



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
CURSO LICENCIATURA EM FÍSICA**

VICENTE FRANCISCO DE ARAUJO NETO

**PROPRIEDADES ÓPTICAS DE LENTES ESFÉRICAS: uma abordagem integrada
aos defeitos da visão visando uma aprendizagem significativa**

TERESINA

2025

VICENTE FRANCISCO DE ARAUJO NETO

PROPIEDADES ÓPTICAS DE LENTES ESFÉRICAS: uma abordagem integrada aos
defeitos da visão visando uma aprendizagem significativa

Trabalho de conclusão de Curso (monografia),
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Licenciatura em Física do
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Piauí, Campus Teresina Central.

Orientador(a): Prof. Me. Etevaldo Macedo Valadão

TERESINA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Araújo Neto, Vicente Francisco de

A663p Propriedades ópticas de lentes esféricas : uma abordagem integrada aos defeitos da visão, visando uma aprendizagem significativa / Vicente Francisco de Araújo Neto. - 2025.

52 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central, 2025.

Orientador : Prof Me. Etevaldo Macedo Valadão.

1. Ensino de física . 2. Óptica geométrica . 3. Lentes esféricas . 4. Defeitos de visão. I. Título.

CDD - 530

Elaborado por Maria Rosismar Farias CRB 3/631

VICENTE FRANCISCO DE ARAUJO NETO

PROPIEDADES ÓPTICAS DE LENTES ESFÉRICAS: uma abordagem integrada aos defeitos da visão visando uma aprendizagem significativa

Trabalho de conclusão de Curso (monografia),
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Licenciatura em Física do
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Piauí, Campus Teresina Central.

Aprovada em: 27 / 02 / 2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Etevaldo Macedo Valadão (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dr. Haroldo Reis Alves de Macedo
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Ma. Joaquina Maria Portela Cunha Melo
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Dedico este trabalho a minha mãe, minha
avó, amigos e mestres.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado forças quando mais precisava para que eu chegasse até aqui.

A minha Avó Toinha que nunca desistiu de mim, dando todo incentivo, força, carinho, amor para que eu continuasse persistindo em meu sonho. A minha Mãe Leila por sempre estar ao meu lado me dando todo suporte possível.

Aos meus amigos Zeca e Davi por todo suporte financeiro, material e de incentivo. A minha amiga Andreza por todas as palavras de incentivo, conversas e conselhos.

Ao meu orientador Etevaldo por toda a disponibilidade na orientação, paciência, incentivo e pelas valiosas contribuições a este trabalho.

Agradeço também a todos os professores e servidores do IFPI do Campus Teresina Central, pois todos direta e indiretamente contribuíram para o alcance desse resultado.

O que prevemos raramente ocorre; o que
menos esperamos geralmente acontece.

Benjamin Disraeli

RESUMO

Na atualidade, o ensino de Física ainda prioriza fórmulas e equações, resultando em uma aprendizagem descontextualizada e pouco significativa. Diante desse cenário, este estudo desenvolveu uma sequência didática que explora as propriedades ópticas das lentes esféricas e sua relação com os defeitos da visão (miopia, hipermetropia, astigmatismo e presbiopia), visando promover uma aprendizagem significativa. Fundamentada em teóricos como Ausubel, Zabala, Moreira e Freire, a pesquisa adotou uma abordagem qualitativa e metodologia de Pesquisa-Ação, resultando na criação de um recurso educacional composto por 16 aulas. A sequência didática integra atividades práticas, experimentos e o uso de simuladores virtuais (PhET e Vascak) para facilitar a compreensão dos conceitos e sua aplicação no cotidiano. Como produto final, foi elaborada uma sequência didática que poderá ser aplicada em contextos futuros, com a expectativa de que os alunos desenvolvam uma compreensão mais profunda dos fenômenos ópticos, além de habilidades práticas e pensamento crítico. Acredita-se que a sequência didática proposta contribua para a formação docente e a transformação do ensino de Física, tornando-o mais dinâmico e contextualizado.

Palavras-chave: ensino de física; óptica geométrica; lentes esféricas; defeitos de visão; sequência didática; aprendizagem significativa.

ABSTRACT

Currently, Physics teaching still prioritizes formulas and equations, resulting in decontextualized and minimally meaningful learning. In light of this scenario, this study developed a didactic sequence that explores the optical properties of spherical lenses and their relationship with vision defects (myopia, hyperopia, astigmatism, and presbyopia), aiming to promote meaningful learning. Based on theorists such as Ausubel, Zabala, Moreira, and Freire, the research adopted a qualitative approach and Action Research methodology, resulting in the creation of an educational resource composed of 16 lessons. The didactic sequence integrates practical activities, experiments, and the use of virtual simulators (PhET and Vascak) to facilitate the understanding of concepts and their application in everyday life. As a final product, a didactic sequence was developed that can be applied in future contexts, with the expectation that students will develop a deeper understanding of optical phenomena, as well as practical skills and critical thinking. It is believed that the proposed didactic sequence contributes to teacher training and the transformation of Physics teaching, making it more dynamic and contextualized.

Keywords: physics teaching; geometric optics; spherical lenses; vision defects; didactic sequence; meaningful learning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fenômeno da reflexão e refração simultâneos	21
Figura 2 - Espelho côncavo (a) e convexo (b)	23
Figura 3 - Raio luminoso que incide paralelamente ao eixo em um espelho côncavo (a) e um espelho convexo (b)	24
Figura 4 - Raio luminoso que incide em um espelho côncavo (a) e em um espelho convexo (b)	24
Figura 5 - Raio luminoso que incide em um espelho côncavo (a) e em um espelho convexo (b)	25
Figura 6 - O olho	27
Figura 7 - Olho míope	29
Figura 8 - Correção da Miopia	29
Figura 9 - Olho hipermetrópe	30
Figura 10 - Correção da Hipermetropia	30
Figura 11 - Olho normal e astigmático	31
Figura 12 - Correção do astigmatismo	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo das contribuições dos autores	38
Tabela 2 – Proposta de sequência didática	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
IFPI	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí
SD	Sequência Didática

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1	LIMITAÇÕES DA ABORDAGEM TRADICIONAL NO ENSINO: A MEMORIZAÇÃO E O ENSINO MECÂNICO.....	17
2.2	APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL	19
2.3	ÓPTICA GEOMÉTRICA.....	20
2.3.1	Fenômenos fundamentais.....	21
2.3.2	Reflexão em um espelho esférico.....	22
2.3.3	Lentes delgadas	26
2.4	OLHO HUMANO.....	27
2.4.1	Defeitos da visão.....	29
2.4.1.1	Miopia.....	29
2.4.1.2	Hipermetropia.....	30
2.4.1.3	Astigmatismo.....	31
2.4.1.4	Presbiopia.....	32
2.5	SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	32
3	ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	34
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
	REFERÊNCIAS	49

1. INTRODUÇÃO

O ensino de Física nas escolas tem se caracterizado, em grande parte, pelo uso predominante da exposição oral por parte do professor, deixando pouco espaço para metodologias que envolvam ativamente os estudantes. Estes, muitas vezes, acabam assumindo o papel de espectadores passivos e reprodutores de informações. Nesse contexto, a justificativa para a elaboração desta proposta nasceu da necessidade de promover uma reflexão sobre a prática docente, tentando buscar estratégias que tornem a aprendizagem mais eficaz e revitalizem o interesse dos alunos pelo aprendizado.

Autores como Freire (1987), Zabala (1998) e Moreira (2011), discutem de forma crítica a abordagem tradicional no ensino de Física e a necessidade de metodologias que promovam uma compreensão mais significativa. Essa realidade ressalta a necessidade de uma mudança de paradigma que valorize a compreensão qualitativa e crítica dos conceitos, promovendo um ensino mais significativo, em que o educador é um mediador, que no processo de ensino/aprendizagem, aprende também com o aluno, e o estimula através do próprio exemplo, com práticas coerentes. É essencial que os alunos sejam incentivados a explorar os fundamentos da Física de maneira que desperte a curiosidade e o pensamento reflexivo, contribuindo para a formação de cidadãos mais conscientes e capazes de aplicar o conhecimento científico em seu cotidiano.

A motivação para o presente estudo foi o fato de existirem lacunas na aplicação prática e na discussão sobre os assuntos relacionados à óptica no ambiente escolar, mais especificamente os relacionados às propriedades ópticas das lentes esféricas e sua relação com os principais defeitos da visão¹. Quando são abordados, esses temas são trabalhados de maneira superficial, não permitindo a apropriação do conhecimento necessário para os alunos deterem o saber necessário, bem como, identificar, em si próprios, as alterações oculares, e, assim, poderem tomar medidas preventivas em relação a estes problemas. (Della Vechia, 2023).

Com base no exposto a presente pesquisa tem como objetivo geral investigar e desenvolver uma sequência didática que explore as propriedades ópticas das lentes

¹ termo utilizado no livro SEARS; ZEMANSKY. Física IV: ótica e física moderna. 14. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

esféricas e sua relação com os principais defeitos de visão, visando promover uma compreensão mais profunda desses fenômenos e suas aplicações práticas, de modo a proporcionar uma aprendizagem significativa.

Questões norteadoras guiaram o desenvolvimento da mesma: como utilizar uma abordagem integrada das propriedades ópticas das lentes esféricas para compreender e corrigir os principais defeitos de visão? De que forma uma sequência didática elaborada pode facilitar o processo de ensino-aprendizagem, promovendo uma compreensão mais profunda e significativa desses conceitos complexos pelos alunos?

Com base nessas questões, a pesquisa estabeleceu como objetivos específicos:

1. Apresentar os conceitos fundamentais relacionados às lentes esféricas, incluindo tipos, características e funcionamento, explorando suas propriedades ópticas.
2. Investigar os principais defeitos de visão, tais como miopia, hipermetropia, astigmatismo e presbiopia, abordando suas causas, sintomas e correções ópticas.
3. Analisar a relação entre as propriedades ópticas das lentes esféricas e a correção dos defeitos de visão, destacando o papel das lentes corretivas na melhoria da qualidade visual dos indivíduos.
4. Desenvolver uma sequência didática composta por atividades práticas, experimentos e aulas diversificadas, permitindo que os alunos vivenciem os conceitos teóricos de forma contextualizada e significativa.

