem projetada sobre o solo é do mesmo tamanho da própria nuvem, devido aos raios solares serem aproximadamente paralelos.

3) Marque 5 imagens de Óptica em seu dia-a-dia?

a) () lupas, óculos, espelhos, câmaras fotográficas e garrafa com água.

B) () Propagação retilínea da luz, reflexão e refração da luz, espelhos e lentes.

C) () Óptica Física, que estuda os fenômenos da natureza da luz, e Óptica Geométrica, que estuda a propagação e o comportamento da luz.

d) () Meios transparentes vácuo, ar, vidro, névoa, papel vegetal.

e) () Meios opacos, paredes, ossos, metais, vidro fosco .

4) Marque as questões verdadeiras. Quais contribuições a visita ao planetário traz a Física?

a) O desenvolvimento do pensamento lógico e científico a produção de energia.

b) Relação com as estrelas observação dos movimentos da Terra.

c) A percepção da distância no espaço a compensação das linhas imaginárias do Equador do meridiano Paralelos trópicos.

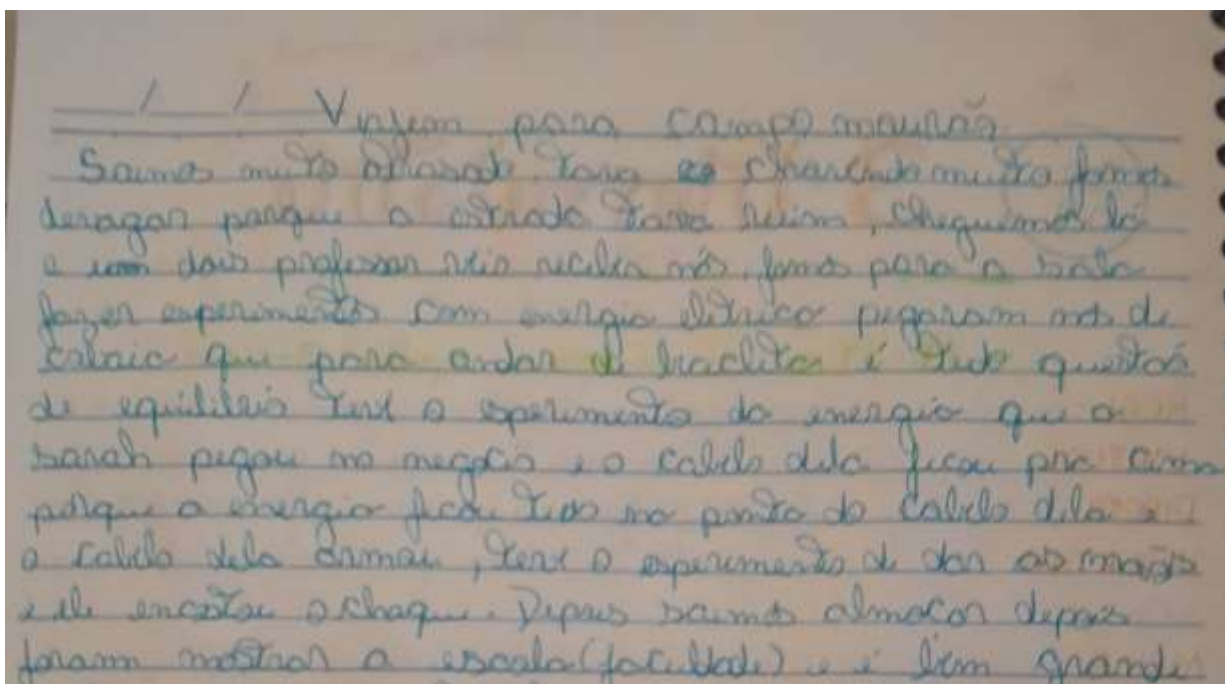
d) Conhecimento da História sobre como surgiu o nosso planeta.

e) A transformação dos elementos da influência da vida das estrelas dos planetas dos cometas.

5) Qual o principal instrumento utilizado no Planetário para observa os astros, satélites e planetas?

A) Luneta b) Telescópio c) projetores d) A junção de projetores com audiovisuais.

Atividade 2 texto de uma aluna



MÓDULO 3

ATIVIDADE 1 _Problematização inicial pela plataforma “Mentimeter”

2) Em 3 palavras coloque quais são os principais conceitos de Óptica Geométrica?

Atividade 2 _slide sobre: Ótica Geométrica

Slide 1: Natureza da luz nos séculos XVII e XVIII haviam duas interpretações para a natureza da luz.



