



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL
CAMPUS ARAPIRACA
FÍSICA – LICENCIATURA

FERNANDA PEREIRA DOS SANTOS

ESTUDO DAS LEIS DA ÓPTICA: APLICAÇÕES NO ENSINO DE FÍSICA

ARAPIRACA

2023

Fernanda Pereira dos Santos

Estudo das leis da óptica: aplicações no ensino de física

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao curso de Física Licenciatura da Universidade Federal de Alagoas, Campus Arapiraca, como requisito parcial para obtenção de grau de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Emerson de Lima

Arapiraca

2023



Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus Arapiraca
Biblioteca Setorial *Campus Arapiraca* - BSCA

S237e Santos, Fernanda Pereira dos
Estudo das leis da óptica [recurso eletrônico]: aplicações no ensino de física /
Fernanda Pereira dos Santos. – Arapiraca, 2023.
51 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Emerson de Lima.
Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Universidade Federal
de Alagoas, *Campus Arapiraca*, Arapiraca, 2023.
Disponível em: Universidade Digital (UD) / RD- BSCA– UFAL (*Campus Arapiraca*).
Referências: f. 50-51.

1. Óptica. 2. Ensino de física. 3. Física no cotidiano. I. Lima, Emerson de. II. Título.

CDU 53

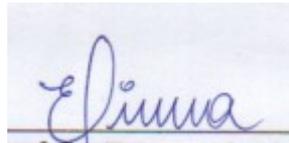
Fernanda Pereira dos Santos

Estudo das leis da óptica: aplicações no ensino de física

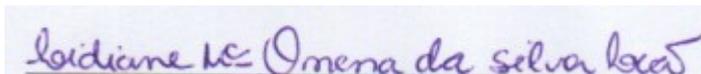
Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao curso de Física Licenciatura da Universidade Federal de Alagoas, Campus Arapiraca, como requisito parcial para obtenção de grau de Licenciado em Física.

Data de aprovação: 26/10/2023.

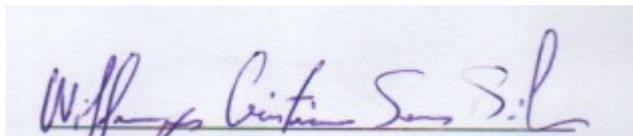
Banca Examinadora



Prof. Dr. Emerson de Lima
Universidade Federal de Alagoas - UFAL
Campus Arapiraca
(Orientador)



Prof. Dra. Lidiane Maria Omena da Silva Leão
Universidade Federal de Alagoas - UFAL
Campus Arapiraca
(Examinadora)



Prof. Dr. Willamys Cristiano Soares Silva
Universidade Federal de Alagoas - UFAL
Campus Arapiraca
(Examinador)

Esse trabalho é dedicado à todos que me apoiaram e estiveram durante minha graduação e também no processo de criação deste documento.

AGRADECIMENTOS

Aqui deixo registrado meus mais sinceros agradecimentos a todas as pessoas que estiveram presentes durante esse percurso se hoje cheguei e estou onde estou é graças a minha falta de noção infinita em querer terminar esse curso, brincadeiras a parte é principalmente graças a minha determinação de não desistir nas adversidades do caminho, mas também graças ao apoio e acolhimento que recebi, as palavras amigas e conselhos incentivadores de família, amigos e colegas ou como disse Newton “se eu vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes” devo agradecer também aos meus professores ao longo do curso, cada um se dedicou a ensinar suas disciplinas o melhor que podia e seus esforços e dedicação são admiráveis e um exemplo a seguir, a todos que me ajudaram direta ou indiretamente na conclusão desse trabalho, muito obrigada.

“Você nunca sabe que resultados virão da sua ação. Mas se você não fizer nada, não existirão resultados.”

(Mahatma Gandhi)

RESUMO

A física está interligada a vida cotidiana de forma tão intrínseca que pode passar despercebida nas situações do dia a dia, desse modo é interessante pensar que como ela está tão presente no mundo que nos cerca ela deveria ser uma das ciências mais conhecida e compreendida, uma vez que ela ajuda explicar o mundo ao nosso redor. Infelizmente a realidade é desanimadora e a física é vista como uma disciplina difícil de entender e de conectar a vivência do aluno. Este trabalho foi produzido a partir de leitura e discute a física da óptica geométrica em sala de aula e deseja tratar da física óptica no cotidiano de modo simples, para se possível demonstrar e explicar em quais aspectos e fenômenos a óptica está presente na vida evidenciando onde ela está presente ao nosso redor, bem como citando e discutindo outros métodos de ensino de óptica que podem ser implantados para auxiliar em seu ensino.

Palavras-chave: educação; ensino de óptica; cotidiano.

ABSTRACT

Physics is intricately intertwined with everyday life in such an intrinsic manner that it can often go unnoticed in everyday situations. It is intriguing to consider that given its pervasive presence in our surroundings, physics should be one of the most well-known and comprehensible sciences, as it greatly aids in explaining the world around us. Unfortunately, reality proves to be discouraging, as physics is often perceived as a challenging discipline, disconnected from the student's experiences. This work has been crafted through extensive reading and aims to delve into the realm of geometric optics in the classroom. Its primary goal is to elucidate optical physics in our daily lives in a simplified manner, making it possible to demonstrate and explain the various aspects and phenomena where optics plays a role. By revealing how optics is interwoven into our surroundings, as well as by citing and discussing alternative methods for teaching optics, it seeks to provide valuable insights to enhance the teaching of this subject.

Keywords: education; optics education; everyday life.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Huygens.....	13
Figura 2 – Newton.....	13
Figura 3 – Young.....	14
Figura 4 – Fresnel.....	14
Figura 5 – Maxwell.....	14
Figura 6 – Ilustração de um campo eletromagnético.....	15
Figura 7 - Faixa de luz visível no espectro eletromagnético.....	15
Figura 8 – Einstein.....	16
Figura 9 – Luz monocromática.....	17
Figura 10 – Luz policromática.....	18
Figura 11 – Meio transparente, janela de vidro.....	19
Figura 12 – Meio translúcido, vidro fosco.....	19
Figura 13 – Meio opaco, parede de tijolos.....	20
Figura 14 – Sombra e penumbra.....	20
Figura 15 - Demonstração da propagação retilínea da luz.....	21
Figura 16 – Raios crepusculares.....	22
Figura 17 – Raios anticrepusculares.....	22
Figura 18 - Miragem.....	23
Figura 19 – Independência dos raios.....	23
Figura 20 – Reflexão na superfície da água.....	24
Figura 21 - Demonstração lei da refração.....	25
Figura 22 – Refração regular.....	26
Figura 23 - Reflexão difusa.....	26
Figura 24 – Espelho plano.....	27
Figura 25 – Espelho esférico.....	28
Figura 26 – Refração.....	28
Figura 27 - Ângulo de refração.....	29
Figura 28 - Índice de Refração.....	30
Figura 29 – Arco-íris.....	31
Figura 30 - Dispersão da luz em uma gota de chuva.....	31
Figura 31 – Tipos de lentes.....	32
Figura 32 – Olho Humano.....	33

Figura 33 – Óculos.....	34
Figura 34 – Luneta.....	35
Figura 35 – Luneta de observação terrestre.....	35
Figura 36 – Câmara escura.....	36
Figura 37 – Câmera antiga.....	37
Figura 38 – Câmera moderna.....	37
Figura 39 – Microscópio.....	37
Figura 40 – Projeção.....	38
Figura 41 – Plataforma PHET.....	45
Figura 42 – Vascak.....	46

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	ÓPTICA.....	13
2.1	O que é luz?.....	13
2.2	Fonte de luz.....	17
2.3	Meios de propagação.....	18
2.4	Sombra.....	20
2.5	Princípios da óptica geométrica.....	21
2.6	Reflexão e Refração.....	24
2.7	O que é reflexão?.....	24
2.8	Lei da reflexão.....	25
2.9	Espelhos.....	27
2.10	Refração.....	28
2.11	Lei da refração.....	29
2.12	Dispersão da luz.....	30
2.13	Lentes esféricas.....	32
2.14	Instrumentos ópticos.....	32
3	O ENSINO DA ÓPTICA NA ATUALIDADE.....	39
4	ENSINO INOVADOR PARA O ENSINO DE FÍSICA.....	43
5	COMO UNIR O ENSINO ATUAL ESCOLAR E AS INOVAÇÕES PARA CRIAR UM MELHOR AMBIENTE DE ENSINO.....	47
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49
	REFERÊNCIAS.....	50

1 INTRODUÇÃO

O trabalho apresentado tem como objetivo proporcionar uma visão mais próxima da óptica no contexto do nosso dia a dia, explorando abordagens alternativas para o ensino da óptica geométrica no ensino médio. Utilizando uma metodologia qualitativa, ao longo da leitura, é possível identificar referências a livros, artigos e autores que serviram como fundamentos para a elaboração deste documento.

É comum que os estudantes falem coisas como “nunca vou usar isso na vida”, mas essa afirmação é enganosa, prova que os alunos não aprendem a reconhecer a ciência que os rodeia, às vezes a física está tão conectada a suas vidas que é ignorada. Por exemplo, quando ao usar um espelho é possível ver seu reflexo olhando de volta ou ao observar a formação de um arco-íris no céu, ou até mesmo ao usar óculos corretivos para algum problema de visão, em todos esses momentos a óptica está inerente presente e passa batida aos olhos das pessoas, assim não recebe reconhecimento como um importante aspecto da vida.

A física em si é uma disciplina desafiadora, sendo considerada por muitos alunos como uma matéria escolar “ruim” até mesmo “difícil” e dentro dela, a óptica tão pouco é mais atrativa, o ensino tradicional faz uso de uma metodologia de ensino que perpetua a ideia de reprimir os conhecimentos empíricos, onde discussões em sala não são incentivadas, ambientes assim tornam a resposta certa uma meta que deve ser alcançada e respostas erradas motivo de risadas, os alunos têm medo de se expressar e darem palpites errados, o importante na maioria das vezes é ensinar para as provas que os estudantes irão ser submetidos, desse modo as fórmulas e os fatos são mais importantes para ser memorizados, dificultando o ensino e aprendizado real da ciência por trás de cada termo e equação.

Segundo a Base Nacional Curricular Comum, BNCC (BRASIL, p. 551) “A abordagem investigativa deve promover o protagonismo dos estudantes na aprendizagem e na aplicação de processos, práticas e procedimentos, a partir dos quais o conhecimento científico e tecnológico é produzido.” Essa abordagem colabora com o desenvolvimento de conhecimentos científicos significativos, de modo a esclarecer e corrigir concepções espontâneas errôneas.