Para embasar teoricamente a pesquisa, foram utilizados autores que discutem a relevância das sequências didáticas, como Yves Chevallard, Guy Brousseau, Antoni Zabala Vidiella, Paulo Freire, Moreira e Ausubel. Esses autores destacam a importância de adaptar o conhecimento científico para o ensino, valorizando a inclusão de situações investigativas e atividades práticas. Além disso, autores que tratam mais especificamente de sequências didáticas no ensino de Física, como Donizete Lima, José Jefferson e Geneci Cavalcanti, contribuíram com exemplos práticos e reflexões sobre o uso de estratégias educacionais no ensino de Ciências, enriquecendo o desenvolvimento deste trabalho.

Para uma aplicação futura da proposta da sequência didática aqui desenvolvida, sugere-se uma avaliação diagnóstica inicial, em busca de respostas acerca dos conceitos essenciais para o desenvolvimento do tema deste trabalho, isto é, indicadores de conhecimento do conteúdo para que o docente possa intervir no processo de ensino e aprendizagem. Portanto, cabe ao professor promover essa aula de aquisição dos conhecimentos prévios, a fim de determinar o passo seguinte a ser desenvolvido nesse processo de ensino.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico deste trabalho fundamenta-se em estudos sobre problemas e desafios na educação e em conceitos essenciais para a construção de uma sequência didática que explore as propriedades ópticas das lentes esféricas e sua relação com os principais defeitos de visão, proporcionando uma abordagem significativa e contextualizada para o ensino de Física. Para isso, são apresentados e discutidos os temas a seguir:

2.1 LIMITAÇÕES DA ABORDAGEM TRADICIONAL NO ENSINO: A MEMORIZAÇÃO E O ENSINO MECÂNICO

Autores como Freire (1987), Zabala (1998) e Moreira (2011), discutem de forma crítica a abordagem tradicional no ensino, abordando questões variadas e a necessidade de metodologias que promovam uma compreensão mais significativa. O ensino na Educação Básica frequentemente prioriza fórmulas e equações, focando na aplicação mecânica e na memorização, com o objetivo principal de atender exigências avaliativas, como testes e provas. Segundo Moreira (2022, p. 406) “internacionalmente, o foco do ensino está na preparação para provas, nas respostas corretas a serem dadas nos exames” e ainda ressalta que:

Na educação básica é muito difícil fugir do ensino para a testagem porque é imensa a pressão socioeconômica para que as escolas funcionem mais como centros de treinamento do que centros educacionais. Certamente, há escolas focadas em uma educação para a cidadania, assim como há escolas que procuram desenvolver atividades que não têm a ver com a testagem, mas, ainda assim, o principal objetivo é a preparação para as provas locais, nacionais e internacionais. (Moreira, 2022, p. 406)

Essa abordagem limita o desenvolvimento de uma compreensão mais profunda dos princípios físicos, negligenciando a conexão com fenômenos naturais e aplicações práticas e ressalta a necessidade de uma mudança de paradigma que valorize a compreensão qualitativa e crítica dos conceitos, promovendo um ensino mais significativo.

A afirmação “A Física na Educação Básica está em crise”, do professor Marco Antônio Moreira (2017, p. 1) reflete um problema central no ensino da disciplina: o

estímulo à aprendizagem mecânica de conteúdos desatualizados e resulta em uma aprendizagem descontextualizada, que não contribui para a compreensão significativa dos conceitos. Segundo ele há a necessidade urgente de mudar esse panorama e destaca que:

a aprendizagem significativa ocorre quando novos conceitos, ideias, proposições interagem com outros conhecimentos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva, sendo por eles assimilados, contribuindo para sua diferenciação, elaboração e estabilidade. (Moreira, 2008, p. 2)

No entanto, o ensino tradicional muitas vezes ignora essas conexões, reduzindo o processo educativo a uma mera transmissão de informações. Esse enfoque acaba deixando de lado a exploração qualitativa dos fenômenos naturais, o que é essencial para o ensino de Física. De igual forma Zabala (1998) critica metodologias que priorizam a transmissão de conteúdo sem promover a interação ativa dos alunos com os conceitos. Ele enfatiza que a prática educativa deve partir da problematização e da contextualização para ser significativa. Ele chama atenção para a necessidade de atividades que integrem reflexão e aplicação prática, para evitar a simples memorização de fórmulas e procedimentos.

Freire (1987) critica a "educação bancária", em que o professor deposita informações no aluno, tratado como receptor passivo. Ele ressalta que essa prática reforça a memorização mecânica e descontextualizada, segundo Freire (1987, p. 33) "a narração, de que o educador é o sujeito, conduz os educandos à memorização mecânica do conteúdo narrado. Mais ainda, a narração os transforma em "vasilhas", em recipientes a serem "enchidos" pelo educador." E ainda destaca que:

Na visão bancária, o conhecimento é uma doação dos que se julgam sábios para os que nada sabem. Doação que se funda numa das manifestações instrumentais da ideologia da opressão – a absolutização da ignorância, que constitui o que chamamos de alienação da ignorância, segundo a qual esta se encontra sempre no outro. (Freire, 1987, p. 33)

Essa perspectiva é particularmente problemática no ensino de ciências, onde fórmulas e equações são ensinadas sem relação com contextos significativos, alienando os alunos do processo de aprendizagem crítica.

Os autores convergem em criticar o ensino tradicional, que prioriza a memorização e a aplicação mecânica, especialmente em disciplinas como Física. Juntos, eles reforçam a urgência de reformular práticas pedagógicas na Educação Básica para priorizar a compreensão, a criticidade e a aplicação prática dos conceitos.

2.2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL

Fundamentada nos estudos de Ausubel e outros teóricos da educação, este conceito destaca a importância de conectar novos conhecimentos aos esquemas cognitivos pré-existentes do aluno, promovendo uma compreensão mais profunda e longa dos fenômenos científicos.

A aprendizagem significativa é uma teoria da aprendizagem que apresenta um conjunto de princípios, conceitos e ideias que buscam explicar como os seres humanos adquirem, processam, retêm e aplicam conhecimentos e habilidades. Segundo LEITE e OLENKA (2018, p. 113), para Moreira teoria da aprendizagem é:

De um modo geral, uma teoria é uma tentativa humana de sistematizar uma área de conhecimento, uma maneira particular de ver as coisas, de explicar e prever observações, de resolver problemas. Uma teoria de aprendizagem é, então, uma construção humana para interpretar sistematicamente a área de conhecimento que chamamos aprendizagem. Representa o ponto de vista de um autor/pesquisador sobre como interpretar o tema aprendizagem, quais as variáveis independentes, dependentes e intervenientes. Tenta explicar o que é aprendizagem e porque funciona como funciona. MOREIRA (1999) apud LEITE e OLENKA (2018, p.113)

A teoria da aprendizagem de David Ausubel ocorre quando uma pessoa é capaz de estabelecer conexões substanciais entre novas informações e o conhecimento pré-existente, ou seja, o aprendizado significativo exige que o indivíduo não apenas compreenda, mas também integre e utilize as novas informações de maneira relevante e contextualizada. Ele define aprendizagem significativa como sendo:

Fato de que novas ideias expressas de forma simbólica (a tarefa de aprendizagem) se relacionam àquilo que o aprendiz já sabe (a estrutura cognitiva deste numa determinada área de matérias), de forma não arbitrária e não literal, e que o produto desta interação ativa e integradora é o surgimento de um novo significado, que reflete a natureza substantiva e denotativa deste produto interativo. (Ausubel, 2003, p. 71)

Isso implica que o aprendiz deve ser capaz de dar sentido às informações novas, relacionando-as de maneira coerente ao seu conhecimento anterior, o que facilita a retenção e a aplicação prática do aprendizado. Além disso, Ausubel enfatiza a importância dos organizadores prévios, que são ferramentas introdutórias que ajudam a preparar a estrutura cognitiva do aluno para a assimilação de novas informações, tornando o processo de aprendizado mais eficiente. Segundo ele:

É um mecanismo pedagógico que ajuda a implementar estes princípios, estabelecendo uma ligação entre aquilo que o aprendiz já sabe e aquilo que precisa de saber, caso necessite de apreender novos materiais de forma mais ativa e expedita. A situação mais imediata que faz com que um organizador avançado seja desejável e potencialmente eficaz no estabelecimento desta ligação é que, na maioria dos contextos de aprendizagem significativa, as ideias relevantes existentes na estrutura cognitiva são demasiado gerais e não possuem uma particularidade de relevância e de conteúdo suficientes para servirem como ideias ancoradas eficientes relativamente às novas ideias introduzidas pelo material de instrução em questão. (Ausubel, 2003, p. 11)

Quando o discente atribui sentido naquilo que aprende, relacionando os novos conhecimentos, com suas experiências prévias e contexto de vida a aprendizagem pode ser considerada significativa. Isso envolve não apenas a memorização de informações, mas também a compreensão e a capacidade de aplicar os conceitos aprendidos em situações reais. Quando o aluno vê relevância e utilidade prática no conteúdo, ele se engaja mais profundamente no processo educativo, desenvolvendo habilidades críticas e criativas.

2.3 ÓPTICA GEOMÉTRICA

A óptica geométrica é a área da Física que busca explicar os fenômenos ópticos com enfoque no comportamento da luz e fundamenta-se em três princípios básicos:

Princípio da propagação retilínea da luz, princípio da independência dos raios de luz e princípio da reversibilidade dos raios de luz.

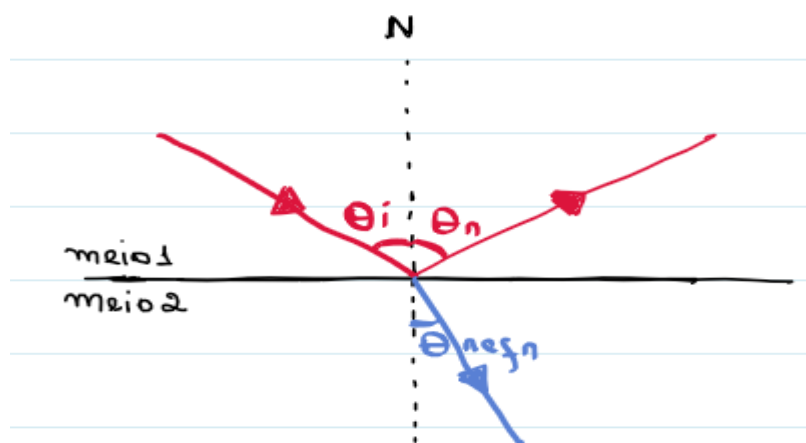
Antes, cabe destacar que os raios de luz descrevem a trajetória da luz por meio de linhas retas orientadas, enquanto um conjunto de raios de luz constitui um feixe de luz que pode ser convergente, divergente ou paralelo.