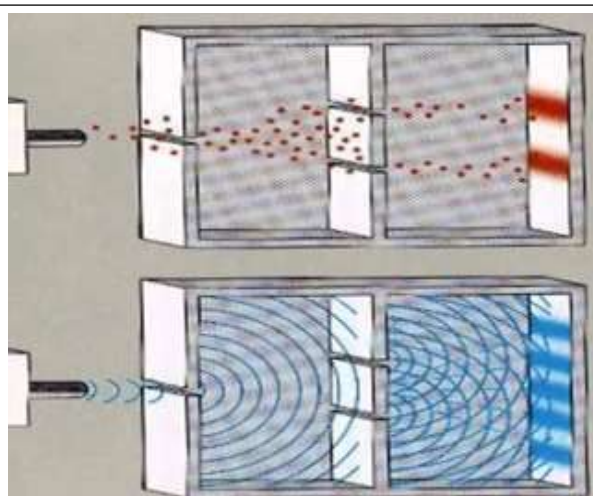
Newton (1642-1727) propunha que a luz era composta de pequenos corpos, que podiam viajar no vácuo.

Huygens (1629-1695) acreditava que a luz era composta por pulsos, ou ondas, que se propagavam no Éter

Slide 2: A natureza da luz

O **modelo corpuscular** não explicava a difração e a interferência, que são características das ondas.

O **modelo ondulatório** necessitava de uma substância nunca vista, o Éter, pois não se concebia que uma onda poderia transitar na ausência de matéria.



Difração Interferência

<http://pre.univesp.br/a-natureza-da-luz#.V8huX5Mwjsk>

Slide 3: A natureza da luz

James Maxwell (1831 - 1879)



A partir da década de 1860, Maxwell deu início à teoria moderna do eletromagnetismo, que une a eletricidade, o magnetismo e a ótica, demonstrando que as ondas eletomagnéticas se propagam no vácuo a velocidade da luz. Esse desenvolvimento favoreceu a teoria ondulatória.

o físico alemão Max Planck



A partir de 1900, o físico alemão Max Planck constatou que toda energia é constituída de minúsculos quanta. Os quanta de luz passaram a ser chamados de fótons, e os de outras naturezas permaneceram como quanta. Einstein, usando o teorema de Planck, para explicar o efeito fotoelétrico. A teoria corpuscular da luz estava de volta.

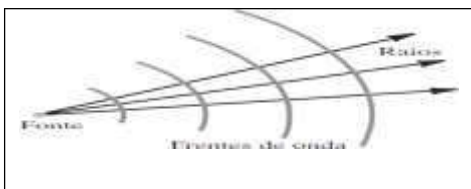
De Broglie

A hipótese aceita atualmente é a hipótese de De Broglie, de que as partículas também se comportam como onda. Em certas circunstâncias a luz se comporta como onda e em outras como partícula.

Em geral, a luz e as partículas subatômicas se comportam como ondas enquanto estão trafegando pelo espaço e como corpúsculos quando interagem com a matéria.

Slide 4: Frente de onda e raio de luz / Reflexão e refração

Os raios são linhas imaginárias que têm origem na fonte de luz, e são perpendiculares à frente de onda.

**Os raios de luz podem ser desviados por reflexão ou por refração**

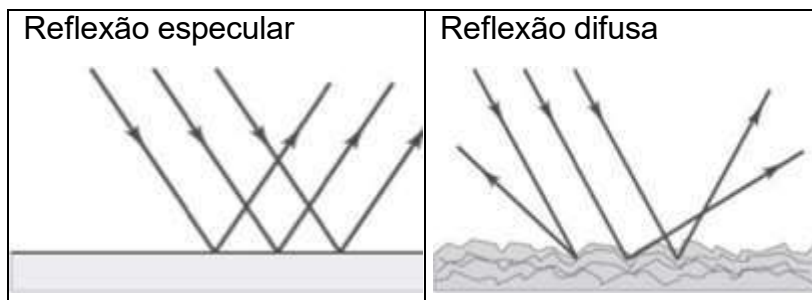
Reflexão: quando atinge uma superfície



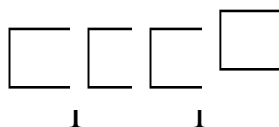
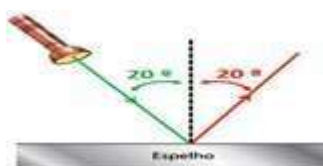
Refração: quando mudam o meio de propagação.