O ensino da óptica costuma ser focado na ideia de decorar fórmulas e ângulos, essa abordagem é infrutífera para o aprendizado de longo prazo, visto que esse método é abstrato e difícil de ser absorvido de modo a formar um conhecimento verdadeiro, que pode ser utilizado pelos educandos em seu dia a dia caso necessário. Provando que:

[...] o ensino desvinculado dos aspectos físicos ligados à natureza da luz e ao processo de visão acaba não só tornando o aprendizado mais difícil como também pode reforçar muitas das concepções espontâneas e proporcionar aos estudantes uma apreensão incorreta dos conceitos cientificamente aceitos. (GIRCOREANO e PACCA, 2001, p. 27)

Além de um ensino que não é significativo perde o propósito de ser ensinado, Nascimento discute que o ensino de física não é para a criação de cientistas, já que muitos alunos não vão seguir por esse caminho, mas para a criação de cidadãos pensantes dizendo ainda que:

De nada vale um conhecimento se esse é incapaz de produzir progresso pessoal e social. Será completamente inútil e infértil se não permitir o desabrochar da compreensão da natureza (seu objetivo primordial) junto com o despertar da consciência crítica e da cidadania. (NASCIMENTO, 2010, p. 21)

O estudo da física óptica é útil para o entendimento do mundo ao nosso redor, possibilitando compreender e prever determinadas situações, desse modo, é esperado que os alunos aprendam a identificar a óptica nessas situações, pois quando os alunos passam pela disciplina e não aprendem a reconhecer o conhecimento adquirido e/ou aplicá-lo na vida real há uma falha nas competências de ciências da natureza visto que a escola “[...] deve contribuir com a construção de uma base de conhecimentos contextualizados que prepare os estudantes para fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, bem como fazer uso criterioso de diversas tecnologias. (BRASIL, 2000, p. 537)”, por esse motivo, é preciso revisar o ensino, buscar métodos para contornar essa falha para tornar o aprendizado mais significativo para os estudantes.

Ao longo deste trabalho, serão abordados tanto o método de ensino tradicional quanto uma abordagem alternativa, destacando a relevância de uma estratégia que se aproxime da realidade dos alunos na sala de aula. Isso envolve a utilização de métodos como experimentos em laboratórios físicos ou virtuais, recursos audiovisuais como vídeos, e assim por diante. Incentivar o uso dessas metodologias ativas é fundamental para enriquecer a experiência dos alunos na sala de aula.

2 ÓPTICA

A óptica é a área da física que estuda e busca entender a natureza e os fenômenos relacionados a luz, devido à dualidade da natureza da luz, partícula e onda, ao ser ensinada é possível fazer uma divisão baseada nos fenômenos que a luz trata, óptica geométrica para a luz como partícula e óptica física quando se comporta como onda, neste trabalho será considerada principalmente a óptica geométrica, pois ela é mais abordada no cotidiano escolar.

2.1 O que é luz?

A luz está presente em nosso dia a dia, ao falar sobre a luz é normal que ela seja associada à luz do sol ou a luz elétrica, na óptica a luz é vista como algo mais fundamental. A natureza da luz foi por muitos anos uma das maiores incógnitas da ciência, desde os tempos antigos, lá na Grécia antiga filósofos ponderavam sobre a luz e qual sua natureza, essa discussão não acabou lá e durou por muitos séculos ainda até que a física evoluiu ao ponto de finalmente chegar veredito sobre a natureza da luz.

Figura 1 – Huygens



Fonte: Busca Biografias ([20--]). Disponível em: <https://www.buscabiografias.com/biografia/verDetalle/4810/Christiaan%20Huygens>. Acesso em: 4 nov. 2023.

Figura 2 – Newton



Fonte: Busca Biografias ([20--]). Disponível em: <https://www.buscabiografias.com/biografia/verDetalle/2182/Isaac%20Newton>. Acesso em: 4 nov. 2023.

No século XVII, Christiaan Huygens (1629-1695), figura 1 acima, apresentou o Tratado da Luz à Academia Real de Ciência da França, defendendo a teoria ondulatória que considerava a luz um tipo de vibração em um meio hipotético, já Isaac Newton (1642-1727), figura 2 também acima, estudou óptica e produziu anotações sobre as cores, a visão e a luz seguindo uma teoria corpuscular. Ambas as teorias possuíam

pontos fortes e fracos, que conseguiam explicar alguns fenômenos totalmente, mas deixavam lacunas ou se mostravam incorretas em outros casos e aplicações.

Figura 3 – Young



Fonte: Busca Biografias ([20--]). Disponível em: <https://www.buscabiografias.com/biografia/verDetalle/1869/Thomas%20Young>. Acesso em: 4 nov. 2023;

Figura 4 – Fresnel



Fonte: Busca Biografias ([20--]). Disponível em: <https://www.buscabiografias.com/biografia/verDetalle/7286/Augustin%20Fresnel>. Acesso em: 4 nov. 2023.

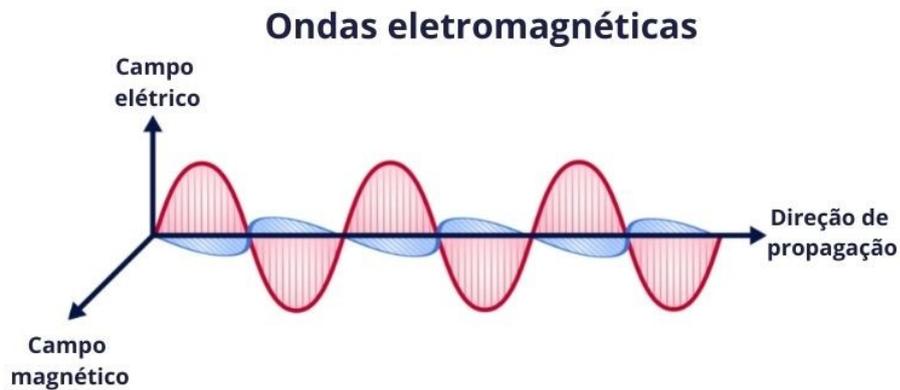
Figura 5 – Maxwell



Fonte: Busca Biografias ([20--]). Disponível em: <https://www.buscabiografias.com/biografia/verDetalle/2079/James%20Clerk%20Maxwell>. Acesso em: 4 nov. 2023.

Nos anos seguintes a teoria newtoniana ganhou força graças a reputação que Newton havia conquistado com o *Principia*, mas as coisas mudaram a partir do final do século XVIII, em 1801 Thomas Young (1773-1829), figura 3 acima, estudou o fenômeno da interferência, seus resultados apontavam para o comportamento ondulatório, mas não recebeu tanto apoio da comunidade científica, então anos depois a Academia de Ciências francesa propôs um prêmio para quem mostrasse o melhor trabalho sobre a refração. A comissão julgadora era defensora da teoria corpuscular, e esperavam que com este concurso a teoria ondulatória fosse totalmente desacreditada, porém, Augustin Jean Fresnel (1788-1827), figura 4 acima, venceu o prêmio com um trabalho defendendo a teoria ondulatória, assim a teoria ondulatória saiu ainda mais forte e voltou a ser investigada. Durante estudos sobre fenômenos magnéticos e elétricos, James Clerk Maxwell (1831-1879), figura 5 acima, descobriu que a luz é uma onda eletromagnética, figura 6 abaixo, uma onda composta por dois campos oscilantes, um elétrico e outro magnético, a partir do qual ele pôde calcular e encontrar a velocidade de propagação da luz no vácuo que é aproximadamente 300 000 000 m/s (3×10^8 m/s).

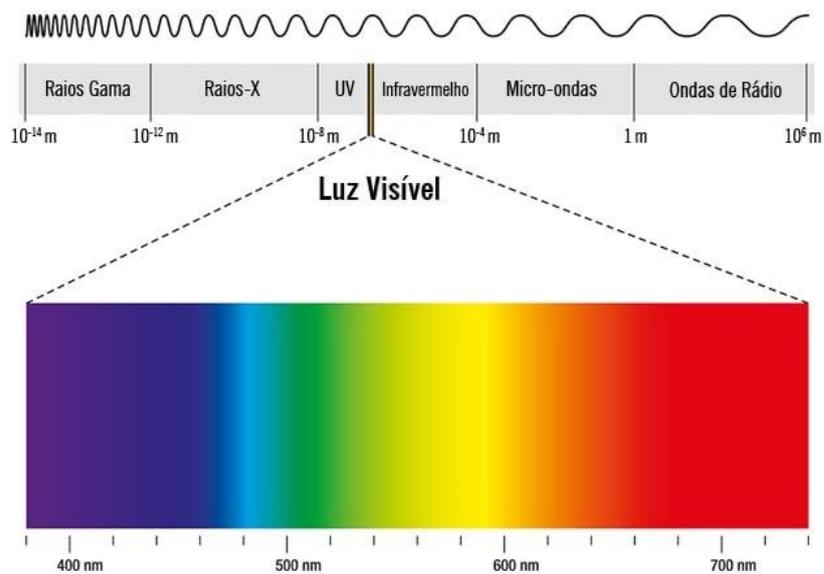
Figura 6 – Ilustração de um campo eletromagnético



Fonte: Prepara ENEM ([20--]). Disponível em: <https://www.preparaenem.com/fisica/as-ondas-eletromagneticas.htm>. Acesso em: 27 out. 2023.

A óptica física, como havia sido citado, trata a luz a partir sua natureza ondulatória, é responsável por estudar e explicar os fenômenos relacionados a frequência e comprimento bem definido da onda de luz, desse modo, as explicações sobre a interação da luz com a matéria, como as fotografias, vídeos e até mesmo as cores que enxergamos, estão dentro desta área, já que as cores visíveis estão em uma pequena faixa do espectro eletromagnético, figura 7 abaixo, veja a seguir:

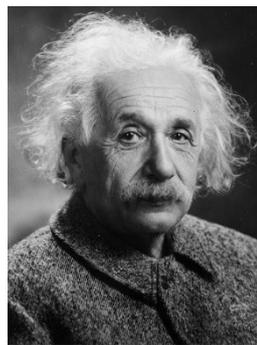
Figura 7 - Faixa de luz visível no espectro eletromagnético



Fonte: Toda Matéria ([20--]). Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/ondas-eletromagneticas/>. Acesso em: 27 out. 2023.