2.3.1 Fenômenos fundamentais

Quando feixes de luz atingem uma superfície lisa separando dois meios transparentes como, por exemplo, as águas tranquilas de um lago tornando possível enxergar o fundo, é possível observar que a luz pode se comportar de dois modos, sendo refletida, isto é, a luz não consegue atravessar o meio onde incide e retorna ao mesmo meio, e refratada, onde ao atravessar o meio os feixes de luz mudam sua direção devido à diferença de densidade, permitindo que enxerguemos o fundo do lago. Podemos destacar que há dois tipos de reflexão da luz: reflexão regular e reflexão difusa. No primeiro, feixes de raios paralelos ao incidir sobre uma superfície plana e lisa retornam ao meio de incidência de forma paralela. Enquanto que no segundo, os feixes de raios paralelos ao incidir sobre uma superfície rugosa retornam ao meio de incidência com diferentes direções.

A luz se propagando sobre uma superfície de separação de dois meios pode ocorrer simultaneamente os fenômenos de reflexão, refração e absorção, onde nesse processo, os raios incidentes, refletidos e refratados formam ângulos com a normal à superfície no ponto de incidência conforme evidencia a Figura 1.

Figura 1 - Fenômeno da reflexão e refração simultâneos.



Fonte: Própria (2024)

Os raios incidentes, refletidos e refratados seguem as leis da reflexão e da refração, que determinam seu comportamento ao interagir com superfícies. Estas podem ser descritas como:

- 1. Lei da Reflexão:** o ângulo de incidência θ_i é igual ao ângulo de reflexão θ_r , matematicamente expresso pela equação 1.

$$\theta_i = \theta_r \quad (\text{Eq. 1})$$

- 2. Lei da Refração (Lei de Snell):** Dados dois meios 1 e 2, separados por uma interface, uma luz monocromática ao atravessar do meio 1 para o meio 2, sofrerá um desvio, de forma que é válida a relação:

$$\frac{\text{sen } \theta_i}{\text{sen } (\theta_{refr})} = \frac{n_2}{n_1} \quad (\text{Eq. 2})$$

onde θ_i e θ_{refr} são os ângulos de incidência no meio 1 e de refração no meio 2, respectivamente e n_1 e n_2 , os índices de refração absoluto dos meios 1 e 2, definido como sendo o quociente entre a velocidade c da luz no vácuo e a velocidade v da luz no meio estudado,

$$n = \frac{c}{v} \quad (\text{Eq. 3})$$

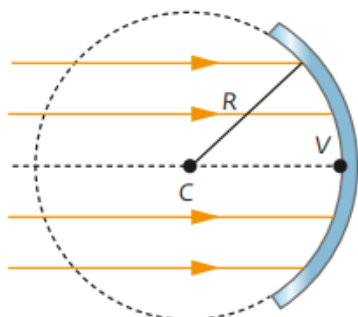
Destaca-se que o raio incidente, o raio refletido, o raio refratado e a normal à superfície pertencem ao mesmo plano.

2.3.2 Reflexão em um espelho esférico

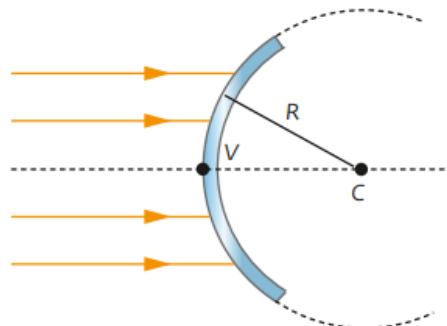
O espelho esférico é uma calota esférica que reflete a luz de maneira regular em sua superfície refletora. Esta possui duas classificações onde cabe destacar que quando a superfície refletora é interna, o espelho é denominado côncavo e quando a superfície refletora é externa, o espelho é chamado convexo conforme evidencia a figura 2.

Figura 2 - Espelho côncavo (a) e convexo (b).

(a) ESPELHO CÔNCAVO



(b) ESPELHO CONVEXO



Fonte: Máximo, Alvarenga & Costa (2016).

Para a formação de imagens neste tipo de espelho é importante definir os principais elementos geométrico que o caracterizam:

- **C** ----- Centro de curvatura do espelho
- **R** ----- Raio de curvatura do espelho
- **V** ----- Vértice do espelho ou polo da calota
- **Eixo principal** ----- a reta definida pelo centro de curvatura e pelo vértice

O foco principal é um dos elementos fundamentais na formação de imagens em espelhos esféricos. Ele está localizado ao longo do eixo principal e é o ponto para o qual raios de luz paralelos a esse eixo convergem (no caso de um espelho côncavo) ou divergem (no caso de um espelho convexo). No espelho côncavo quando os raios paralelos ao eixo principal incidem sobre a superfície interna do espelho, eles refletem e convergem para o foco, gerando uma imagem, que tem características diferentes dependendo da posição do objeto em relação ao espelho, enquanto que no espelho convexo, o foco principal é um ponto virtual que se encontra "atrás" do espelho, os raios de luz, após refletirem na superfície externa, divergem. Em ambas as situações o foco principal está situado na metade da distância entre o vértice V e o centro de curvatura, isto é, seu valor equivale à metade do raio de curvatura R, como expresso na equação 4:

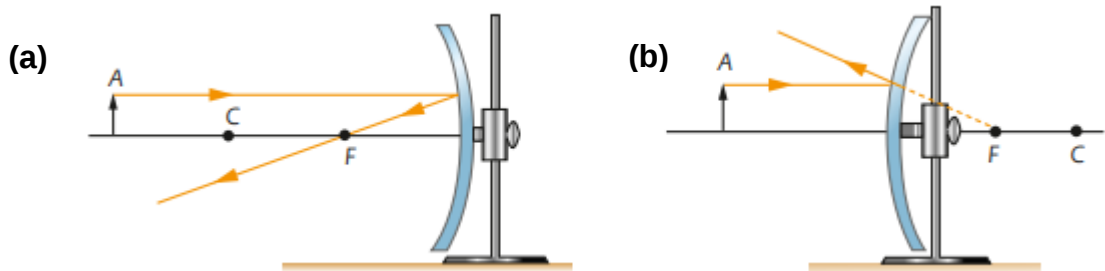
$$f = \frac{R}{2} \quad (\text{Eq. 4})$$

Cabe destacar que as características da imagem de um objeto nos espelhos esféricos podem ser observadas fazendo o uso de pelo menos dois de determinados

raios luminosos, chamados raios principais. A saber:

1. Um raio que incide paralelo ao eixo principal reflete passando pelo foco de um espelho côncavo ou, no caso de um espelho convexo, reflete como se tivesse origem no foco virtual.

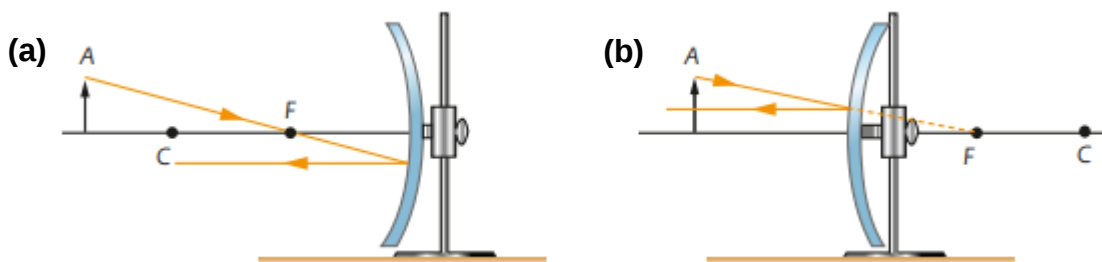
Figura 3 - Raio luminoso que incide paralelamente ao eixo em um espelho côncavo (a) e um espelho convexo (b).



Fonte: Máximo, Alvarenga & Costa (2016).

2. Um raio que incide passando pelo foco reflete paralelamente ao eixo principal de um espelho côncavo ou, no caso de um espelho convexo, quando sua direção passa pelo foco reflete paralelo ao eixo principal.

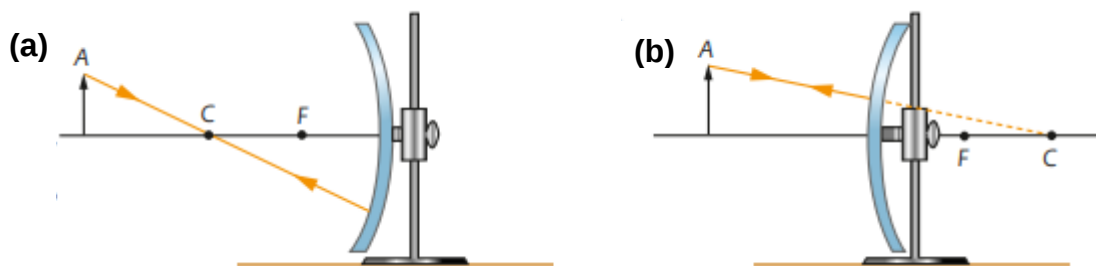
Figura 4 - Raio luminoso, que incide em um espelho côncavo (a) e em um espelho convexo (b).



Fonte: Máximo, Alvarenga & Costa (2016).

3. Um raio luminoso que incide em um espelho de tal maneira que sua direção passe pelo centro de curvatura (incide perpendicularmente à superfície), reflete-se sobre si mesmo.

Figura 5 - Raio luminoso que incide em um espelho côncavo (a) e em um espelho convexo (b).



Fonte: Máximo, Alvarenga & Costa (2016).

Também é fundamental o conhecimento dos conceitos de aumento linear (m) e a equação dos espelhos esféricos para a formação de imagens. O aumento linear é a relação entre o tamanho da imagem (y') e o tamanho do objeto (y), mas também pode ser dado por razão entre as distâncias da imagem (s) e do objeto (s') em relação ao espelho, como na equação 5:

$$m = \frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s} \quad (\text{Eq. 5})$$

Essa equação nos dá informação se a imagem é maior, menor, direita ou invertida em relação ao objeto, enquanto que a equação dos espelhos esféricos, também conhecida como equação de Gauss, equação 6, relaciona a distância focal (f), a posição do objeto (s) e a posição da imagem (s'), permitindo determinar onde e como a imagem será formada, evidenciada por:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} \quad (\text{Eq. 6})$$

Para espelhos convexos ($f < 0$) as imagens serão sempre virtuais, menores e direitas.