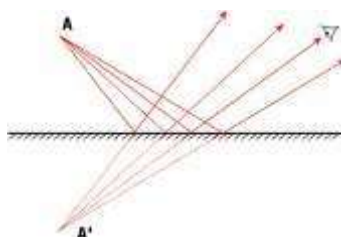
Reflexão : Dependendo da superfície, a reflexão pode ser especular ou difusa



- Lei da reflexão: na reflexão especular, o ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão. Os ângulos de incidência e medidos a partir da normal



- Para o observador, forma-se uma imagem virtual, que se encontra “atrás” do espelho



Fonte: <http://www.freezeray.com/flashFiles/planeMirror.htm>

Exemplo:

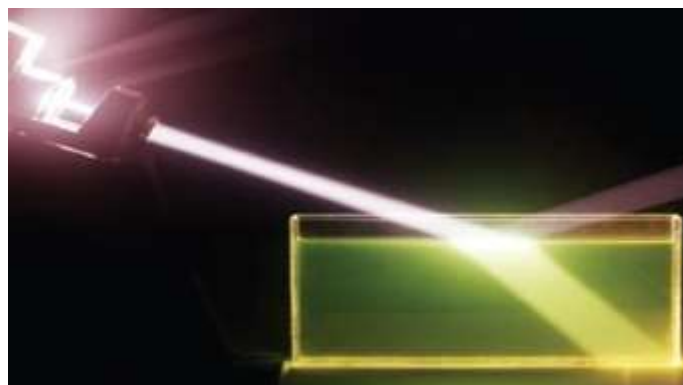
Calcule a distância entre o observador e o cume da árvore na imagem refletida, na configuração abaixo



Slide 5: Refração: Quando um raio de luz atravessa meios diferentes, sua direção é alterada.

Uma parte do raio é refletida, obedecendo a lei da reflexão, e outra é refratada.

O ângulo de refração depende da relação entre os índices de refração das substâncias.



ÍNDICE DE REFRAÇÃO

É uma propriedade dos materiais transparentes que indica quantas vezes a velocidade de propagação da luz no vácuo é maior do que ele.

Por exemplo, em uma substância, a luz viaja a uma velocidade de $2,0 \times 10^8$ m/s. Considerando que a velocidade da luz no vácuo é de $3,0 \times 10^8$ m/s, qual o índice de

refração dessa substância? $n = \frac{v_{\text{vácuo}}}{v_{\text{meio}}} = \frac{3,0 \times 10^8 \text{ m/s}}{2,0 \times 10^8 \text{ m/s}} = 1,5$

Valores de índices de refração de alguns meios materiais	
Meio material	Índices de refração (n)
Ar	1,00
Água	1,33
Vidro	1,50
Glicerina	1,90
Álcool Etilíco	1,36
Diamante	2,42
Acrílico	1,49

Fonte: LIDE., D.R., (Ed), CRC Handbook of Chemistry and Physics, 87, ed. Boca Raton: CRC Press, 2006-2007.

Slide 6: Reflexão e Refração

Refração



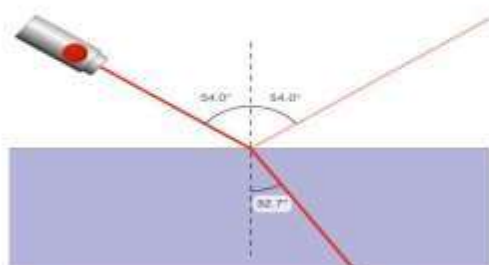
Carteira de Bausch & Lomb

149

- Nos meios materiais, as diferentes cores viajam com velocidades ligeiramente diferentes.
- Assim, o ângulo de refração muda um pouco, dependendo da cor.
- A incidência da luz em um prisma resulta na separação

Exemplo

- Calcule o ângulo de refração na condição abaixo



$$n_1 \cdot \text{sen} \Theta_1 = n_2 \cdot \text{sen} \Theta_2$$

$$1,00 \cdot \text{sen } 54,0^\circ = 1,50 \cdot \text{sen } \Theta_2$$

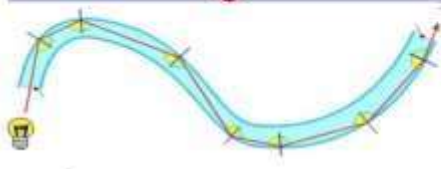
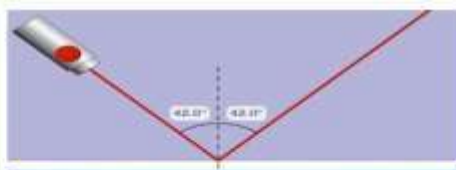
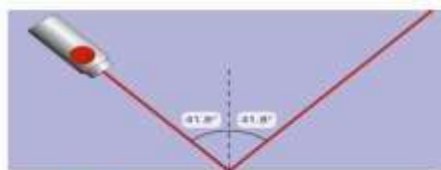
$$\text{sen } \Theta_2 = \frac{1,00 \cdot \text{sen } 54,0^\circ}{1,50}$$

$$\text{sen } \Theta_2 = 0,539$$

$$\Theta_2 = \text{arcsen } 0,539$$

Reflexão total

- Ao trafegar de um meio de maior índice de refração para um de menor índice de refração, por exemplo, do vidro para o ar, há um ângulo a partir do qual a reflexão é total, e o raio é totalmente refletido para o vidro.
- Esse efeito é usado nas fibras óticas.