A frequência da luz é o fator que dita a cor que está chegando aos olhos, porém a experiência de enxergar a cor é pessoal, pois depende de processos fisiológicos para a percepção da cor, por isso pessoas com deficiências visuais, tais como daltonismo não enxergam as cores como a maioria das pessoas. No espectro de luz visível a frequência mais baixa é percebida como vermelho e a mais alta como violeta, no meio da faixa estão as demais cores, quando todas as frequências estão juntas ela é percebida como branco.

Figura 8 – Einstein



Fonte: Busca Biografias ([20--]). Disponível em: <https://www.buscabiografias.com/biografia/verDetalle/284/Einstein%20-%20Albert%20Einstein>. Acesso em: 4 nov. 2023.

Foi no século XX que Albert Einstein (1879-1955), figura acima, entrou para a discussão sobre a luz, apoiado no conhecimento que circulava na época e seus estudos, ele propôs uma nova teoria corpuscular e provou experimentalmente o comportamento dual da luz, revelando que ela não apenas é uma partícula mais também uma onda, a partícula recebeu o nome de fóton. “A manifestação do caráter ondulatório ou corpuscular dependeria, essencialmente, do arranjo experimental desenhado para favorecer um dos dois polos da dualidade.” (SILVA, 2002, p. 82).

No cotidiano facilmente encontramos exemplos da luz ao nosso redor, por exemplo, a luz do sol, a luz que a lua reflete, luz elétrica, etc. Graças a presença de luz vários fenômenos ópticos geométricos podem ser observados diariamente, o mais essencial aos humanos é certamente a visão, que possibilita as pessoas admirar o mundo ao redor. E entre os espetáculos mais belos relacionado a luz certamente estão: o arco-íris com sua bela mistura de cores, o eclipse e a possibilidade de nos observarmos em espelhos, que também está ligado a luz, sendo esses apenas alguns dos muitos fenômenos que podem ser notados no dia a dia graças às propriedades da luz: reflexão, refração, etc. Esses fenômenos estão todos dentro da área de física geométrica e serão tratados mais adiante.

2.2 Fonte de luz

As fontes de luzes são corpos capazes de produzir e emitir (fontes primárias) ou corpos que refletem a luz que recebem (fontes secundárias) sejam elas naturais ou artificiais. É possível encontrar fontes de luz facilmente, como Sol, as estrelas que brilham no céu noturno, a lua, também em alguns objetos criados pelo homem como uma fogueira, uma vela, uma lâmpada, entre outros.

Para fontes primárias, aquelas que produzem a luz que emitem, é possível dividi-las em dois tipos:

- **Fonte puntiforme:** também chamada de fonte pontual, recebe esse nome devido suas dimensões serem desprezíveis com relação à distância que se encontra do observador. As estrelas vistas a noite são fontes pontuais, já que suas dimensões são desprezíveis vistas da Terra.
- **Fonte extensa:** recebe esse nome devido suas dimensões são consideráveis em relação à distância ao observador. A lâmpada de um quarto tem dimensões consideráveis, que não pode ser desprezada por um observador nesse quarto.

Uma fonte de luz pode emitir dois tipos de luzes:

- **Monocromática ou simples:** A fonte emite apenas uma cor, com frequência bem definida, como, por exemplo, um laser, veja a figura a seguir:

Figura 9 – Luz monocromática



Fonte: Pxhere (2017). Disponível em: <https://pxhere.com/pt/photo/552367>. Acesso em: 27 out. 2023.

- **Policromática ou composta:** Emite uma combinação várias cores, devido à mistura de muitas frequências, tipo a luz solar que é aparentemente branca,

figura 10 abaixo, é na verdade uma combinação das cores que formam o arco-íris.

Figura 10 – Luz policromática



Fonte: Pxhere (2016). Disponível em: <https://pxhere.com/pt/photo/99190>. Acesso em: 28 out. 2023.

2.3 Meios de propagação

A luz interage com o meio em que ela se propaga, interagindo com objetos e substâncias que estão imersos nesse meio. É possível notar ao olhar ao redor, que alguns materiais interagem de formas diferentes de outros durante essa interação, alguns permitem facilmente a passagem de luz, outros não. De acordo com essa observação é possível classificar os meios quanto a capacidade que os materiais possuem de permitir ou não a passagem de luz.

- **Transparente:** Nesse meio a luz encontra maior facilidade de atravessar, de modo que é possível observar nitidamente imagens ou objetos que estão do outro lado do material, tipo o ar, vidros e alguns plásticos. Segue a imagem de uma janela de vidro servindo de meio transparente abaixo.

Figura 11 – Meio transparente, janela de vidro



Fonte: Pxhere (2016). Disponível em: <https://pxhere.com/pt/photo/99095>. Acesso em: 28 out. 2023.

- **Translúcido:** Permite a propagação parcial da luz, de modo que objetos vistos através deles não estão claros, como em vidros foscos, figura 12 abaixo.

Figura 12 – Meio translúcido, vidro fosco



Fonte: Pxhere (2016). Disponível em: <https://pxhere.com/pt/photo/3270>. Acesso em: 30 out. 2023.

- **Opaco:** Ele impede totalmente a propagação de luz através dele, de forma que não é possível ver através dele, tipo portas de madeira ou parede de tijolos, figura 11 abaixo:

Figura 13 – Meio opaco, parede de tijolos



Fonte: Pxhere (2016). Disponível em: <https://pxhere.com/pt/photo/971440>. Acesso em: 27 out. 2023.

2.4 Sombra

Quando um objeto opaco fica na frente de uma fonte luminosa, parte da luz é bloqueada pelo objeto e atrás dele se forma uma região de sombra em que a luz não consegue alcançar. Quando se está próximo da sombra ela vai ser bem definida, esse tipo de sombras podem ser geradas por fontes grandes e distantes como o Sol e também por fontes pequenas e próximas, nessas sombras há apenas a parte interna mais escura e nítida chamada umbra já em sombras projetadas por fontes grandes e próxima irão gerar uma sombra composta por duas partes a umbra e também a penumbra que é a parte menos escura, quanto mais próxima da parede mais nítida será a sombra já quando o objeto se afasta a área de penumbra aumenta, veja o efeito na figura a seguir:

Figura 14 – Sombra e penumbra



Fonte: Hewitt (2002).

2.5 Princípios da óptica geométrica

Óptica geométrica é a área da física que estuda a luz e sua propagação em linha retas, considerando a luz emitida por uma fonte como segmentos de raios luminosos que seguem em linha reta após saírem dessa fonte e que se propagam em todas as direções, esses raios formam conjuntos que são chamados feixes de luz, esses raios e feixes são empregados para representar a direção e o sentido de propagação da luz, a geometria é usada no estudo da reflexão, refração e formação de imagens desconsiderando a natureza da luz em si.

Princípio da propagação retilínea da luz: A luz possui o comportamento de se propagar em linha reta dependendo do meio que se encontra, ela mostra esse comportamento em meios homogêneos, para esse comportamento dá-se o nome ao primeiro princípio que será visto aqui, o princípio da propagação retilínea da luz que pode ser visualizado na situação como a representada abaixo:

Figura 15 - Demonstração da propagação retilínea da luz



Fonte: Pxhere (2017). Disponível em: <https://pxhere.com/pt/photo/1146880>. Acesso em: 29 nov. 2023

“Um dos fatos que podemos observar facilmente sobre o comportamento da luz é que, quando ela se propaga em um meio homogêneo, a sua propagação é retilínea.” (ÁLVARES e LUZ, 2005, p. 193).

Graças a esse princípio é possível observar a presença de raios crepusculares, figura 16 abaixo, que são faixas de luz que aparecem quando a luz do Sol atravessa aberturas em nuvens, do ponto de vista de um observador em terra parece que os raios têm uma fonte comum e são divergentes entre si, espalhando-se em direção à terra, mas na realidade eles são

paralelos uns aos outros já que são criados a partir do Sol. Também é possível observar raios anticrepusculares, veja na figura 17, que possuem uma origem semelhante, mas sendo faixas de luz que aparecem ao alvorecer com raios projetados em direção ao céu.

Figura 16 – Raios crepusculares



Fonte: Pxhere (2017). Disponível em: <https://pxhere.com/pt/photo/804985>. Acesso em: 30 out. 2023.

Figura 17 – Raios anticrepusculares



Fonte: Wikimedia Commons (2013), Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Anticrepuscular_Rays_by_John_Fowler.jpg. Acesso em: 27 out. 2023.

Uma exceção para esse princípio ocorre quando em algumas situações a luz descreve caminhos curvilíneos, pode acontecer quando os feixes de luz estão se propagando e atravessam de camadas mais densas do céu para camadas mais rarefeitas próximas ao solo, como o ar aquecido em pistas nos dias quentes, porém esse caminho curvo não é registrado pelo cérebro que processa apenas a trajetória retilínea da luz, dessa forma criam-se as miragens inferiores, formadas em locais extremamente quentes com imagens invertidas

abaixo do objeto, esse fenômeno explica a aparência de pista molhada, como na figura 18, mesmo quando não chove à dias.

Figura 18 - Miragem



Fonte: Wikimedia Commons (2015). Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mirage_over_a_hot_road.jpg. Acesso em: 02 nov. 2023.

Princípio da independência dos raios de luz: “Uma importante propriedade da luz é a independência que se observa na propagação dos raios ou feixes luminosos. Após dois feixes se cruzarem, eles seguem as mesmas trajetórias que iriam seguir se não tivessem cruzado, isto é, um feixe não perturba a propagação do outro.” (ÁLVARES E LUZ, 2005, p. 195), veja na imagem abaixo:

Figura 19 – Independência dos raios



Fonte: Pxhere (2017). Disponível em: <https://pxhere.com/pt/photo/981592>. Acesso em: 28 out. 2023.

Princípio da reversibilidade dos raios de luz: Está relacionado ao sentido de propagação dos raios de luz, pois este sentido é reversível. Os raios de luz podem percorrer a mesma direção em sentidos inversos, de modo que se um observador em A vê uma pessoa C num ponto B de um espelho, então essa pessoa C também pode ver o observador A no mesmo ponto B do espelho.

2.6 Reflexão e Refração

Os dois fenômenos podem ser observados no dia a dia, às vezes ocorrendo juntos, porém para facilitar o estudo serão explicados separadamente.