Algumas aplicações do fenômeno da reflexão em uma superfície esférica são vistas, por exemplo, em um espelho usado por um dentista que gera uma imagem maior do que a do objeto, o espelho de monitoramento (usado no interior das lojas para observar eventuais furtos) produz uma imagem menor do que a do objeto, além do uso deste tipo de espelho para um ônibus urbano onde o motorista tem seu campo

visão aumentado.

2.3.3 Lentes delgadas

O dispositivo óptico mais familiar e geralmente mais usado (depois do espelho plano) é uma *lente* – sistema óptico com duas superfícies refratoras. A lente mais simples possui duas superfícies esféricas suficientemente próximas para desprezarmos a distância entre elas, ou seja, sua espessura é pequena em comparação com seu raio de curvatura. Chamamos esse dispositivo de **lentes delgadas**. Se você usa óculos ou lentes de contato quando lê, você está vendo essas palavras através de lentes delgadas. (YOUNG & FREEDMAN, v. 4, 2004).

As lentes esféricas podem ser classificadas em dois tipos principais: convergentes e divergentes. Lentes convergentes, como as lentes convexas, focalizam os raios de luz em um único ponto, enquanto lentes divergentes, como as côncavas, espalham os raios de luz.

De modo semelhante aos espelhos, as lentes formam imagens reais ou virtuais de objetos que são colocados diante delas. O estudo da formação dessas imagens pode ser feito através de diagramas ou equações, do mesmo modo que foram feitas para os espelhos esféricos, isto é, as relações estabelecidas para os espelhos esféricos são válidas também para as lentes. (MÁXIMO, ALVARENGA & COSTA, v. 2, 2016)

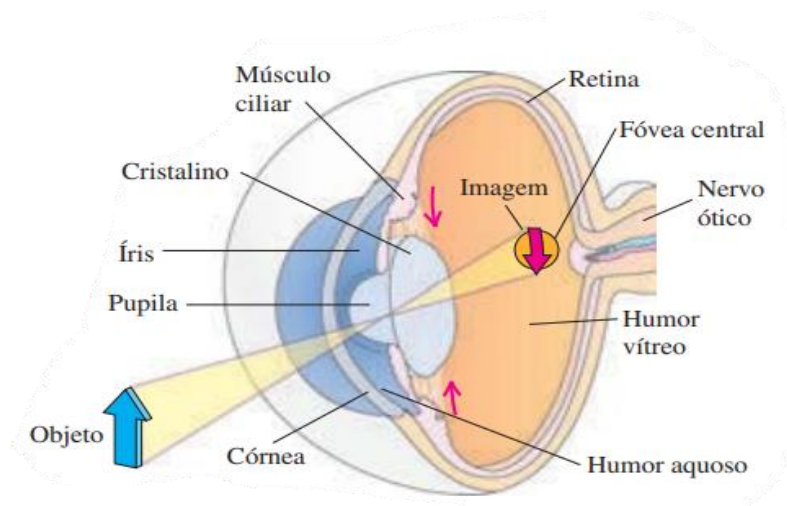
Vale destacar que o estudo sobre a influência do meio que envolve a lente e do efeito dos raios de curvatura das superfícies que limitam a lente pode ser feito por meio de uma equação (equação 7), denominada equação dos fabricantes de lentes, dada por:

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) \quad (\text{Eq. 7})$$

Essa equação pode ser usada para determinar a distância focal de qualquer tipo de lente esférica (bicôncava, plano-convexa, côncavo-convexa, etc.), desde que seja adotada determinadas convenção de sinais.

2.4 OLHO HUMANO

Figura 6: O olho.



Fonte: Young & Freedman (2016).

O olho humano pode ser comparado ao funcionamento de uma máquina fotográfica comum, sendo constituído basicamente de um sistema de lentes, um sistema de diafragma variável e uma retina que corresponde a um filme a cores (OKUNO; CALDAS; CHOW, 1982).

Precisamos entender muito da parte física de óptica, para entendermos que no nosso olho aparecem todos esses fenômenos, além das correções das anomalias.

A forma do olho é quase esférica, com diâmetro aproximadamente igual a 2,5 cm. A parte frontal é ligeiramente mais encurvada e é recoberta por uma membrana dura e transparente, a *córnea*. A região atrás da córnea contém um líquido chamado de *humor aquoso*. A seguir vem o *cristalino*, uma lente em forma de cápsula com uma gelatina fibrosa dura no centro e progressivamente mais macia à medida que se aproxima de sua periferia, com índice de refração de 1,437. A lente do cristalino é sustentada por ligações com músculo ciliar, localizada em sua periferia. Atrás dessa lente o olho está cheio de um líquido gelatinoso chamado de humor vítreo. Tanto o humor aquoso, quanto o vítreo possuem índices de refração de aproximadamente 1,336. A maior parte da refração da luz que chega ao olho ocorre na superfície externa da córnea, onde se produz uma *imagem real* do objeto que está sendo observado. Em seguida a imagem é formada sobre a *retina*, uma membrana sensível à luz situada junto da superfície interna da parte traseira do olho (YOUNG & FREEDMAN, v. 4,

2004).

Para que um objeto seja visto nitidamente a imagem deve sempre se formar sobre a retina que possui células nervosas fotossensíveis a luz, os cones e bastonetes. Os cones se encontram numa pequena depressão chamada fóvea central no qual o ser humano utiliza constantemente para conseguir uma visão mais detalhada. Segundo Helene e Helene (2011, p. 7):

A fóvea se diferencia do restante da retina por três razões: ela é populada apenas por cones (não possui bastonetes), o que confere uma alta capacidade para identificação de cores. Além disso, nesta região, cada célula ganglionar, formadora do nervo óptico, se liga a uma única célula fotossensível (no caso, um cone), o que confere uma alta resolução para a imagem que será enviada ao córtex visual.

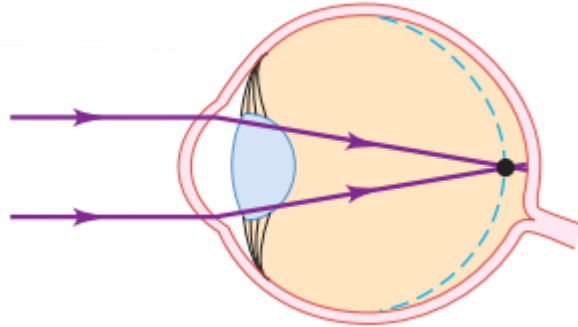
Vale destacar que em cada olho existe cerca de 6,5 milhões de cones que são bulbiformes e responsáveis pela visão detalhada à luz do dia, enquanto que os bastonetes, com sua forma reta e delgada, cobrindo quase toda a retina, possuem cerca de 120 milhões que funcionam mais eficientemente que os cones quando se está sob luz fraca, sendo, no entanto pouco sensíveis à luz. (OKUNO; CALDAS; CHOW, 1982)

Portanto para que isso ocorra, isto é, de a imagem se formar nitidamente sobre a retina, outro fator deve ser levado em consideração a distância focal do cristalino deve ser diferente para cada posição do objeto, esse efeito é produzido pela ação dos músculos do olho, que, atuando sobre o cristalino, provocam alterações em sua curvatura. A esse processo dar-se o nome de **acomodação visual** (MÁXIMO, ALVARENGA & COSTA, v. 2, 2016). Porém para muitas pessoas a imagem do objeto não se forma exatamente sobre a retina, ou seja, essas pessoas não enxergam nitidamente e isso pode ocorrer devido a alguma deformação do globo ocular ou a uma acomodação defeituosa do cristalino. Ao observar isso, é possível identificar vários defeitos visuais comuns que resultam das relações entre as distâncias que ocorrem no olho.

2.4.1 Defeitos da visão

2.4.1.1 Miopia

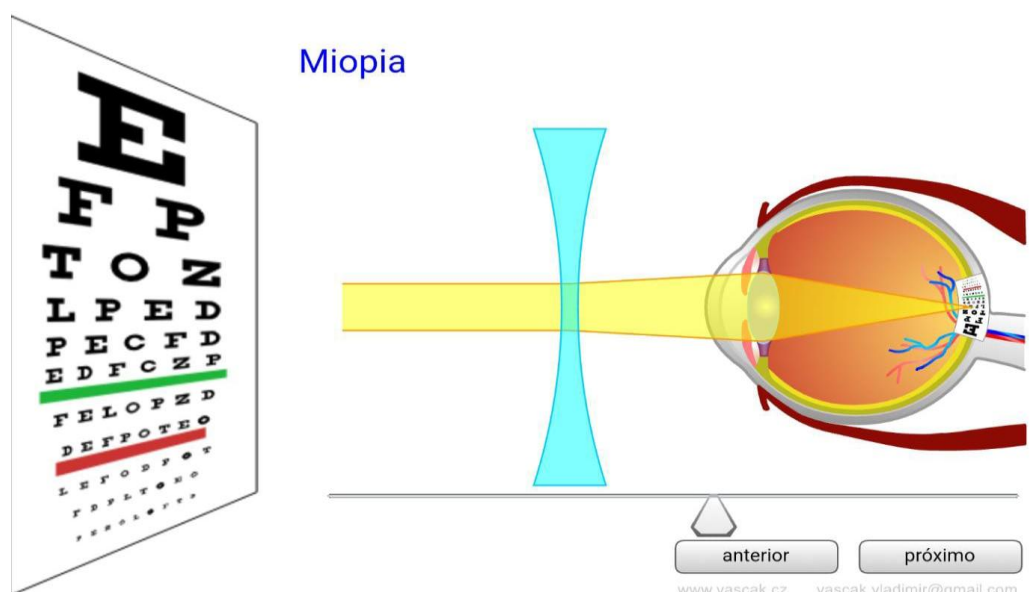
Figura 7: Olho míope.



Fonte: Young & Freedman (2016).