Atividade 3: Vídeo sobre Reflexão e Refração

A aula deste vídeo fala sobre reflexão e refração da luz tá certo observação do fenômeno de refração da luz né pelo homem pré-histórico isso aí passou muito tempo tá sem ninguém entender é corretamente Que fenômeno que estava acontecendo isso aí foi elucidado pelo Newton em 1670 tá então em 1670 o Nilton fez uma frestazinha deixa eu passar um feixe de luz tá certo pela janela da casa dele e colocou um prisma após o festival E aí ele observou a decomposição da Luz cada cor estaria numa determinada direção Uau só tem que ir no arco-íris gotículas de água então a luz penetra na água e cada cor faz uma direção e aí o arco-íris entender o que está acontecendo realmente no fenômeno de refração da luz tá então a primeira coisa o que é luz tá então luz é uma

onda eletromagnética o que é

onda. Aula de deste vídeo sobre reflexão e refração da luz, tá certo observação do fenômeno de refração da luz né pelo homem pré-histórico, isso aí passou muito tempo tá sem ninguém entender é corretamente.

Que fenômeno que estava acontecendo isso aí foi elucidado pelo Newton em 1670. Então em 1670 o Nilton fez uma frestazinha me deixa passar um feixe de luz tá certo pela janela da casa dele e colocou um prisma após o festival. E aí ele observou a decomposição da Luz cada cor estaria numa determinada direção, só tem que ir no arco-íris gotículas de água, então a luz penetra na água e cada cor faz uma direção e aí o arco-íris entender o que está acontecendo realmente no fenômeno de refração da luz a primeira coisa a onda eletromagnética é um tipo de onda que envolve a oscilação de campo elétrico e campo magnético. Então vamos supor o seguinte, eu tenho uma carga tem um elétrico aqui na minha mão, associado a esse elétron, eu tenho um campo elétrico se começo locomover esse elétron aparece uma corrente, aparece um campo magnético. Então se temos carga e ela tá sofrendo variação e velocidade tá certo eu tenho a emissão de onda eletromagnética por essa carta. O que caracteriza uma onda eletromagnética aonde ela entra magnetizada ela é caracterizada pelo quadrado do campo elétrico pela intensidade pela frequência até a conquista de campo elétrico varia pela velocidade de propagação pela direção de propagação e pela direção do campo elétrico. Se você souber a direção do campo elétrico você já sabe também a direção do campo magnético porque eles são perpendiculares. Agora o seguinte o feixe do eletromagnético é extremamente baixo, ele começa em ondas de rádio que tem comprimento de onda na faixa de 100 m e vai até a radiação Gama que é uma onda extremamente energética. Escreveu uma trajetória que ele vai refletir nessa superfície vai chegar nessa trajetória ele deve descrever, fazendo isso, por exemplo para gastar o menor tempo possível.

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=78I9jEA26x0>

Módulo 4

Atividade 1: As questões problematizadoras para estimular a reflexão foram:

- 1) Na formação das imagens na retina da visão humana, tendo em vista uma pessoa com boa saúde visual, o cristalino funciona como qual tipo de lente?
- 2) Como são formadas as imagens lentes esféricas?
- 3) Uma lente de vidro cujos bordos são mais espessos que a parte central será divergente ou convergente?
- 4) Qual é o tipo de imagens formadas pela reflexão regular da luz por espelhos planos?
- 5) Com relação às características das imagens formadas pela reflexão regular da luz

por espelhos planos, quais os tipos de imagem se formam?

Atividade2:Roteiro para simulação: espelho côncavo 1 -

Objetivos:

- Estudar a formação de imagens pelos espelhos côncavos e convexos.
- Verificar a equação de Gauss dos pontos conjugados.
- Determinar a distância focal de espelhos côncavos.