2.7 O que é reflexão?

Quando um raio de luz que se propaga em um meio e encontra um obstáculo como uma superfície ocorre a reflexão, figura 20 mostra a reflexão a partir do ar para a água, denominamos de raio incidente a luz que chegou a superfície e raio refletido o raio que sofreu a reflexão. Ao tratar a luz como um feixe se propagando por um meio, o ar, por exemplo, ao encontrar um obstáculo o feixe de luz irá incidir sobre essa superfície e terá parte desse feixe refletido de volta ao meio inicial com uma mudança na direção de propagação.

Figura 20 – Reflexão na superfície da água

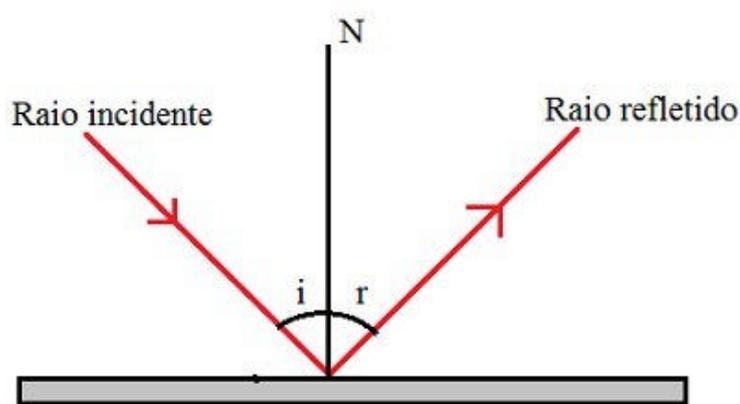


Fonte: Pxhere (2017). Disponível em: <https://pxhere.com/pt/photo/1200185>. Acesso em: 03 nov. 2023.

2.8 Lei da reflexão

Na reflexão é verificado o fato que o ângulo de incidência (i) é sempre igual ao ângulo de reflexão (r), é possível checar isto na figura 21, o ângulo é mensurado a partir da reta normal (N), uma linha imaginária, que se encontra perpendicular ao plano da superfície refletora, desse modo o raio incidente, a normal e o raio refletido se encontram no mesmo plano.

Figura 21 - Demonstração lei da refração

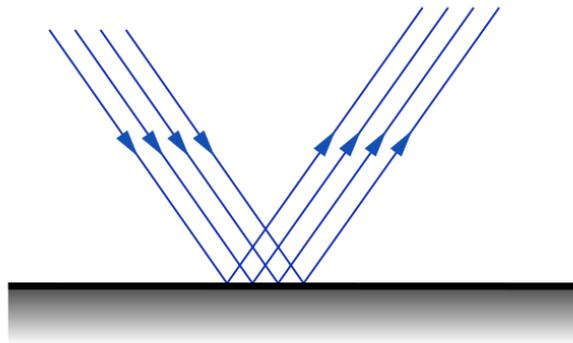


Fonte: Brasil Escola ([20--]). Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-reflexao-luz.htm>. Acesso em: 04 nov. 2023.

Há dois tipos de reflexão:

Reflexão regular ou especular, ocorre em espelhos e superfícies polidas, o raio incide nessa superfície e é refletido de forma bem definida, figura 22 a seguir, possibilitando ver imagens nessa superfície.

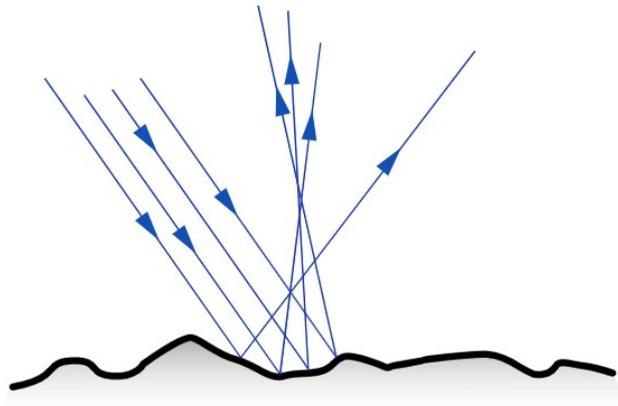
Figura 22 – Refração regular



Fonte: Wikimedia Commons (2019). Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Regular-and-diffuse-reflection.svg>. Acesso em: 03 nov. 2023

Reflexão difusa ocorre quando a superfície é rugosa ou irregular, nesses tipos de superfície o raio refletido será espalhado em várias direções de forma desordenada como exemplificado na figura 23 abaixo, de modo que o raio fica embaçado, esse tipo de reflexão está presente na maioria dos objetos, que ao espalhar a luz em várias direções possibilita enxergar esse objeto a partir de diferentes posições e direções.

Figura 23 - Reflexão difusa



Fonte: Wikimedia Commons (2019). Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Regular-and-diffuse-reflection.svg>. Acesso em: 03 nov. 2023

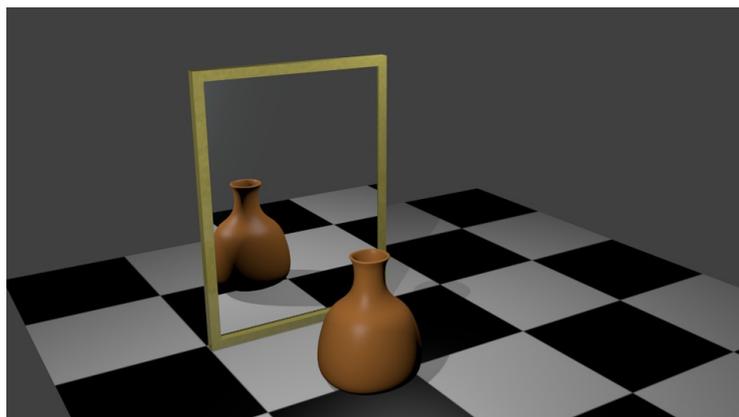
E ainda é possível que a reflexão ocorra de forma interna total, acontecendo quando o meio que a luz incide tem a velocidade de propagação da luz menor que a velocidade de propagação no segundo meio, então a partir de um ângulo, chamado ângulo crítico, ao ser atingido a partir desse ponto toda a luz é refletida completamente no meio que está incidindo.

2.9 Espelhos

Os espelhos são itens amplamente conhecidos em nosso cotidiano, toda pessoa já se olhou em um espelho em algum momento, essa superfície polida que reflete a luz e é capaz de formar uma imagem do objeto colocado a sua frente. Na nossa sociedade os espelhos estão presentes de muitas formas e com as mais variadas utilidades, cada espelho possui determinada característica intrínseca a ele sendo divididos em: espelhos planos e espelhos esféricos.

Os espelhos planos, figura 24 abaixo, como está no nome são superfícies planas e lisas que formam uma imagem virtual, uma imagem que não pode ser projetada em uma tela, igual ao objeto que a cria e essa imagem é uma imagem direta que possui o mesmo tamanho e fica a mesma distância da superfície do espelho que o objeto que o projetou.

Figura 24 – Espelho plano



Fonte: Wikimedia Commons (2011). Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mirror.png>. Acesso em: 02 nov. 2023.

A imagem de espelhos planos são formadas graças à reflexão da luz no espelho que possibilita enxergar o objeto em uma determinada direção ou posição. Desse modo, a luz dos objetos precisam incidir no espelho e refletirem até os olhos para que a imagem seja vista.

Os espelhos esféricos, figura 25, são aqueles que possuem um raio de curvatura finito e pode ser dividido em dois tipos: côncavo e convexo. Quando a luz reflete nesses tipos de espelhos seu comportamento difere, pois os feixes de luz convergem ou divergem.

Figura 25 – Espelho esférico



Fonte: Pxhere (2017). Disponível em: <https://pxhere.com/pt/photo/1019107>. Acesso em: 02 nov. 2023.

As imagens criadas por espelhos esféricos podem ser imagens virtuais ou reais, uma imagem é formada em um ponto onde os raios luminosos refletidos passam e pode ser projetada em um anteparo como uma tela, se a imagem for formada pelos raios refletidos será real, mas se for criada pelos prolongamentos dos raios refletidos, então será virtual.

2.10 Refração

Refração é o nome dado ao processo do desvio que feixes de luz sofrem ao passar de um meio e penetrar em outro para se propagar nesse novo meio. Quando um raio entra em um novo meio sua direção muda, figura 26 abaixo, pois a velocidade de propagação da luz é diferente para cada meio em que ela incide.

Figura 26 – Refração

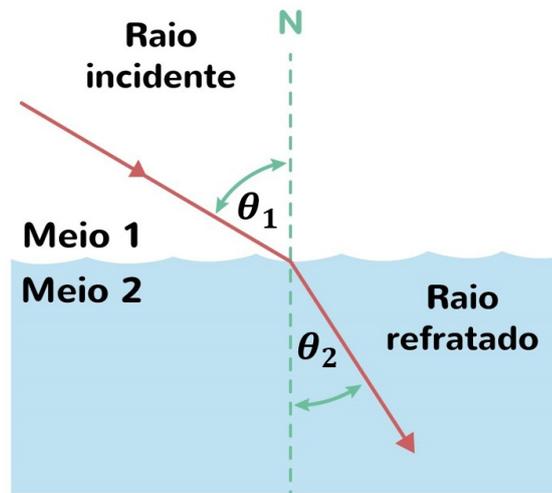


Fonte: Pxhere (2017). Disponível em: <https://pxhere.com/pt/photo/911676>. Acesso em: 29 out. 2023.

A refração é um fenômeno interessante e fácil de ser encontrado, por exemplo, é possível observá-lo deformar objetos ao inserir uma colher ou outros objetos em um copo com um pouco de água. Também é possível encontrá-la presente no funcionamento do olho humano, lentes de óculos, microscópios e lunetas.

2.11 Lei da refração

Figura 27 - Ângulo de refração



Fonte: Aprova total ([20--]). Disponível em: <https://aprovatotal.com.br/refracao/>. Acesso em: 30 out. 2023.

As leis da refração estão ligadas aos ângulos de incidência e raios refratados, de acordo com Snell, existe uma relação entre os ângulos em relação à reta normal, imagem 27 acima, satisfaz a relação:

$$n_1 \operatorname{sen} \theta_1 = n_2 \operatorname{sen} \theta_2 \quad (\text{Equação 01: Lei de Snell})$$

Temos que n_1 é o índice de refração do meio 1, θ_1 é o ângulo de incidência enquanto que n_2 é o índice de refração do meio 2 e θ_2 o ângulo de refração desse segundo meio.