A miopia é um defeito visual causado pelo alongamento do bulbo do olho (figura 4) que dificulta uma pessoa enxergar um objeto no “infinito”, isto é, objetos distantes, visto que conjuga uma imagem real, situada antes da retina, que é enxergada desfocada (embaçada). Entretanto, “a miopia favorece a visão de objetos próximos, pois o ponto próximo, para o olho míope, é mais próximo do olho que para o olho normal” (Newton, Helou & Gualter, 2012, p. 458). A correção deste defeito pode ser feita através de lentes divergentes conforme a figura 8:

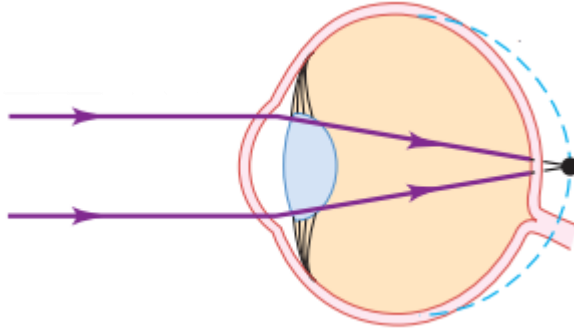
Figura 8: Correção da Miopia.



Fonte: Vascak.

2.4.1.2 Hipermetropia

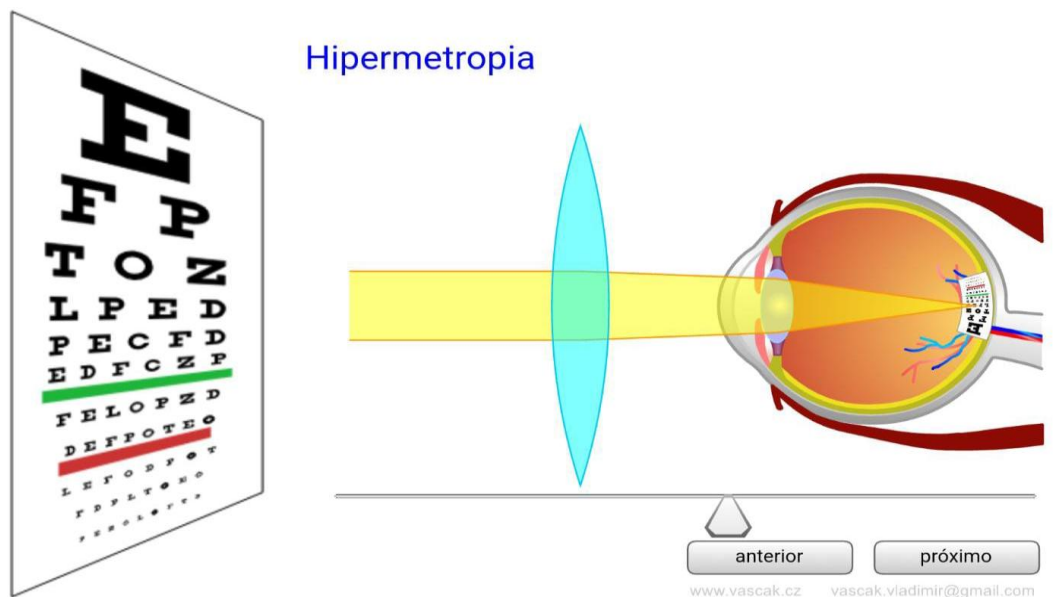
Figura 9: Olho hipermetrope.



Fonte: Young & Freedman (2016).

Causada pelo encurtamento do bulbo do olho, figura 5, a hipermetropia provoca uma dificuldade de enxergar um objeto próximo ao olho, ou seja, o problema não reside na observação de objetos muito afastados, mas na visão de objetos próximos. “O ponto próximo do olho hipermetrope situa-se mais distante do olho que o ponto próximo do olho normal” (Newton, Helou & Gualter, 2012, p. 458). “O olho hipermetrope produz uma convergência insuficiente e forma uma imagem depois da retina” (Young & Freedman, 2004, p. 71). A correção deste defeito pode ser feita através de lentes convergentes conforme a figura 10:

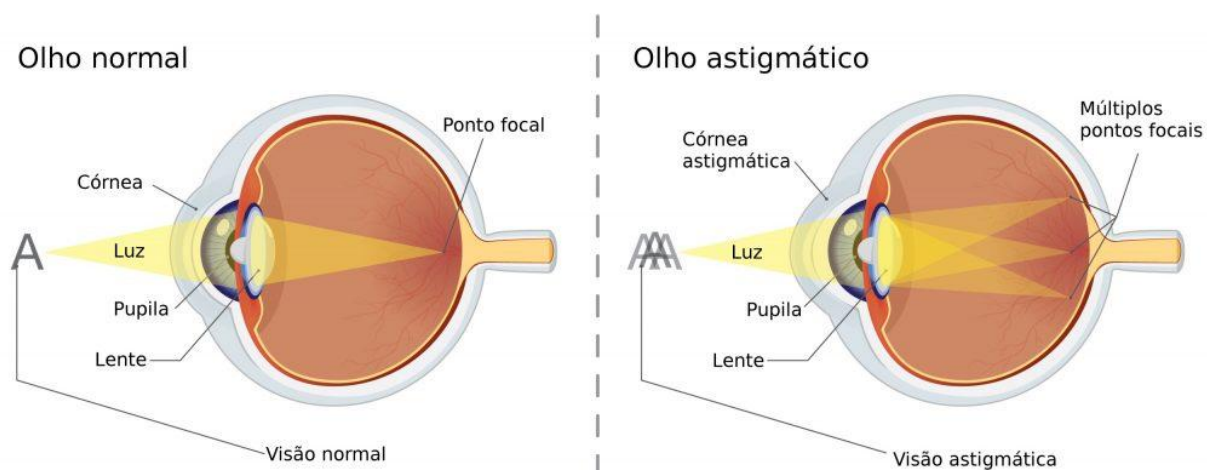
Figura 10: Correção da Hipermetropia.



Fonte: Vascak.

2.4.1.3 Astigmatismo

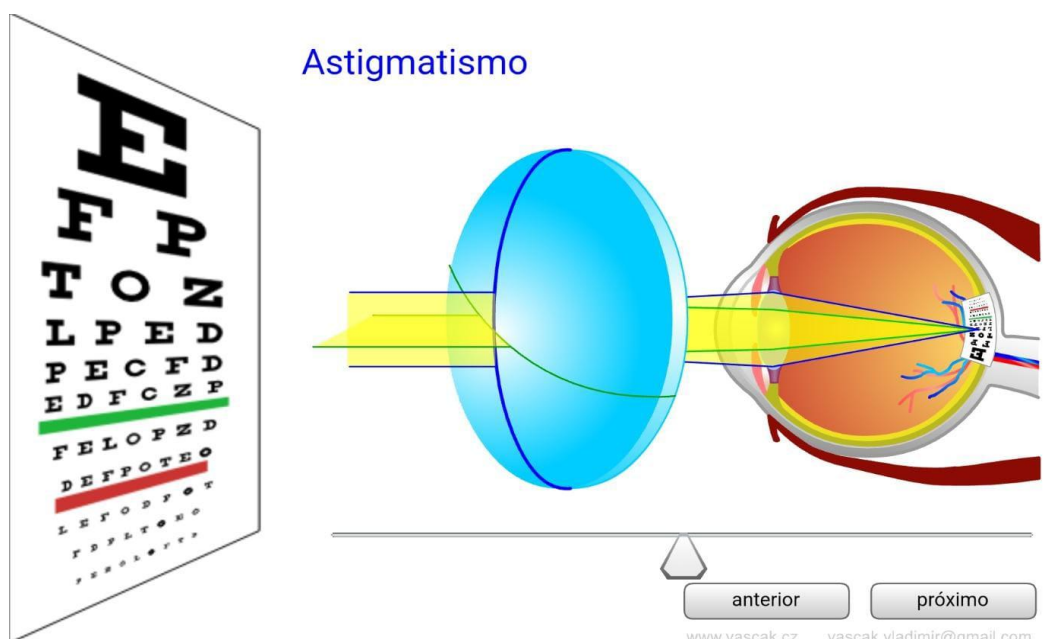
Figura 11: Olho normal e astigmático.



Fonte: Silva.

Este defeito consiste em imperfeições na simetria de revolução do sistema óptico ocular em torno de seu eixo óptico. Em geral, no astigmatismo a imperfeição está no fato de a córnea ser mais encurvada, eventualmente abrangendo também as paredes da lente natural do olho (NEWTON, HELOU & GUALTER, v. 2, 2012). “O astigmatismo pode tornar impossível, por exemplo, a focalização simultânea das barras verticais e horizontais de uma janela” (Young & Freedman, 2004, p. 71). A correção é feita “mediante o uso de lentes cilíndricas, que têm o objetivo de compensar a assimetria do sistema óptico ocular” (Newton, Helou & Gualter, 2012, p. 459). Veja na figura 12:

Figura 12: Correção do astigmatismo.



Fonte: Vascak.

2.4.1.4 Presbiopia

Quando uma pessoa envelhece, seu cristalino vai perdendo a capacidade de acomodação visual. Ou seja, quando há o enrijecimento dos músculos ciliares, que tem a finalidade de realizar a acomodação visual e este perde sua elasticidade dificultando a alteração da curvatura do cristalino (essencial para focar objetos), ou da própria lente natural do olho. As pessoas com este defeito visual têm dificuldades em “ver de longe” e também “de perto”.

2.5 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Uma Sequência Didática – SD, nada mais é que uma forma de organizar, metodologicamente, de forma sequencial, a execução das atividades. Elas ajudam a melhorar a educação e a interação do professor e aluno, e deste com os demais colegas, em relação aos assuntos propostos pela BNCC e com seu entorno.

A SD surgiu na França, em meados de 1980. Somente na década de 1990 ela chegou em território brasileiro. Nesse período, o Brasil foi cheio de mudanças e inovações na educação, e, além disso, houve o “boom” da internet. Atualmente as Sequências Didáticas são melhores aplicadas, e de diversas maneiras, por conta do avanço das tecnologias e do crescimento da potência da internet. Elas podem ser

usadas com filmes, com conteúdos diversos e de várias áreas do conhecimento.