2- MATERIAL:

Simulação: physics.bu.edu/~duffy/HTML5/Mirrors.html ou

Simulação, do Phet Colorado: https://phet.colorado.edu/sims/html/geometric-optics/latest/geometric-optics_all.html?locale=pt_BR;

Computadores ou celular

3 FUNDAMENTOS:

Ao contrário do que ocorre com os espelhos planos, os espelhos esféricos apresentam, de um modo geral, imagens distorcidas; a imagem de um ponto objeto não é um único ponto, mas uma mancha sem nitidez. Entretanto, sob certas condições, os espelhos esféricos podem ser utilizados de modo satisfatório, fornecendo imagens praticamente sem aberrações; essas condições verificadas experimentalmente por Gauss recebem o nome de “condições de nitidez de Gauss”, e são as seguintes:

- (a) O ângulo de abertura deve ser pequeno, no máximo de 10 graus.
 - (b) Os raios de luz incidentes devem estar próximos do eixo principal e pouco inclinados em relação a ele. Teoricamente, para se localizar a posição e dar as características da imagem conjugada por um espelho esférico, podemos utilizar um método gráfico ou um método algébrico.
- * Todo raio incidente paralelo ao eixo principal, reflete-se passando pelo foco.
 - * Todo raio incidente passando pelo foco, reflete-se paralelamente ao eixo principal.
 - * Todo raio incidente passando no centro de curvatura, reflete-se sobre si mesmo.
 - * Todo raio incidente no vértice do espelho, reflete-se simetricamente ao eixo principal.

Algebricamente, a posição e as características das imagens podem ser determinadas através da equação dos pontos conjugados de Gauss:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{o} + \frac{1}{i}$$

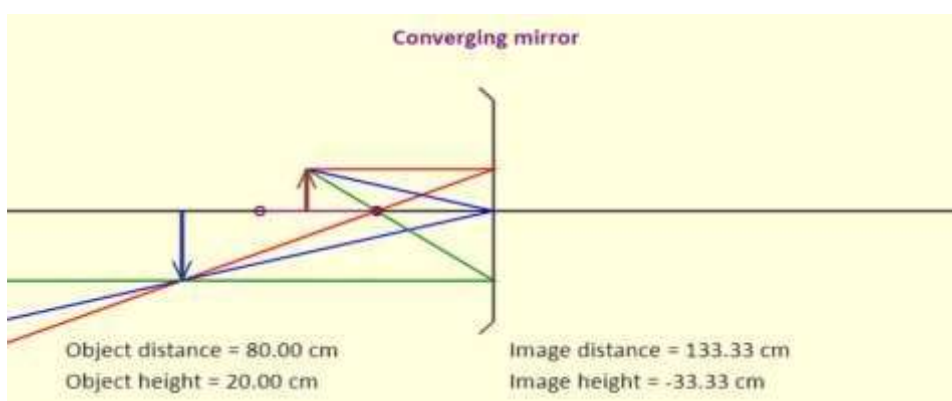
Onde p representa a distância do objeto ao espelho, p' a distância da imagem ao espelho e f a distância focal do espelho. Um espelho côncavo pode fornecer vários tipos de imagens, dependendo da posição do objeto diante do espelho. Na realidade

existem cinco situações bem distintas e todas elas serão verificadas nesta prática.

4 PROCEDIMENTOS

SIMULAÇÃO: Para a realização dos procedimentos utilize a simulação da página: physics.bu.edu/~duffy/HTML5/Mirrors.htm

Figura 1. Tela inicial da simulação 1 utilizada nos procedimentos 1 e 2. Observe que um ponto cheio sobre o eixo principal representa o foco do espelho e um ponto vasado representa o centro de curvatura.



OBSERVE:

Espelho Côncavo - Descrição qualitativa das imagens.

1.1 Na simulação são mostrados 3 dos 4 “raios particulares” com linhas de diferentes cores. Identifique a cor correspondente e anote.

RAIO	COR
Raio incidente paralelo ao eixo principal, reflete-se passando pelo foco	
Raio incidente passando pelo foco, reflete-se paralelamente ao eixo principal.	
Raio incidente no vértice do espelho, reflete-se simetricamente ao eixo principal.	

1.2 Desloque o objeto utilizando o cursor para cada posição indicada na Tabela, observe a imagem e preencha as características das imagens formadas. Descrição qualitativa das imagens obtidas com um espelho côncavo da simulação.

Posição do Objeto em relação ao	Características das Imagens

espelho	
Na extremidade esquerda	
No centro de curvatura	
No foco	
Entre o foco e o espelho	
Entre o centro e o foco	

Descreva o observado:

Atividade3: slide sobre as leis da reflexão espelhos esfericos.