A partir da lei de Snell é possível constatar que a constante chamada de índice de refração (n) é caracterizada pelos meios de propagação onde a luz se encontra e possui valores diferentes conforme o meio, devido à velocidade de propagação da luz em cada um. O índice de refração n de um meio é o quociente entre a velocidade da luz no vácuo, c , e a velocidade da luz, v , neste meio:

$$n = \frac{c}{v} \quad (\text{Equação 2: índice de refração})$$

Desse modo, o índice de refração n é uma grandeza adimensional, pois não possui unidade visto que ele é o quociente entre duas grandezas da mesma espécie, quanto maior for o índice de refração do meio menor será a velocidade que a luz se propaga nesse meio.

O índice de refração (n) é importante para estudos da refração, para qualquer meio temos que $n \geq 1$ e para o ar ou vácuo $n = 1$, o índice do ar chega bastante próximo $n \sim 1,0003$ podendo ser adotado apenas como $n = 1$.

Figura 28 - Índice de Refração

Material	Índice de refração
Ar	1,0003
Água	1,33
Gelo	1,31
Álcool	1,36
Óleo	1,46
Vidro crown	1,52
Diamante	2,42
Rubi	1,71

Fonte: Brasil escola ([20--]). Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/indice-de-refracao.htm>. Acesso em 03 nov. 2023.

2.12 Dispersão da luz

O índice de refração é uma constante, mas pode sofrer variações com o comprimento de luz, a cor, como foi dito, as cores são ondas eletromagnéticas e cada uma possui um comprimento de onda específico, quando se experimenta a refração de diferentes cores em meios de propagação como ar, vidro e água, por exemplo, mesmo sendo uma diferença mínima, esse fato explica o porquê um feixe de luz branca ao atravessar alguns meios, acaba criando um feixe colorido tal como o arco-íris, figura abaixo.

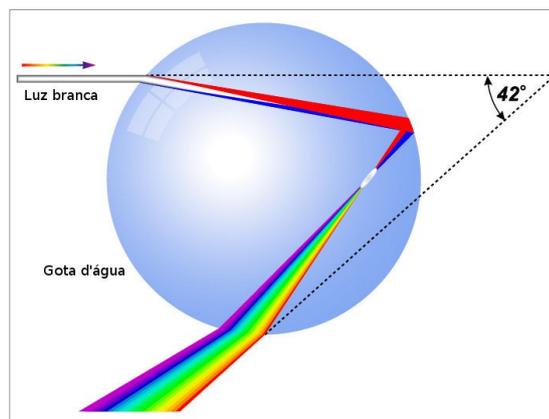
Figura 29 – Arco-íris



Fonte: Pxhere (2017). Disponível em: <https://pxhere.com/pt/photo/630132>. Acesso em: 29 out. 2023.

O arco-íris ocorre quando a luz do sol encontra com as gotas de água na atmosfera durante ou depois da chuva e quando a luz incide na partícula de água acontece a separação da luz, após sofrer duas refrações e uma reflexão na gota de água, a segunda refração aumenta a dispersão da luz, a dispersão ocorre em todas as gotas na superfície, porém um observador enxerga apenas uma cor por gota, pois, ao alcançar o solo as cores estão muito separadas entre si, já que o ângulo entre o raio incidente e o raio refletido que sai da gota está entre 0° e 42° nesse ângulo máximo ocorre a maior concentração de intensidade luminosa, figura 30 abaixo.

Figura 30 - Dispersão da luz em uma gota de chuva

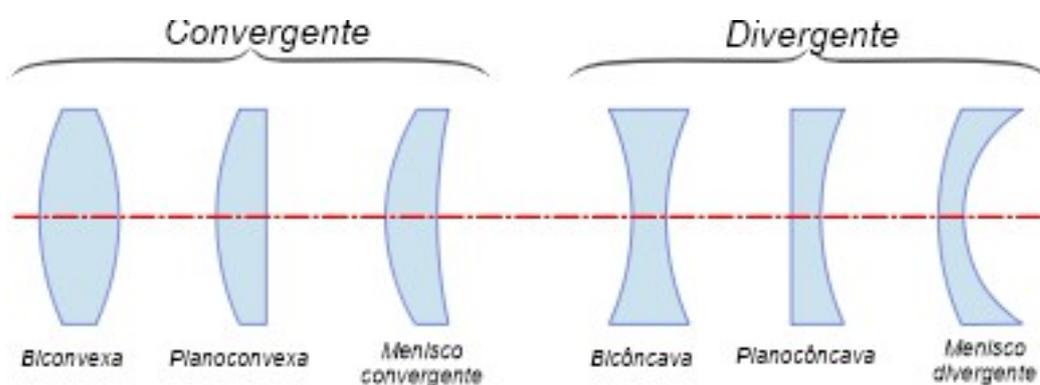


Fonte: Brasil Escola ([20--]). Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/a-dispersao-luz-branca.htm>. Acesso em: 29 out. 2023.

2.13 Lentes esféricas

Lentes são dispositivos ópticos cuja função é auxiliar instrumentos como: óculos, microscópios entre outros, sendo feita de um meio transparente como vidro ou plástico, as lentes esféricas possuem faces côncavas ou convexas e até uma das faces pode ser plana. A nomeação de uma lente muda dependendo do tipo de faces que ela possui, veja a seguir na figura 31 algumas nomenclaturas:

Figura 31 – Tipos de lentes.



Fonte: Wikimedia Commons (2009). Disponível em:
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:TiposDeLentes.svg>. Acesso em: 01 nov. 2023.

Lentes Convergentes: São lentes com foco em um ponto indo em direção ao seu eixo.

Lentes Divergentes: São lentes com um desvio do foco se afastando do seu eixo. A distância focal das lentes depende do meio onde ela está.

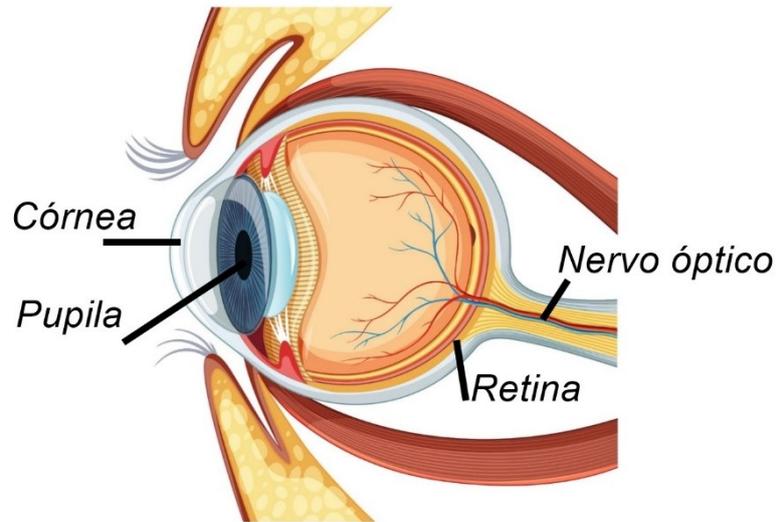
2.14 Instrumentos ópticos

Instrumentos ópticos são baseados em princípios ópticos que funcionam de forma a auxiliar e facilitar a visão. Eles estão presentes no nosso dia a dia nas mais diversas formas, dentre os primeiros a serem construídos podemos citar as lentes de aumento e as lentes de monóculos e/ou óculos.

A. Olho humano

É certamente o primeiro instrumento óptico que humanos têm contato ao decorrer da vida, sua estrutura é desenvolvida para receber a luz e enviar ao cérebro os impulsos certos para formar as imagens vistas.

Figura 32 – Olho Humano



Fonte: Freepik ([20--]). Disponível em: https://www.freepik.es/vector-gratis/diagrama-anatomia-globo-ocular-humano_13832801.htm#query=ojo%20humano&position=1&from_view=keyword&track=ais&uuid=70ecd8fd-cc48-4dc8-9fe1-dfd67feb865d. Acesso em: 26 out. 2023.

Os olhos funcionam graças ao trabalho conjunto da física e da biologia, o processo inicia com a luz incidindo no olho, onde a refração ocorre principalmente na córnea e também no cristalino em menor escala, a córnea que age como uma lente convergente direcionando a luz através da pupila até a retina onde células receptoras sensíveis à luz, bastonetes e cones, que recebem o impulso e transmite através do nervo óptico até o cérebro para formação da imagem, quando existe algum problema nesse sistema ocorre os tão conhecidos problemas de visão e então faz-se necessário o uso de óculos com lentes corretivas

B. Óculos

São necessários para correção de defeitos visuais, que podem acontecer, cada problema tem um tipo de lente corretora.

Figura 33 – Óculos.



Fonte: Pxhere (2016). Disponível em: <https://pxhere.com/pt/photo/20127>. Acesso em: 03 nov. 2023.

Presbitismo ou presbiopia: causado pelo afastamento do ponto próximo com o envelhecimento, causa problemas para ver a pequenas distâncias. É corrigido com lentes oculares bifocais convergentes, na parte superior possibilita ver objetos distantes enquanto a parte inferior serve para objetos próximos.

Miopia: é a dificuldade de enxergar de longe e ocorre quando a luz entra no olho, mas essa luz é focalizada antes da retina de modo que não chega a alcançar as células receptoras, de modo correto, para corrigir esse problema é usado lentes oculares divergentes.

Hipermetropia: é a dificuldade para enxergar de perto, nesse caso a luz que entra no olho se prolonga demais e alcança a retina antes de focar, é corrigido a partir do uso de lentes convergentes.

Astigmatismo: é a perda de focalização em certas direções, pode ocorrer devido à forma irregular do cristalino ou alguma alteração na curvatura da córnea, quando a córnea perde sua forma esférica as imagens formadas são distorcidas pelo foco estar irregular, a correção é feita atrás de lentes esféricas cilíndricas.

Para as lentes corretivas funcionarem como esperado é necessário que elas possuam a distância focal certa para que a luz focalize no ponto exato.

C. Luneta

Foram inventadas no início do século XVII por Hans Lippershey, enquanto brincava com um conjunto de lentes, ele notou que ao colocá-las a uma certa distância aparecia a imagem aumentada de objetos que estavam distantes, desse modo, recebeu inicialmente recebeu o nome de refrator, montado com uma lente objetiva côncava (objetiva, pois fica do

lado do objeto a ser visto) que forma uma imagem real do objeto e uma segunda lente ocular convexa (que fica do lado do olho do observador). Foi Galileu foi quem empregou o refrator para estudar os astros e nomeou de luneta, a lente objetiva tem foco na dimensão de metros e a ocular em centímetros como o objeto está longe, então a imagem será formada no foco da lente possibilitando enxergar o objeto. Veja a seguir as figuras 34 e 35 que mostram duas lunetas empregadas a fins diferentes.