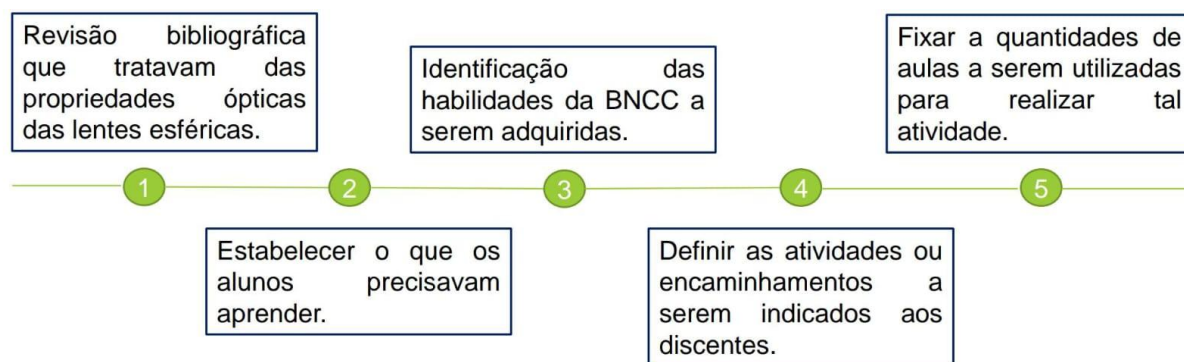
Para Zabala (1998, p.18) uma sequência didática é “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecido tanto pelos professores como pelos alunos”. Para esse autor toda prática pedagógica requer uma organização metodológica antes de sua execução. Seguindo essa visão, antes da organização de uma sequência didática, o professor deve ter em mente duas questões cruciais que justificam a prática educativa: “Para que educar? Para que ensinar?” A partir dessas perguntas, caminha-se para a organização de um fazer pedagógico reflexivo (ZABALA, 1998, p. 21).

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa pode ser classificada como pesquisa bibliográfica e aplicada com uma abordagem qualitativa e com características de Pesquisa-Ação.

É bibliográfica porque foi elaborada a partir de material já publicado, constituído principalmente de livros, revistas, publicações em periódicos e artigos científicos, monografias, dissertações, teses, internet, com o objetivo de colocar o pesquisador em contato direto com todo material já escrito sobre o assunto da pesquisa. É aplicada porque tem foco na produção de um produto prático (sequência didática) e cujo objetivo é aplicar conhecimentos teóricos sobre óptica e lentes esféricas para resolver um problema prático no contexto educacional, conforme definição de Fontelles *et al*, (2009). É qualitativa porque envolve análise interpretativa e subjetiva de dados e porque também poderá ser usada para entender como os estudantes compreendem e aprendem sobre as propriedades das lentes esféricas e os defeitos da visão, através de observações, entrevistas e análise de dados qualitativos coletados quando da aplicação da sequência didática em um momento futuro. Ela também possui abordagem de Pesquisa-Ação porque o professor intervém no processo de ensino e faz ajustes.

A primeira parte deste trabalho foi fazer revisões de literatura e uma pesquisa bibliográfica nas produções dos autores Chevallard, Brousseau, Zabala, Freire, Donizete Lima, José Jefferson e Geneci Cavalcanti, para que este estudo pudesse alcançar uma proposta de sequência didática, que pudesse dar suporte a uma aprendizagem mais significativa, conforme vemos no gráfico a seguir, seguindo as recomendações dos autores citados.



Para esta primeira parte as pesquisas foram feitas em livros didáticos, artigos

acadêmicos e materiais de apoio que tratavam das propriedades ópticas das lentes esféricas, bem como as que tratavam de sequência didática. Após essa etapa, definiu-se o que os alunos precisavam aprender para poder fazer a estruturação da sequência didática de modo a apresentar os conceitos fundamentais e as propriedades ópticas relacionadas às lentes esféricas, incluindo tipos, características e funcionamento, para, em seguida, identificar as competências e habilidades da BNCC a serem adquiridas.

Na penúltima etapa foram definidas as atividades e encaminhamentos para os discentes, onde houve um grande destaque na utilização de práticas experimentais buscando aliar teoria e prática, ou seja, ciência e cotidiano e em planejamento de modelos de aulas. Para isso fez-se uso, também, de simuladores digitais interativos (como PhET e Vascak) e de vídeos demonstrativos. Foi nesta etapa que o desenvolvimento da proposta de sequência didática foi efetivado.

Na última etapa foi fixada a quantidade de aulas a ser utilizada em cada tópico da sequência didática, aqui estruturada para ser desenvolvida ao longo de dezesseis aulas com a turma. Toda a estrutura da sequência didática foi organizada de acordo com os modelos de aulas anteriormente descritos.

Para a parte introdutória da sequência didática realizou-se uma breve revisão do conteúdo que serviu de base para o objetivo deste trabalho, destacando a importância da aprendizagem significativa de Ausubel, buscando-se a interação entre a nova informação e um aspecto relevante da estrutura cognitiva do discente: o conhecimento prévio.

A estruturação da sequência didática segue a partir dos resultados obtidos na avaliação diagnóstica, com o objetivo de reforçar e desenvolver esses conceitos prévios por meio de aulas expositivas dialogadas e de experimentos físicos e virtuais. A explicação deve dar ênfase aos princípios e fenômenos fundamentais da óptica geométrica, pois eles servirão de base tanto para conteúdos posteriores quanto para o tema deste trabalho. Essa etapa, essencial, permitirá aos alunos consolidar o conhecimento necessário para compreender as aplicações práticas da óptica geométrica, em especial no contexto das correções ópticas dos defeitos da visão.

Em seguida as informações referentes às propostas de aulas foram condensadas compondo um produto educacional de uma proposta de sequência didática que visa potencializar o entendimento dos conceitos físicos abordados sobre

as propriedades ópticas de lentes esféricas integradas aos principais defeitos da visão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a revisão bibliográfica sobre sequência didática em obras de autores que tratam do tema como Chevallard, Brousseau, Zabala e Freire que destacam a adaptação do conhecimento científico ao ensino, e também de autores que tratam do tema aplicado nas ciências ou mais voltada para a Física, como Donizete Lima, José Jefferson e Geneci Cavalcanti, apresentamos os resultados destes, além de como se deu o desenvolvimento da Sequência Didática, como um produto educacional, mostrado no quadro 2.

De acordo com Chevallard, a construção de uma sequência e aplicação do produto educacional tem como intuito desenvolver a competência de investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo.

Apropriando-se dessa metodologia de ensino e de teorias pedagógicas para melhor atender às necessidades dos alunos e os objetivos do ensino-aprendizagem, utilizou-se como base, por exemplo, a teoria da transposição didática que explora como o conhecimento científico é transformado para ser ensinado na escola, onde, segundo seu autor, Chevallard (1991) apud PAGLIOCHI et al. (2019, p. 4), “as mudanças propostas no ensino do saber têm por objetivo de torná-lo acessível aos alunos” e, ainda,

São preocupações desta etapa: a maneira como esse conteúdo será apresentado aos alunos de forma contextualizada à sua realidade; às adequações à linguagem adequada para cada nível e o atendimento aos objetivos da disciplina em questão. CHEVALLARD (1991) apud PAGLIOCHI et al. (2019, p. 4)

Em uma sequência didática, isso significa que o professor deve adaptar conceitos complexos, como as propriedades ópticas das lentes esféricas, para torná-los acessíveis aos alunos.

Reforçando essa ideia, o também teórico Brousseau (1986) propõe que o aprendizado ocorra por meio de “situações didáticas” e, também, de um bom planejamento de sequência didática no qual inclua desafios que provoquem a participação ativa do aluno.

Uma situação didática é um conjunto de relações estabelecidas explicitamente e/ou implicitamente entre um aluno ou um grupo de

alunos, num certo meio, compreendendo eventualmente instrumentos e objetos, e um sistema educativo (o professor) com a finalidade de possibilitar a estes alunos um saber constituído ou em vias de constituição [...]. O trabalho do aluno deveria, pelo menos, em parte, reproduzir características do trabalho científico propriamente dito, como garantia de uma construção efetiva de conhecimentos. BROUSSEAU (1986, p. 8) apud TEIXEIRA et al. (2013).

Como resultados desta pesquisa com contribuições dos autores acima, buscou-se uma sequência didática que explorasse as propriedades ópticas das lentes esféricas e sua relação com os principais defeitos da visão de maneira significativa. Para abordagem da sequência didática foram criadas atividades experimentais que desafiassem os alunos a descobrir como as lentes formam imagens, em vez de simplesmente fornecer respostas prontas. Para alcançarmos esse objetivo foram utilizados diversos recursos educacionais, desde a própria sequência didática como uma metodologia de ensino, com as várias possibilidades de estratégias de ensino. Cabe destacar, por exemplo, as já citadas e discutida teoria das situações e transposição didáticas, e também, como visto no proposto por Zabala (1998), que ressalta a importância da organização por competências e o papel das atividades práticas, corroborando, Freire (1987), em sua pedagogia do oprimido, que, mesmo não tratando diretamente do conceito de "sequência didática", aborda a importância de um ensino contextualizado e dialógico. Levando em consideração a abordagem feita por esses autores, o uso da atividade prática é o diferencial na presente sequência didática que é apresentada no quadro 2, visto que se buscou através de experimentos tanto físicos como virtuais tornar o ensino de Física mais interessante e atraente.

Segue quadro resumo das contribuições dos autores estudados, além da contribuição na proposta deste estudo:

Quadro 01: Resumo das Contribuições dos Autores

Autor	Principal contribuição para a Sequência Didática
Yves Chevallard	Transposição didática (do saber científico para o saber escolar). Nesta sequência didática específica, isso significa que o professor deve adaptar conceitos complexos, como as propriedades ópticas das lentes esféricas, para torná-los

	acessíveis aos alunos.
Guy Brousseau	Teoria das situações didáticas (o aluno aprende pela resolução de problemas). Para esta uma sequência didática sobre lentes esféricas, o professor pode criar atividades experimentais que desafiem os alunos a descobrir como as lentes formam imagens, em vez de simplesmente fornecer respostas prontas.
Antoni Zabala	Organização por competências (atividades de introdução, desenvolvimento e fechamento). Para o caso específico teremos os tipos de conteúdo a serem trabalhados: Conceituais (leis da óptica e formação de imagens); Procedimentais (uso de lentes em experimentos); Atitudinais (discutir o impacto das lentes corretivas na qualidade de vida das pessoas).
Paulo Freire	Contextualização e problematização da realidade cotidiana do aluno. Na sequência didática sobre lentes esféricas, o professor pode partir de problemas reais, como dificuldades visuais dos próprios alunos ou familiares, para introduzir os conceitos.
Donizete Lima Franco	Valorizar as informações do cotidiano trazidas pelos alunos. Na sequência didática sobre lentes esféricas, o professor pode partir de problemas reais, como dificuldades visuais dos próprios alunos ou familiares, para introduzir os conceitos.
José Jefferson e Geneci Cavalcanti	Enfatiza a importância de experimentos e demonstrações físicas no ensino de Física. Para uma sequência didática sobre lentes esféricas, o professor pode usar experimentos de óptica simples, como projetar imagens com lentes convergentes e divergentes.