FÍSICA

3ª SÉRIE

ÓPTICA: LEIS DA REFLEXÃO, ESPELHOS ESFÉRICOS I

OBJETIVO

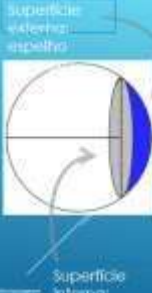
- Conhecer o conceito de espelhos esféricos e a formação de imagens nos tipos côncavo e convexo
- Conhecer a formação de imagens em espelhos planos de acordo com a distância;

ESPELHOS ESFÉRICOS

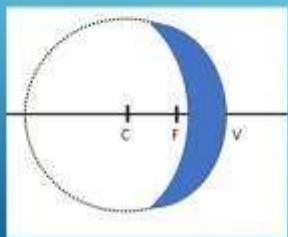
Imagine uma bola oca de vidro, espelhada por dentro e por fora. Com alguma ferramenta essa bola é serrada em duas partes. Cada parte é chamada de calota esférica.

Quando você enxerga a parte espelhada do lado interno está observando um **ESPELHO CÔNCAVO**.

Quando você enxerga a parte espelhada do lado externo está observando um **ESPELHO CONVEXO**.




ELEMENTOS GEOMÉTRICOS



C = centro de curvatura
F = distância do foco
V = vértice
R = raio ($R = 2F$)

RAIOS NOTÁVEIS

Os raios de luz notáveis são aqueles utilizados para representar geometricamente a imagem que vai ser formada diante o espelho. Para facilitar, vamos usar: **Raio paralelo ao eixo principal** que reflete passando pelo foco e O.



Os raios notáveis são os raios que incidem no espelho e são refletidos na formação da imagem.

ESPELHO CÔNCAVO

CARACTERÍSTICA DA IMAGEM

- Real** – Se pelo menos dois raios luminosos se cruzarem.
- Virtual** – Se o prolongamento dos raios luminosos se cruzarem.
- Direita** – Se a imagem é vista conforme o posicionamento do objeto.
- Invertida** – Se a imagem é vista de “cabeça para baixo” em relação ao objeto.
- Maior** – Se a imagem é maior do que o tamanho do objeto.
- Igual** – Se a imagem for igual ao tamanho do objeto.
- Menor** – Se a imagem é menor do que o tamanho do objeto.

ESPELHO CÔNCAVO – formação de imagens		ESPELHO CÔNCAVO – formação de imagens	
OBJETO DEPOIS DO CENTRO DE CURVATURA	OBJETO SOBRE O CENTRO DE CURVATURA	OBJETO ENTRE O CENTRO DE CURVATURA E O FOCO	OBJETO SOBRE O FOCO
CARACTERÍSTICAS: REAL, INVERTIDA e MENOR	CARACTERÍSTICAS: REAL, INVERTIDA e IGUAL	CARACTERÍSTICAS: REAL, INVERTIDA e MAIOR	CARACTERÍSTICAS: IMAGEM INDEFINIDA

ESPELHO CÔNCAVO – formação de imagens

OBJETO ENTRE O FOCO E O VÉRTICE

CARACTERÍSTICAS:
VIRTUAL
DIREITA
MAIOR

10

ATIVIDADE - MÃO NA MASSA

Um objeto é colocado sobre o centro de curvatura. Podemos dizer que as características de sua imagem será?

DICAS:
Para realizar essa atividade, temos duas opções:
a) Fazer o desenho
b) Olhar nos slides anteriores
c) Acesse <https://www.youtube.com/watch?v=3333333333> e veja pela representação e pelas medidas o que acontece se você posicionar o objeto sobre o centro de curvatura

RESOLUÇÃO

Características:
Real
Invertida
Igual

Dica para fazer o desenho:
Linha vermelha sai da cabeça do objeto, bate no espelho e reflete pelo foco (linha verde).
sai da cabeça do objeto, bate no vértice e reflete com ângulo igual.
Depois do verde passar pelo foco, ao cruzar o , forma a imagem.

ESPELHO CONVEXO

É representado pela parte reflexiva externa de uma calota esférica, uma vez que reflete os seus raios luminosos. Independente da localização do objeto, teremos uma característica sempre definida da imagem.

V – Vértice
F – Foco
C – Centro de Curvatura

ESPELHO CONVEXO – formação de imagens

CARACTERÍSTICAS:
VIRTUAL
DIREITA
MENOR

O espelho convexo forma apenas este tipo de imagem, independentemente da posição do objeto.

Por este motivo os retrovisores de automóveis, se não forem planos, são **convexos!**

ATIVIDADE

No cotidiano, em quais situações úteis à nossa vida podemos encontrar a aplicação de espelhos esféricos?