Figura 34 – Luneta



Fonte: Wikimedia Commons (2022). Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Luneta,_Instituto_Hist%C3%B3rico_e_Geogr%C3%A1fico_de_Vila_Velha_%280026_A_1%29.png. Acesso em: 29 out. 2023.

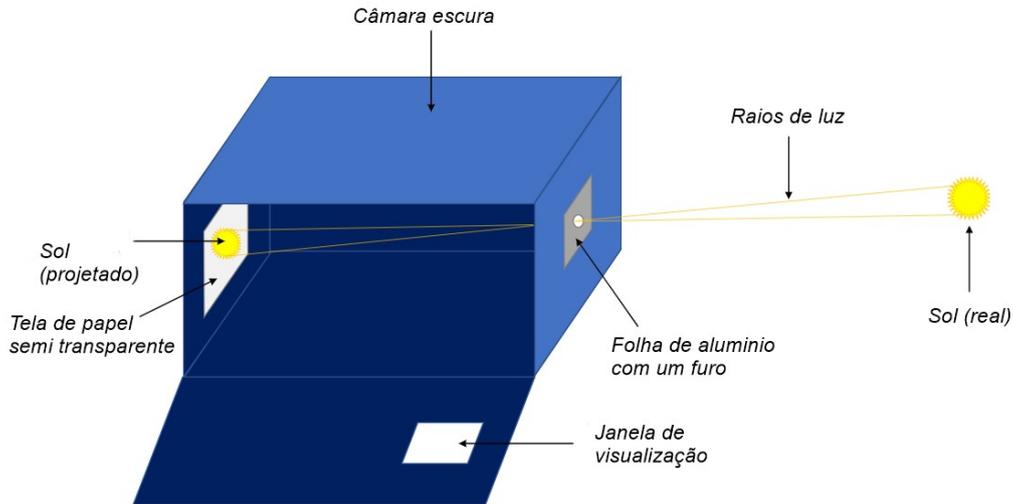
Figura 35 – Luneta de observação terrestre



Fonte: Flickr (2018). Disponível em: <https://www.flickr.com/photos/portalph/45302999925>. Acesso em: 30 out. 2023.

D. Câmera fotográfica

Figura 36 – Câmara escura.



Fonte: Wikimedia Commons (2020). Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:C%C3%A2mara_escura_para_observar_o_sol.svg. Acesso em: 01 nov. 2023.

As câmeras funcionam a partir do princípio da câmara escura, figura 36 acima, uma caixa fechada com um orifício simples, no interior na face oposta ao orifício tem uma face lateral feita de papel semitransparente, a partir dessa estrutura e do fato que a luz se propaga em linha reta é possível capturar a imagem de um objeto, criando uma imagem invertida do objeto, quanto menor o orifício mais nítida a imagem, porém a imagem não é tão iluminada, já se aumentar a luminosidade com um orifício um pouco maior a imagem perde nitidez, enquanto câmeras antigas, figura 37, utilizam papel filme para registrar as imagens as câmeras mais modernas, figura 38, convertem a imagem e armazenam em um dispositivo de cartão SD, por exemplo.

Figura 37 – Câmera antiga.



Fonte: Pixabay ([20--]) Disponível em:
<https://pixabay.com/pt/photos/c%C3%A2mera-antiga-c%C3%A2mera-balgenkamera-1335436>.
Acesso em: 31 out. 2023.

Figura 38 – Câmera moderna.



Fonte: Wikimedia Commons (2008). Disponível em:
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chinon_CP_9_AF_BW_1.JPG. Acesso em: 31 out. 2023.

E. Microscópio

Figura 39 – Microscópio.



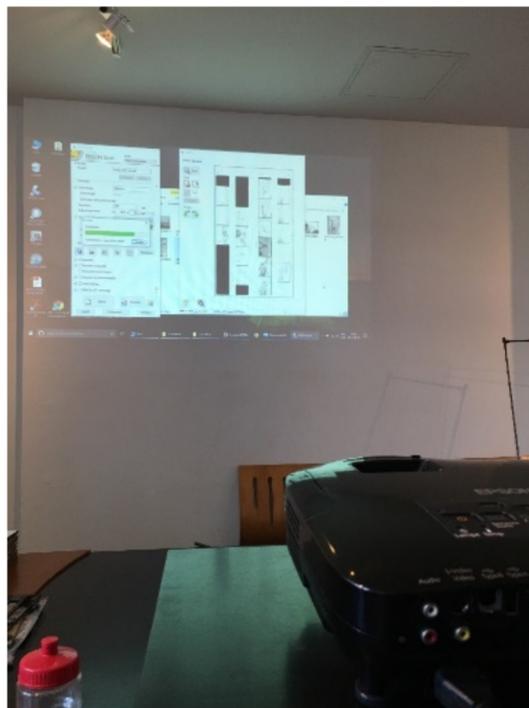
Fonte: Pxhere 2017. Disponível em: <https://pxhere.com/pt/photo/1112692>. Acesso em: 03 nov. 2023.

É um aparelho usado para ampliar imagens assim como a lupa, mas sua construção é similar à de lunetas diferindo a forma das lentes serem usadas, já que o objetivo é observar objetos minúsculos, assim é preciso que a lente objetiva esteja bastante próxima ao objeto a ser observado, o objeto é posicionado próximo à distância focal, que deve ser mínima, do outro lado tem novamente a lente ocular que serve como uma lente de aumento. Porém, ele possui duas lentes convergentes, cada uma em uma extremidade oposta, assim funcionam possibilitando enxergar coisas não vistas a olho nu.

F. Projetor

São aparelhos que como o nome já implica projetam imagens, formando uma imagem real do objeto em uma superfície, projetores são formados por um conjunto de lentes que agem como uma lente convergente. Quando ligado o aparelho uma luz ilumina o slide e a figura aparece em uma superfície na frente, figura 40 abaixo, sendo possível ajustar a distância da lente de slide movendo-a mais próxima ou afastada, esse processo irá afetar a nitidez da imagem, sendo possível controlar como a imagem projetada será apresentada.

Figura 40 – Projeção



Fonte: Wikimedia Commons 2017. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:BAHQ_Scan-A-Thon_scannings_-_Sarah_Stierch.jpg. Acesso em: 27 out. 2023.

3 O ENSINO DA ÓPTICA NA ATUALIDADE

Atualmente a disciplina de física começa a fazer parte do ensino e aprendizado dos educandos a partir do nono ano do ensino fundamental, quando a disciplina de ciências foca em ensinar química e física, sendo esse o primeiro contato que visa apresentar o básico dessas disciplinas. Já no ensino médio a disciplina de física é ensinada por área, segundo a série que os alunos estão. A óptica é trabalhada em sala de aula geralmente no 3 ano do ensino médio, focando na parte geométrica do conteúdo, os ângulos, as fórmulas e os cálculos se tornam o enfoque da aula, desse modo a memorização de fórmulas se tornam o recurso principal dos estudantes, ao invés de desenvolver afinidade e entender como funciona a física do tema estudado. Um meio para modificar esse tipo de comportamento é uma mudança direta na matriz curricular da escola que pode ser revista durante a organização do projeto político pedagógico (PPP) de modo a melhor beneficiar o aprendizado, visto que

Como espaço de convivência que favoreça o exercício da cidadania, a escola possui formas de organização, normas e procedimentos que não são meramente aspectos formais de sua estrutura, mas se constituem nos mecanismos pelos quais podemos permitir e incentivar ou, ao contrário, inibir e restringir as formas de participação de todos os membros da comunidade escolar. Nesse sentido, uma escola que pretende atingir, de forma gradativa e consistente, crescentes índices de democratização de suas relações institucionais não pode deixar de considerar, como parte integrante de seu projeto, o compromisso de participação. (BUENO, 2001, p. 6)

Assim que é importante dar espaço aos estudantes para participarem ativamente em sala, Moreira (2018) fala que a pesquisa em física no Brasil é reconhecida internacionalmente, porém nosso ensino de física está em crise, ele cita como possíveis culpados a carga horária de ensino, falta de aula de laboratório, falta de professores, e o método de treinar os alunos para as provas e respostas corretas.

O resultado desse ensino é que os alunos, em vez de desenvolverem uma predisposição para aprender Física, como seria esperado para uma aprendizagem significativa, geram uma indisposição tão forte que chegam a dizer, metaforicamente, que “odeiam” a Física. (MOREIRA, 2018, p. 73)

Tiago Lessa do Nascimento em sua monografia “REPENSANDO O ENSINO DA FÍSICA NO ENSINO MÉDIO” escreveu “é lamentável quando se ouve ‘eu odeio física’, e mais lastimável ainda é lembrar que essa disciplina dispõe de todos os requisitos para estar entre as mais simpatizadas por se tratar de uma ciência experimental e cotidiana.” (Nascimento, 2010, p. 07). Esse desinteresse pela física segue a disciplina por todos os anos

do ensino médio, essa rejeição torna ainda mais complicado o desenvolvimento de atividades proveitosas em sala de aula, isso acrescido ao fato de que o ensino da física sofre pela desvalorização dos professores e situação de trabalho:

No discurso, a educação é sempre prioritária; na prática, as condições do trabalho, em muitos casos, são vergonhosas. Baixos salários, muitos alunos, elevada carga horária semanal, falta de apoio na formação continuada, currículos que não passam de uma lista de conteúdos a serem cumpridos, preparação dos alunos para a testagem. (MOREIRA, 2018, p. 73).

Outra questão que prejudica o ensino atual como citado por Moreira é que os professores devem preparar os alunos para as provas, para que os alunos deem as respostas corretas que estarão em exames, as provas e os resultados delas regem o ensino e em nossa sociedade são vistas como as melhores escolas aquelas que aprovam mais alunos nos testes, o problema desse modo de ensino é que os estudantes podem até passar nas provas, mas não aprendem o conteúdo da maneira devida, esquecendo-se do que lhes foi apresentado depois de algum tempo ou sem entender devidamente os conceitos para além do que lhes foi apresentado em sala de aula para os testes.