No que diz respeito ao desenvolvimento da Sequência Didática, esta foi elaborada e estruturada para ser desenvolvida ao longo de dezesseis aulas e foi organizada de acordo com os modelos de aulas anteriormente descritos. Os temas da sequência foram planejados e aplicados da seguinte forma:

I. Princípios e Fenômenos Fundamentais da Óptica Geométrica

Neste tópico inicial o professor fará uma avaliação diagnóstica sobre os conhecimentos prévios dos alunos em relação a este conteúdo. Etapa que não pode exceder 2h de aula. Em seguida o docente fará a apresentação do conteúdo de maneira expositiva e dialogada com o discente buscando suscitar a sua curiosidade pelo conteúdo.

O docente iniciará a aula com a pergunta o que é a Luz? Anotando as respostas no quadro o mesmo pode dar continuidade aprofundando o conceito perguntando como a luz se propaga? Partindo dessas perguntas o professor pode retomar conceitos básicos da óptica geométrica como, por exemplo, que os raios de luz descrevem a trajetória da luz por meio de linhas retas orientadas e que esta área de estudo se fundamenta em três princípios básicos: Princípio da propagação retilínea da luz, da independência dos raios de luz e da reversibilidade dos raios de luz.

Por fim, com auxílio de um Datashow e simulador virtual com link indicado no quadro 2, aplicar o conceito de reflexão e refração em uma superfície plana, com suas respectivas leis.

II. Espelhos esféricos

Nesta etapa o professor fará uma breve retomada dos conceitos da aula passada, em seguida, de maneira expositiva, sobre a reflexão em um espelho esférico se fará a diferenciação entre os tipos de espelhos, relacionando-os com exemplos práticos do cotidiano, como espelhos de ônibus, espelhos utilizados por dentistas, etc., além de seus elementos principais.

Ademais, com o auxílio de um Datashow, internet e de um simulador virtual, cujo link está disponível no quadro 2, será realizado o estudo sobre a formação de imagens e a análise das características das imagens fornecidas pelos espelhos côncavos e convexos. Partindo da informação fornecida pelo simulador será possível observar e comparar as diferentes configurações de imagem geradas em função da posição do objeto em relação ao espelho.

Além disso, se explicará o conceito de aumento linear e sua aplicação, consequentemente, a equação dos espelhos esféricos (equação de gauss). Por fim, será proposto um exercício de classe composta por 10 questões sobre a formação de imagens em um espelho esférico e aplicação das equações dos

espelhos esféricos e aumento linear. Cabe ressaltar que toda essa etapa não deverá exceder 4h.

III. Lentes delgadas

O dispositivo óptico mais familiar e geralmente mais usado (depois do espelho plano) é uma *lente*. A partir de perguntas disparadoras como, por exemplo, onde encontramos lentes em nosso dia a dia? Como podemos identificar uma lente? E como podemos classificá-las em divergentes e convergentes? Será proposta, através da aula expositiva e dialogada, uma prática experimental por meio de lupas ou lentes de óculos velhos para diferenciar os tipos de lentes delgadas: Convergentes e Divergentes. E com utilização de um simulador virtual, será identificado os tipos de lentes existentes conforme quadro 2.

Em seguida, também partindo de perguntas disparadoras, como, por exemplo, o que acontece com a luz ao atravessar um tipo de lente? Como as lentes formam imagens a partir da refração da luz? Será realizada uma aula expositiva sobre os focos principais e método gráfico para as lentes esféricas, seguida de uma atividade prática para construção geométrica das imagens em uma lente. O professor distribuirá papel milimetrado aos discentes para facilitar e ter maior precisão na formação de imagem.

Posteriormente será realizada uma aula expositiva sobre a convenção de sinais e equações das lentes esféricas como, por exemplo, equação do fabricante de lentes e sobre a vergência das lentes delgadas, mostrando qual lente é mais potente, ou seja, que produz um maior desvio na luz incidente. Cabe destacar que esta etapa não poderá exceder 4h.

IV. Olho humano

Precisamos entender muito da parte física de óptica, para entendermos que no nosso olho aparecem os fenômenos da reflexão, refração, etc., além das correções dos defeitos da visão. Diante disso, nesta etapa são propostas algumas atividades práticas. Primeiramente, será utilizado um modelo desmontável do olho humano para a visualização de suas diversas partes, com o objetivo de conhecer a função desempenhada por cada estrutura. Após

leituras prévias, os alunos serão questionados, por exemplo: qual é a principal função da córnea? E do músculo ciliar? A partir dessas perguntas iniciais, a aula será iniciada com a explicação das particularidades de cada estrutura.

Em seguida, após a etapa de caracterização de cada parte do olho humano, será proposta uma atividade experimental por meio da câmara escura de orifício feita pelos próprios discentes com materiais de baixo custo com objetivo de mostrar a formação de imagens invertidas, ajudando a entender o funcionamento do olho humano, isto é, de como a imagem é formada na retina. Por fim, o professor poderá propor uma aula expositiva com uma prática experimental virtual sobre acomodação visual.

Todas as etapas juntas não poderão exceder mais do que 4h.

V. Defeitos da visão

Esta aula sobre os defeitos da visão - miopia, hipermetropia, astigmatismo e presbiopia – poderá ser iniciada com uma pergunta disparadora como, por exemplo, porque algumas pessoas precisam usar óculos? O que acontece no olho de uma pessoa que não enxerga bem de perto ou de longe? Partindo dessas perguntas o professor, de maneira expositiva e com o auxílio de um experimento virtual com link no quadro 2, explicará as suas causas e os sintomas dos principais defeitos da visão abordadas neste trabalho. Além disso, por meio de um simulador virtual, demonstrará as correções ópticas para esses problemas.

Posteriormente, o docente fará a aplicação de uma atividade prática no qual consiste em uma análise de receita oftalmológica, onde será realizada sua interpretação e análise e, conseqüentemente, abordado o significado dos termos e abreviações comuns, além da forma correta de ler prescrições para lentes corretivas.

Estas etapas juntas não poderão exceder mais do que 4h.

A prática experimental, seja física ou virtual, é de grande importância para esta proposta de sequência didática, visto que os alunos têm a oportunidade de interagir com os experimentos, possibilitando a contextualização da teoria com a prática. Sua utilização deve ser encarada como um complemento à teoria — ou ao conteúdo —

tratado em sala de aula, levando em consideração os princípios, fenômenos e correções ópticas, ou seja, a relação entre as propriedades ópticas das lentes esféricas e a correção dos principais defeitos da visão. Vale destacar que a prática experimental contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico, da capacidade de observação e da autonomia dos alunos.

Outra metodologia bastante utilizada foram as aulas expositivas dialogadas, tidas como uma prática tradicional. No entanto, vale ressaltar que esse tipo de aula leva em consideração os conhecimentos prévios dos alunos e permite o diálogo entre professor e aluno, abrindo espaço para perguntas, reflexões e discussões acerca do conteúdo tratado em sala. Conforme Hartmann et al. (2019), “essa modalidade de aula propicia ao aluno a obtenção e organização de dados, a interpretação e análise crítica, a comparação e a síntese do conteúdo apresentado.” As listas de exercícios também ocupam um espaço central nesta proposta de sequência didática, pois, por meio delas, será possível verificar o domínio do conteúdo, o entendimento das equações e a capacidade de aplicação prática dos conceitos abordados em aula. Além de funcionarem como ferramenta de fixação, as listas auxiliam na identificação de dificuldades individuais ou coletivas, permitindo ao professor intervir de forma pontual.

Segue quadro resumo da proposta de sequência didática.

Quadro 02: Proposta de Sequência Didática

TÓPICOS/ HABILIDADES DA BNCC	AULAS	ATIVIDADES/ENCAMINHAMENTOS
1º Tópico Princípios e Fenômenos Fundamentais da Óptica Geométrica (EM13CNT301)	1 – 2	• Aula expositiva sobre os princípios fundamentais da óptica geométrica. • Aula expositiva sobre os fenômenos fundamentais da óptica geométrica (com ênfase em reflexão e refração). • Experimento com simulador virtual sobre os princípios e fenômenos: https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_all.html?locale=pt

		Objetivo(s): 1. Compreender os conceitos fundamentais da óptica geométrica e sua aplicação no mundo real.
2º Tópico Espelhos Esféricos (EM13CNT301)	3 - 4	• Aula expositiva sobre a reflexão em um espelho esférico, diferenciando os tipos de espelhos esféricos (côncavo e convexo) e identificando seus elementos principais: centro de curvatura (C), vértice (V), raio de curvatura (R) e foco (F) e construção de imagens nos espelhos esféricos. • Aula expositiva com a utilização de um simulador virtual sobre a formação de imagens nos espelhos esféricos. Segue o link: https://phet.colorado.edu/pt/simulations/geometric-optics Objetivo(s): 1. Compreender os conceitos iniciais da reflexão em espelho esférico. 2. Aplicar os conhecimentos sobre a reflexão em um espelho esférico utilizando recursos tecnológicos.
2º Tópico Espelhos Esféricos (EM13CNT301) (continuação)	5 - 6	• Aula expositiva sobre aumento linear e equação dos espelhos esféricos. • Exercício de classe: Resolução de 10 questões sobre a formação de imagens em um espelho esférico com aplicação das equações dos espelhos esféricos e aumento linear. Objetivo(s): 1. Desenvolver a capacidade da resolução de problemas com aplicação das equações do aumento linear e espelhos esféricos.
3º Tópico Lentes	7 – 8	• Aula expositiva com uma prática experimental por meio de lupas ou lentes de óculos velhos para