Espejos de maquiagem e espelho bucal: **côncavo**
Espelhos de segurança em lojas, ruas e retrovisores: **convexo**

equação do aumento linear: $p' = 12,2$ A A $p = 30,5$ - = - $\square = - =$ Portanto, como $p > 0$ \square e $A > 1$, \square podemos concluir que a imagem é virtual e reduzida.

5)(UFJF-prisma 2020) Um carro estacionado tem um espelho retrovisor esférico convexo cujo raio de curvatura é de 5 m. Atrás do carro está um pedestre, a 10 m de distância desse espelho. a) Represente um esquema, por meio do Phet. Justifique a posição e o tamanho da imagem usando até três raios luminosos relevantes.

Descreva quais são as características da imagem (real ou virtual; direita ou invertida; maior, igual ou menor do que o pedestre).

R:(imagem direita e 5 vezes menor)

6) . Represente por meio do simulador, o acontece, quando um objeto real linear é colocado a 60 cm de um espelho esférico, perpendicularmente ao eixo principal. A altura da imagem fornecida pelo espelho é 4 vezes maior que o objeto e é virtual. Com base nisso, é correto afirmar que esse espelho e a medida do seu raio de curvatura são, respectivamente.

a) convexo e 160 cm. b) côncavo e 80 cm. c) convexo e 80 cm. d) côncavo e 160 cm.

Resposta da questão 6: [D]

Para a imagem ser virtual e maior, o espelho esférico é côncavo. Usando a equação de Gauss, $\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i}$, onde: f = distância focal (que é a metade do raio de curvatura do espelho); d_i = distância da imagem ao vértice (negativo para imagem virtual); d_o = distância do objeto ao vértice. A equação do aumento linear transversal (A) relaciona as distâncias da imagem e do objeto: $A = \frac{d_i}{d_o}$. Assim, repassando para a equação de Gauss: $\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i}$ $\frac{1}{f} = \frac{1}{60} + \frac{1}{-120}$ $\frac{1}{f} = \frac{2}{120} - \frac{1}{120}$ $\frac{1}{f} = \frac{1}{120}$ Logo, o raio de curvatura do espelho é: $R = 2f = 240 \text{ cm}$

7) A razão entre o tamanho da imagem conjugada pela lente convergente e o tamanho da imagem conjugada pela lente divergente é igual a faça a representação utilizando a imagem do Phet.

a) 1/3 b) 1/5 c) 3/5 d) 5/3

Usando a equação de Gauss para os dois casos: $\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i}$ Onde: f = distância focal; d_i = distância da imagem; d_o = distância do objeto. Para a lente convergente, a distância da imagem é: $\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i}$ $\frac{1}{15} = \frac{1}{20} + \frac{1}{d_i}$ $\frac{1}{d_i} = \frac{1}{15} - \frac{1}{20}$ $\frac{1}{d_i} = \frac{4}{60} - \frac{3}{60}$ $\frac{1}{d_i} = \frac{1}{60}$ $d_i = 60 \text{ cm}$ Para a lente divergente: $\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i}$ $\frac{1}{-15} = \frac{1}{20} + \frac{1}{d_i}$ $\frac{1}{d_i} = \frac{1}{-15} - \frac{1}{20}$ $\frac{1}{d_i} = \frac{-4}{60} - \frac{3}{60}$ $\frac{1}{d_i} = \frac{-7}{60}$ $d_i = -\frac{60}{7} \text{ cm}$ Logo, a razão entre os tamanhos das imagens será a razão entre as distâncias das imagens, pois, através da equação do aumento linear, temos: conv $A = \frac{d_i}{d_o} = \frac{60}{20} = 3$ diverg $A = \frac{d_i}{d_o} = \frac{-60/7}{20} = -\frac{3}{7}$ Logo, a razão entre os tamanhos das imagens será a razão entre as distâncias das imagens, pois, através da equação do aumento linear, temos: conv $A = 3$ diverg $A = -\frac{3}{7}$

8) (FUND. CARLOS CHAGAS) Por meio do simulador Óptico do Phet represente e descubra uma lente, feita de material cujo índice de refração absoluto é 1,0, é convergente no ar. Quando mergulhada na água transparente, cujo índice de refração absoluto é 1,3, ela:

a) será convergente;

b) será divergente;

c) será convergente somente para a luz monocromática;

d) se comportará como uma lâmina de faces paralelas;

6) Quando uma lente convergente está em um meio com índice de refração maior do que o seu, ela torna-se uma lente divergente.