A forma de transmissão do conteúdo, apelando quase que exclusivamente para a memorização não somente da ciência física como qualquer outro, faz com que os alunos adquiram características de “máquinas” de respostas prontas sem conseguir atribuir sentido aos saberes que deveriam ter grande importância para suas vidas cotidianas. (NASCIMENTO, 2010, p. 12)

Além disso, podemos também citar que maioria das aulas estão no modelo tradicional expositivo, associadas com o professor centrando exclusivamente o conhecimento e transmitindo pelo quadro, livro, lista de exercícios, etc. Para uma juventude que cresceu rodeada de tecnologia e que está em contato com ela todos os dias a falta de tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) em sala de aula é desmotivante, um desperdício de potencial, se organizado e bem-planejado outras mídias como sites de simulações, laboratórios virtuais poderiam fazer parte do ensino para colaborar no aprendizado.

No ensino da óptica é possível notar que todas essas questões apresentadas até o momento somadas ao fato de óptica geométrica ser um conteúdo que necessita bastante da linguagem matemática para ser explicada por seu enfoque está comumente está preso ao estudo de aspectos geométricos, a ideia de raios de luz e outros objetos, espelhos, lentes, etc. Esse modo de ensino dificulta a assimilação e entendimento dos alunos, sendo o único método para apresentar e ensinar os temas em questão o ensino tradicional em sala de aula se mostra ineficiente para trazer os resultados devidos de um ensinamento significativo que deixará os

alunos utilizarem os saberes adquiridos em situações presentes no cotidiano de forma intencional.

São muito os problemas existentes atualmente no ensino da matéria. Um deles é a ênfase exagerada dada à memorização de fatos, símbolos, nomes, fórmulas, equações, teorias e modelos que ficam parecendo não ter quaisquer relações entre si. Outro é a total desvinculação entre o conhecimento Físico e a vida cotidiana. O aluno não consegue perceber as relações entre aquilo que estuda nas salas de aula, a natureza e a sua própria vida. (NASCIMENTO, 2010, p. 18)

É ainda preciso considerar que a situação de cada escola é diferente, seja desde a infraestrutura até o perfil de cada aluno ali inserido, considerando também a quantidade de aulas e o tempo disponível para cada uma, a forma de ensino precisa ser adaptada para encaixar do melhor modo, afinal em um ambiente tão variado de escolas como existem Brasil a fora, um único modelo não pode dar conta de ser efetivo em tantas realidades escolares diferentes, o modelo tradicional não ainda é o mais usado provavelmente por acomodação, uma vez que é o que é mais simples de se estabelecer, mas para melhorar o ensino é preciso pensar e realizar mais que ele, claro além do método tradicional há outros fatores a serem considerados, como as jornadas e os salários dos professores, visto que é comum os professores terem jornadas duplas de trabalho, trabalhando em mais de uma escola para conseguir aumentar a renda, esse fator é exaustivo e dificulta a trajetória para corresponder às expectativas ou seguir todas as orientações esperadas para o ensino.

A óptica é tradicionalmente ensinada em sala de aula através do quadro, do livro e às vezes algum slide ou filmes, quando muito e os alunos estão mais preocupados em memorizar as fórmulas para conseguirem passar em suas provas, para não repetir de ano ou para obter uma boa pontuação na prova do ENEM e entrar em uma faculdade. Esses fatores dificultam entender o que está acontecendo em cada situação problema, essa é uma falha do nosso sistema educacional que impede o aprofundamento do conhecimento adquirido. Claramente não se espera que as fórmulas sejam abandonadas no processo de ensino, afinal a matemática é a língua pela qual a física fala, mas usar somente de cálculos e fórmulas é um modo ineficiente de ensino, a respeito do ensino de óptica Gircoreano e Pacca afirmam:

Em função desse conjunto de concepções, o ensino desvinculado dos aspectos físicos ligados à natureza da luz e ao processo de visão acaba não só tornando o aprendizado mais difícil como também pode reforçar muitas das concepções espontâneas e proporcionar aos estudantes uma apreensão incorreta dos conceitos cientificamente aceitos. (GIRCOREANO e PACCA, 2001, p. 27)

Assim que é necessário que o ensino seja de algum modo aproximado a realidade dos alunos, considerando os modos de ensinar e explicar minimamente o processo da visão, ensinar de um modo a apagar os mal entendidos que as concepções espontâneas desses estudantes trazem, para notarem até onde o conhecimento popular está certo e reconhecer que há mais e que esse mais pode ser explicado fisicamente e comprovado, abrindo novos campos para discussão e experimentação.

Atividades experimentais bem planejadas desmistificam o trabalho científico e o aproximam do universo de experiência dos alunos, que se percebem como construtores de conhecimento e descobridores de leis e princípios científicos nessas atividades, no aparecimento de um problema, na delimitação deste, na formulação e testagem de hipóteses, na coleta e no registro de dados, na apresentação dos resultados, etc. (NASCIMENTO, 2010, p. 39)

4 ENSINO INOVADOR PARA O ENSINO DE FÍSICA

No trabalho “O ENSINO DA ÓPTICA NA PERSPECTIVA DE COMPREENDER A LUZ E A VISÃO” de José Paulo Gircoreano e Jesuíta Lopes de Almeida Pacca é apresentado uma alternativa para um ensino significativo de óptica, que coloca o aluno em situações para discutir seu conhecimento cotidiano e seus pensamentos sobre a luz e como ela funciona, desse modo abria-se espaço para os alunos experimentarem, discutirem e aprenderem ativamente, além de disponibilizar as atividades e experiências simples feitas em sala, podendo servir de pontapé inicial para professores que desejam aplicar algo semelhante em suas turmas.

Como citado no capítulo anterior, o ensino da óptica costuma ser sobre os ângulos dos raios de luz e a matemática que vem junto para provar o que está sendo descrito, porém, a luz em si pouco é discutida e desenvolvida, então para que o ensino se torne mais completo e significativo, a adição de situações problemas reais que os estudantes podem observar e replicar em sala ou em laboratório são importantes, por exemplo, a formação de imagem em um ou mais tipos de espelhos, ou o efeito visual aparente de deformação um objeto imerso pela metade na água, ou discutir sobre como o belo show de cores que é o arco-íris se forma, esses acontecimentos diários que os alunos estão acostumados a observar, mas que a física envolvida passa batida para maioria deles.

É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável. (BRASIL, 2000, p. 84)

A experimentação é uma parte importante do aprendizado, ver como a luz e suas propriedades funcionam é necessário para o desenvolvimento do sentido científico e crítico dos estudantes. No trabalho “Avaliação de uma metodologia de aprendizagem ativa em óptica geométrica através da investigação das reações dos alunos” de D. G. G. Sasaki e V. L. B. de Jesus, eles fazem uso da metodologia POE (Predict - Observe – Explain ou em tradução livre Prever – Observar – Explicar) e citam:

A metodologia POE demanda necessariamente a demonstração de um experimento qualitativo ou vídeo ou simulação pelo professor em sala de aula. Na primeira etapa, a da previsão, pede-se ao estudante que faça suas previsões acerca de um determinado evento e as justifique de acordo com seus conhecimentos prévios.

Então, numa segunda etapa, a da observação, o estudante irá realizar e/ou observar o evento, sendo instigado a comparar as suas previsões anteriores à realização do mesmo com o resultado observado por ele. Por último, na terceira etapa, a da explicação, o estudante deverá tentar explicar as diferenças entre o previsto e o observado, caso existam. Assim, espera-se que ao se aplicar a metodologia POE, surjam discrepâncias entre as previsões do estudante e o resultado observado daquele evento. (SASAKI e JESUS, 2017, p. 2)

Essa metodologia, tem por intenção despertar a curiosidade e interesse dos educandos, agindo de modo a abrir espaço para discussões advindas as ideias prévias dos alunos as quais serão o ponto de partida inicial para o entendimento real da ideia discutida, quando um experimento é proposto, cada estudante tem em sua mente uma suposição baseada em suas concepções espontâneas que serão testadas e postas a prova com o desenrolar dos experimentos e seu resultado. Essa metodologia propicia oportunidades para discussão entre os estudantes podendo ser aplicada em grupos, abrindo espaço de discussão, ainda estabelece algumas vantagens boas para ajudar no ensino segundo os autores citados anteriormente.

A primeira é possibilitar uma compreensão das dificuldades dos alunos diante de resultados discrepantes que acarretam na manutenção das concepções prévias. A segunda vantagem é proporcionar ao professor aspectos importantes do raciocínio dos alunos que podem ser incorporadas ao planejamento didático. A terceira vantagem é servir de fundação para uma pesquisa sobre o motivo pelo qual os alunos manifestam diferentes reações. (SASAKI e JESUS, 2017, p. 3)

Essas vantagens podem servir de apoio para guiar o professor no processo de planejamento didático como citado, além de aperfeiçoamento do conhecimento prévios dos estudantes, a partir de um ponto de partida bem definido espera-se que fique mais claro como abordar o conteúdo para obter-se uma melhor margem de aprendizado. Ainda sobre esse trabalho com a metodologia POE, os autores fornecem também experimentos realizados, discutindo a ideia geral por trás de cada experimento e seus resultados, a partir dos quais é possível notar um bom aproveitamento da metodologia POE em sala com um aprimoramento conceitual dos modelos teóricos produzidos pelos estudantes depois da realização e discussão de cada experimento.

Também são uma opção para escolas que carecem de espaço físico para experimentação, o uso de laboratórios e espaços virtuais, simulações e vídeos podem ocupar um espaço necessário na aprendizagem, essas tecnologias podem ser usadas como ferramentas cognitivas que irão auxiliar no desenvolvimento do aprendizado do aluno.

Entre os laboratórios virtuais para física estão:

- **Laboratório Remoto de Física – UNIFEI**, um laboratório virtual gratuito onde você pode operar experimentos reais de forma remota, para utilizar basta se cadastrar e agendar um horário, podendo ser acessado pelo computador ou celular desde que haja conexão de internet, encontrado no site: <https://labremoto.unifei.edu.br/>.
- **Algetec**, laboratório virtual com experimentos virtuais, é um site pago, disponibiliza experimentos em várias áreas de física, encontrado no site: <https://www.algetec.com.br/>.
- **Virtual Amrita Laboratories**, é um laboratório disponível apenas em inglês, mas que traz diversos experimentos em várias áreas de física óptica, mecânica, etc. pode ser encontrado no site: <https://vlab.amrita.edu/index.php>. O acesso é gratuito para escolas que se cadastrem.
- **RELLE**, laboratório virtual que manipular experimentos remotos, é gratuito, podendo ser acessado através do site: <http://relle.ufsc.br/>. Possui uma pequena variedade de experimentos nas áreas de física atualmente, mas é fácil de usar, também disponibiliza um cadastro para os usuários agendarem o uso do experimento.

Para simulações é possível encontrar as seguintes opções:

- **Phet colorado**, figura 41 abaixo, pode ser encontrada em português no site: <https://phet.colorado.edu/pt/>, disponibilizando simulações de para óptica, além de mecânica, ondas e eletromagnetismo.

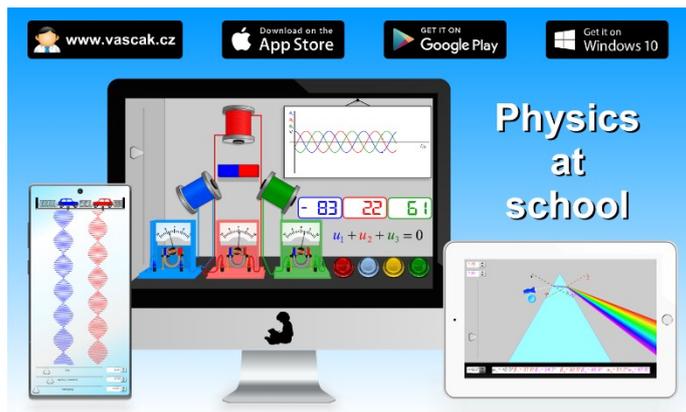
Figura 41 – Plataforma PHET.



Fonte: Phet Colorado ([20--]), Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/. Acesso em: 05 nov. 2023.

- **Física na escola (Vascak)**, figura 42 a seguir, pode ser encontrada também em português no site: <https://www.vascak.cz/physicsanimations.php?l=pt>, além de estar disponível para download, onde também disponibiliza várias simulações na área de física.

Figura 42 – Vascak.



Fonte: Vascak ([20--]). Disponível em: <https://www.vascak.cz/index.php>. Acesso em: 03 nov. 2023.

- **Physics simulations (Radian)**, disponível em inglês, infelizmente sem tradução para português está disponível no site: <https://www.radian.com.hk/simulations/>, possui simulações para óptica, mecânica e ondas.
- **Laboratório Virtual De Física da Universidade Federal do Ceará**, disponibiliza simulações e experimentos filmados, organizados por área da física, para acessar basta se cadastrar no site: <https://www.laboratoriovirtual.fisica.ufc.br/>.

5 COMO UNIR O ENSINO ATUAL ESCOLAR E AS INOVAÇÕES PARA CRIAR UM MELHOR AMBIENTE DE ENSINO

Como já discutido anteriormente o ensino de óptica é baseado tradicionalmente em ensinar sobre ângulos e fórmulas, esse ensino não é intuitivo e pode ser difícil para os alunos compreenderem os conceitos e suas aplicações em nossa vida, o que dificulta o aprendizado, por isso, é importante aproximar o conteúdo ensinado em sala aos conhecimentos prévios do aluno, desse modo o aprendizado será mais consciente e significativo para os estudantes.

Para alcançar um ensino melhor, como se leva tempo para mudar de fato, é possível iniciar a mudança usando o modelo de ensino atual ao implementá-lo com outras técnicas e meios que contribuam para um ensino inovador, como os discutidos no capítulo anterior. No documento “Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias” é dito que “nosso desafio é, portanto, buscar meios para concretizar esses novos horizontes, especialmente dentro da realidade escolar hoje existente no país” (BRASIL, 2000, p. 60), assim que a escola e o professor são responsáveis por encontrar um caminho de ensino que possa melhor equilibrar a metodologia atual e a necessidade de novas ferramentas de ensino. Como já discutido, algumas ferramentas úteis para implementar nessa nova dinâmica a ser desenvolvida, é o uso de simulações, jogos e laboratório virtuais que ajudam na visualização de fenômenos dificilmente explicados/visualizados no quadro branco, dessa maneira, além de uma melhor visualização do que está ocorrendo no processo estudado, discutir sobre os exemplos de fenômenos ou aplicações da óptica na vida, uma aula mais dinâmica com uma aproximação e imersão do conteúdo na vida do estudante pode colaborar na fixação de conteúdo, sendo uma ferramenta útil para aproximar o aluno daquilo que ele está aprendendo em sala de aula.

É necessário que seja dada uma atenção toda especial para a articulação entre as competências, conhecimentos e estratégias a serem propostos e desenvolvidos para que gradualmente possam ser identificados os fatores que integram esses vários aspectos, concretizando novas práticas de sala de aula. Discussão, reflexão, troca de experiências e vivências são as tarefas de sempre, mas prioritárias no momento. E, embora a questão educacional tenha sempre se revelado como altamente complexa, a garantia de sucesso para a empreitada é nunca perder de vista o objetivo último da cidadania desejada, uma cidadania consciente, atuante e solidária. (BRASIL, 2000, p. 86)

Segundo a base nacional comum curricular, BNCC “é fundamental que possam experienciar diálogos com diversos públicos, em contextos variados, utilizando diferentes mídias, dispositivos e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), e construindo narrativas variadas sobre os processos e fenômenos analisados.” (BRASIL, 2018,

p. 558), assim que é preciso unir o atual método e complementar com outras metodologias podendo ser escolhidas as que melhores se encaixarem na realidade escolar e do professor, sejam a presença de mais experimentos laboratoriais presenciais, caseiros e/ou virtuais, vídeos, simulações e atividades discursivas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do que foi discutido é perceptível que a óptica no ensino médio é vista pelos estudantes como uma matéria de conteúdos difíceis e matematicamente desafiadora, mas ela está intrinsecamente ligada a nossa vida e seus efeitos podem ser notados, desde que se saiba como olhar. O ensino de óptica durante o ensino médio é insatisfatório, sendo um ensino voltado para a testagem e aprovação em provas resulta em um ensino fraco, provando que um único modelo de ensino não é capaz de abranger e ser bem sucedido em todas as realidades escolares, sendo necessário a diversificação utilizando novas técnicas e ferramentas, é preciso mudar a maneira de se ensinar para que a instrução de física mude e evolua para melhorar a qualidade de ensino, é útil e necessário usar de novos métodos, aprimorar o ensino de modo a encaixar na realidade atual da escola e dos estudantes.

Desse modo, vê-se que é preciso uma abordagem mais ampla, um ensino significativo com uma mudança real capaz de impactar o aprendizado dos estudantes. Muitas são as ferramentas e métodos disponíveis desde o aproveitamento de fenômenos diários que podem ser vistos, discutidos e/ou medidos através de experimentos simples, o auxílio da metodologia prever-observar-explicar (POE), além do uso de tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) em laboratórios físicos ou virtuais, uso de simulações etc. É dever da escola junto do professor buscar o método que melhor se encaixa e que seja capaz de melhorar a qualidade de ensino, enquanto é trabalho do governo assegurar aos professores uma boa condição de trabalho com melhores salários para que os professores possam se dedicar a sua profissão sem se sobrecarregar, visto que as jornadas duplas de trabalho exaustem o docente dificultando e até afetando seu desenvolvimento na escola.

O professor é instrumento de mudança junto de seus alunos e está claro que existe uma necessidade clara de mudança do sistema educacional, é preciso mover as engrenagens do sistema para haver uma melhora verdadeira do ensino nas escolas, é necessário ensinar e abrir espaços de modo a criar oportunidades para adaptar o ensino a realidade individual que está presente em cada escola brasileira, mudar imediatamente não é fácil, mas as escolas devem dar um primeiro passo para implementar novas ferramentas e meios de ensino.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, K. B.; SANTIS, P. J; FERREIRA, G. K. Os três momentos pedagógicos como metodologia para o ensino de óptica no Ensino médio: o que é necessário para enxergarmos? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.32, p.461- 482, ago. 2015.
- ÁLVARES, B. A.; LUZ, A. M. **Física, volume 2**. São Paulo: Scipione, 2005
- ANGELO, E. A.; FAVALL, L. D; PESSÔA, K. A. **Projeto Radix: ciências: 9.º ano**. São Paulo: Scipione, 2009
- BARTHEM, R. **A luz**. São Paulo: Editora Livraria da Física: Sociedade Brasileira de Física, 2005.
- BONJORNO, J. R. *et al.* **Física: terminologia, óptica, ondulatória, 2.º ano**. São Paulo: FTD S.A, 2016.
- BUENO, J. G. Função social da escola e organização do trabalho pedagógico. **Educar Revista**, v. 17. p. 101-110, jun. 2001.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: linguagens, códigos e suas tecnologias**. Brasília, DF: MEC, 2000.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+): ciências da natureza e matemática e suas tecnologias**. Brasília, DF: MEC, 2006.
- DÚRAN, J. E. **Biofísica: fundamentos e aplicações**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.
- FARIAS JUNIOR, C. F. **Seqüência investigativa no ensino e aprendizagem de óptica geométrica**. 2018. Dissertação (Mestrado em física) - Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2018.
- GIRCOREANO, J. P.; PACCA, J. L. O ensino da óptica na perspectiva de compreender a luz e a visão. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.18, p. 26-40, 2001.
- HECKLER, V., SARAIVA, M. de F. O.; OLIVEIRA FILHO, K. de S. Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 2, p. 267-273, 2007.
- HEWITT, P. G. **Física conceitual**. 9. ed. T. F. Ricci, e M. H. Gravina (trad.) Porto Alegre: Bookman, 2002.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de física. **Estudos Avançados**, v.32, n.94, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/3JTLwqQNsfWPqr6hjzyLQzs/?lang=pt>. Acesso em: 25 abr. 2023.

NASCIMENTO, T. L. do. **Repensando o ensino da física no Ensino médio**. 2010. Monografia (Licenciatura em Física) - Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, CE, 2010.

RIBEIRO, J. L. P. ; VERDEAUX, M. de F. da S. Atividades experimentais no ensino de óptica: uma revisão. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 4, p. 4401-4410, 2012.

SASAKI, D. G.; JESUS, V. L. Avaliação de uma metodologia de aprendizagem ativa em óptica geométrica através da investigação das reações dos alunos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 2, 2017.

SILVA, B. V. **Controvérsias sobre a natureza da luz**: uma aplicação didática. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/16055>. Acesso em: 03 jul. 2022.