9) Se você colocar um objeto de 20 cm de altura é colocado 30 cm à frente da superfície de um espelho plano no simulador do Phet, a altura da imagem refletida pelo espelho e a distância entre o objeto e essa imagem será de quantos centímetros aproximadamente?

R: As imagens formadas pelos espelhos planos têm sempre o mesmo tamanho que seus objetos, além disso, a distância em que a imagem é formada, atrás do espelho, é igual à distância entre o objeto e o espelho.

10) Faça a representação por meio do Phet e descubra qual é o tipo de imagens formadas pela reflexão regular da luz por espelhos planos, assinale a alternativa correta:

a) Imagens formadas por espelhos planos podem ser projetadas.

b) São imagens reais, invertidas na direção horizontal e produzidas pelo cruzamento de raios de luz.

c) Trata-se de imagens virtuais formadas atrás do espelho e invertidas horizontalmente.

d) São imagens virtuais e enantiomorfos, ou seja, são invertidas na direção vertical.

e) São imagens reais, entretanto, não podem ser projetadas.

MODULO 5

Atividade de avaliação do módulo

Critérios	Não atendeu ao objetivo: Não conseguiram transmitir ou	Atendeu ao objetivo: Conseguiram transmitir as informações de forma organizada e	Superou o objetivo: Conseguiram transmitir as informações de forma organizada e
------------------	--	--	---

	transmitiram parcialmente as informações de forma organizada e clara durante a apresentação.	clara durante a apresentação	clara durante a apresentação e envolveram a plateia (deram um show).
Apresentação Oral da pesquisa	()	()	()
Organização e clareza	()	()	()
Explicação do conceito explorado;	()	()	()
Domínio do tema;	()	()	()
Engajamento e postura, durante e após a apresentação	()	()	()
Realização da pesquisa e montagem da apresentação - precisão e qualidade da montagem	()	()	()

Módulo 6

	<p>Observação com esferas de poliacrilamida Produto educacional, página 30 Disponível em: https://www.ufrgs.br/mnpef-cln/wp-content/uploads/PRODUTO-EDUCACIONAL-Juliana-Lazzarotto.pdf Acesso em: 03 ago. 2023.</p>
	<p>Bebo água de coco Produto educacional, página 34 Disponível em: https://www.ufrgs.br/mnpef-cln/wp-content/uploads/PRODUTO-EDUCACIONAL-Juliana-Lazzarotto.pdf Acesso em: 03 ago. 2023.</p>
	<p>Setas invertidas Produto educacional, página 34 Disponível em: https://www.ufrgs.br/mnpef-cln/wp-content/uploads/PRODUTO-EDUCACIONAL-Juliana-Lazzarotto.pdf Acesso em: 03 ago. 2023.</p>
	<p>De olho no olho GREF - Leituras de Física - Óptica, páginas 29 a 32 Disponível em: http://www.if.usp.br/gref/optica/optica1.pdf Acesso em: 02 ago. 2023.</p>
	<p>Retas diagonais ou curvas? Produto educacional, página 20 Disponível em: https://www.ufrgs.br/mnpef-cln/wp-content/uploads/PRODUTO-EDUCACIONAL-Juliana-Lazzarotto.pdf Acesso em: 03 ago. 2023.</p>
	<p>“Lápis quebrado” e “Moeda que parece” Experimentos apresentados no artigo (nomes fictícios) Disponível em: https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/927/825 Acesso em: 03 ago. 2023.</p>

Atividade 1: Estações com experimentos simples relacionado a reflexão e refração. (links retirados das trilhas de energia e astronomia).

Atividade 2: uma rubrica para a avaliação dos estudantes nos dois momentos desse módulo

Crêterios	Não atendeu ao objetivo	Atendeu ao objetivo	Superou os objetivos
Trabalho em equipe.	Não interagiu com os colegas para, assim, realizar as atividades.	Interagiu intensamente com os membros da equipe, propondo e realizando a�oes, de modo a solucionar os problemas propostos	Além de ter sido fundamental para a sua equipe, contribuiu para o desenvolvimento das outras equipes da classe.
Realiza�o dos experimentos.	Realizou todos os experimentos.	Superando todos os Obstáculos e desafios propostos nas atividades.	Além de realizar todos os experimentos, contribuiu para que os colegas da classe se desenvolvessem nas práticas.
Participa�o nas discussões sobre as questões reflexivas de fechamento da atividade.	Não participou das questões reflexivas no final das aulas.	Participou ativamente das discussões acerca das questões reflexivas do final das aulas.	Além de participar das discussões, propôs novas questões a serem debatidas pelo professor(a) e com os colegas