Delgadas (EM13CNT301)		diferenciar os tipos de lentes delgadas: Convergentes e Divergentes. Além disso, foi proposta uma aula com utilização de um simulador virtual sobre os tipos de lentes: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_dioptrie&l=pt • Aula expositiva sobre os focos principais e método gráfico para as lentes esféricas. • Atividade prática para construção geométrica das imagens em uma lente. O professor distribui papel milimetrado aos discentes para facilitar e ter maior precisão na formação de imagem. Objetivo(s): 1. Identificar e diferenciar os tipos de lentes convergentes e divergentes. Apresentando os focos principais e método gráfico para as lentes esféricas. 2. Desenvolver a capacidade da resolução de problemas para construção geométrica das imagens em uma lente.
3º Tópico Lentes Delgadas (EM13CNT301) (continuação)	9 – 10	• Aula expositiva sobre a convenção de sinais e equações das lentes esféricas como, por exemplo, equação do fabricante de lentes. • Aula expositiva sobre a vergência das lentes delgadas, mostrando qual lente é mais potente, ou seja, que produz um maior desvio na luz incidente. Objetivo(s): 1. Apresentar e resolver problemas sobre a convenção de sinais e equação do fabricante de lentes. 2. Entender o conceito de vergência das lentes e relacioná-lo com aplicações reais do dia a dia.
4º Tópico	11 – 12	• Atividade prática com um olho humano

Olho humano (EM13CNT301)		desmontável para visualização das diversas parte do mesmo. - Atividade prática por meio da câmara escura de orifício para mostrar a formação de imagens invertidas, ajudando a entender o funcionamento do olho humano. Objetivo(s): - Compreender e identificar as diversas partes do olho humano. - Entender a formação de imagens no olho humano, utilizando a câmara escura de orifício.
4º Tópico Olho humano (EM13CNT301) (Cont.)	13 – 14	- Aula expositiva com uma prática experimental virtual sobre acomodação visual: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_akomodace&l=pt Objetivo(s): - Explicar a acomodação visual utilizando um recurso tecnológico (simulador online).
5º Tópico Defeitos de Visão (EM13CNT301)	15 - 16	- Aula expositiva sobre os defeitos de visão - miopia, hipermetropia, astigmatismo e presbiopia – mostrando suas causa e sintomas. E a partir de uma prática experimental através de um simulador virtual mostrar as suas correções: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_vady&l=pt A correção é feita através de lentes convergentes. - Atividade prática com uma receita médica de um oftalmologista: realizando sua interpretação e análise. Será abordado o significado dos termos e abreviações comuns, além da forma correta de ler prescrições para lentes corretivas. Objetivo(s): - Identificar os tipos de defeitos de visão, utilizando um recurso tecnológico (simulador

		online) e suas respectivas correções oculares. 2. Analisar e/ou interpretar uma receita médica de um oftalmologista abordando o significado dos termos e a forma correta de ler as prescrições.
--	--	---

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do entendimento do que o aluno precisava aprender de forma significativa, a pesquisa foi se delineando e tomando a forma de como um aluno de Ensino Médio poderia ter este aprendizado e com que sugestão de metodologia um professor poderia se beneficiar da mesma para um ensino também significativo. O fato de o aluno compreender as propriedades ópticas das lentes esféricas, de identificar e explicar os principais defeitos da visão de forma mais assertiva, além de compreender a relação entre as lentes corretivas e a correção desses defeitos visuais bem como a contextualização do conteúdo (relacionar os conceitos ópticos com os defeitos de visão) promove uma aprendizagem significativa, pois os alunos são instigados a ver a relação direta entre a teoria e suas aplicações cotidianas e isso certamente potencializa tanto ensino como aprendizagem. A utilização de atividades práticas e experimentos com lentes esféricas permite que os alunos visualizassem fenômenos abstratos, como a formação de imagens e o papel das lentes corretivas. Isso facilita a compreensão de conceitos difíceis de serem abordados apenas de forma teórica.

Por tudo isso acreditamos que a sequência didática é capaz de mostrar-se eficaz na promoção de uma aprendizagem significativa e que a combinação de teoria, prática experimental e exemplos cotidianos contribui para um ensino mais dinâmico e envolvente, superando as dificuldades dos alunos em entender o comportamento da luz ao atravessar lentes esféricas.

Espera-se, como resultados da aplicação de uma sequência didática a melhoria no desempenho dos alunos, o desenvolvimento de uma visão crítica, produção de materiais didáticos e melhoria na motivação e no interesse dos alunos, além de um trabalho desse poder dar uma contribuição para a pesquisa educacional.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, David P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 21 abr. 2025.
- CHEVALLARD, Yves. *La Transposición Didáctica: Del Saber Sabio al Saber Enseñado*. 2. ed. Buenos Aires: Aique, 1991.
- FONTELLES, M. J.; SIMÕES, M. G.; FARIAS, S. H.; FONTELLES, R. G. S. *Metodologia da pesquisa científica: diretrizes para a elaboração de um protocolo de pesquisa*. Rev. para. med; 23(3) jul.-set. 2009.
- FRANCO, D. L. *A importância da sequência didática como metodologia no ensino da disciplina de Física moderna no Ensino Médio*. Revista Triângulo, Uberaba - MG, v. 11, n. 1, p. 151–162, 2018. DOI: 10.18554/rt.v0i0.2664. Disponível em: <https://seer.uftm.edu.br/revistaelectronica/index.php/revistatriangulo/article/view/266>. Acesso em: 1 fev. 2025.
- FREIRE, Paulo. *Pedagogia do Oprimido*. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- HARTMAN, A. C. et al. *A importância da aula expositiva dialogada no ensino de Ciências e Biologia*. Anais II Encontro de Debates sobre Trabalho, Educação e Currículo Integrado, v. 1, n. 1, 2019. Disponível em: <https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/enteci/article/view/11554>. Acesso em: 19 abr. 2025.
- HELENE, Otaviano e HELENE, André Frazão. *Alguns aspectos da óptica do olho humano*. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 3, p. 3312, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172011000300012>. Acesso em: 30 mar. 2025.
- LEITE, T. L. H.; OLENKA, L. *Aprendizagem significativa a partir de uma sequência didática para o estudo de lentes esféricas*. REPPE: Revista do Programa de Pós-Graduação em Ensino - Universidade Estadual do Norte do Paraná Cornélio Procópio, v. 2, n. 2, p. 110-134, 2018.
- LUZ, A. M. R.; ALVARENGA, B. A.; GUIMARÃES, C. C. *Física II: contexto e aplicações*. 2. ed. São Paulo: Scipione, 2016.
- MOREIRA, M.A. *Organizadores prévios e a aprendizagem significativa*. Revista Chilena de Educación Científica, v.7, n. 2, 2008, pp. 23-30. Revisado, p. 1-11, 2012.
- MOREIRA, M. A. *APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: UM CONCEITO SUBJACENTE (Meaningful learning: an underlying concept)*. Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – V1(3), pp. 25-46, 2011.

MOREIRA, M. A. *O que é afinal Aprendizagem significativa?* p. 1 – 27, 2010. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/oqueeafinal.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2025.

MOREIRA, Marco Antônio. *GRANDES DESAFIOS PARA O ENSINO DA FÍSICA NA EDUCAÇÃO CONTEMPORÂNEA*. Revista do Professor de Física, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 1–13, 2017. DOI: 10.26512/rpf.v1i1.7074. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/7074>. Acesso em: 30 mar. 2025.

MOREIRA, M. A. *Aprendizagem ativa com significado*. Revista Espaço Pedagógico, [S. l.], v. 29, n. 2, p. 405-416, 2022. DOI: 10.5335/rep.v29i2.13887. Disponível em: <https://seer.upf.br/index.php/rep/article/view/13887>. Acesso em: 30 mar. 2025.

NEWTON, V. B.; BOAS, R. H. D.; BISCUOLA, G. J. *Tópicos de física: volume 2*. 19. ed. São Paulo: Saraiva, 2012.

OKUNO, E.; CALDAS, I. L.; CHOW, C. *Física para Ciências Biológicas e Biomédicas*. [S.l.]: Harbra Ltda, 1982.

PAGLIOCHI, J. S.; DA SILVA, G. D. S.; STADLER, J. P.; BORGES, A. R. *Investigação dos processos de transposição didática interna e externa do conteúdo “Misturas” para o ensino médio*. 2019: Edição Especial com os Anais da III Semana das Licenciaturas. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/10859>. Acesso em: 21 abr. 2025.

TEIXEIRA, Paulo Jorge Magalhães; PASSOS, Claudio Cesar Manso. *Um pouco da Teoria das Situações Didáticas (TSD) de Guy Brousseau*. Zetetike. Campinas, SP, v. 21, n. 1, p. 155–168, 2014. DOI: 10.20396/zet.v21i39.8646602. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8646602>. Acesso em: 2 fev. 2025.

PHET INTERACTIVE SIMULATIONS. *Óptica geométrica*. Universidade do Colorado Boulder. Disponível em: <https://phet.colorado.edu>. Acesso em: 2 fev. 2025.

SEARS; ZEMANSKY. *Física IV: ótica e física moderna*. São Paulo: Addison Wesley, 2004.

SEARS; ZEMANSKY. *Física IV: ótica e física moderna*. 14. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

SILVA, M. A. *Astigmatismo*. Disponível em: <https://www.infoescola.com/visao/astigmatismo/>. Acesso em: 26 fev. 2025.

SILVA, J. J. da; MEDEIROS, G. C. M. de. *O uso da sequência didática no ensino de Física: A inserção dos estudantes da Escola Estadual Tabetião Júlio Maria, Touros-RN*. Brazilian Journal of Science, 2(9), 70-75, 2023. DOI: 10.14295/bjs.v2i9.360.

Disponível em: <https://periodicos.cerradopub.com.br/bjs/article/view/360>. Acesso: 1 fev. 2025.

SILVA, S. L. da; DELLA VECHIA, F. J. N. *Proposta de ensino de óptica da visão para o ensino médio*. Experiências em Ensino de Ciências, v. 18, n. 4, 2023. Anais do XV CIAEF e III Encontro do MNPEF. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/1296>. Acesso em: 21 abr. 2025.

SOUSA, A. S.; OLIVEIRA, S. O.; ALVES, L. H. *A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos*. Cadernos da Fucamp, v. 20, n. 43, p. 64-83, 2021. Disponível em: <https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/cadernos/article/view/2336>. Acesso em: 19 abr. 2025.

VASCAK, V. *Simuladores de Física*. Disponível em <https://www.vascak.cz/physicsanimations.php?l=pt>. Acesso em: 2 fev. 2025.

UGALDE, M. C. P.; ROWEDER, C. *Sequência didática: uma proposta metodológica de ensino-aprendizagem*. Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico, Manaus, Brasil, v. 6, n. ed.especial, p. e99220, 2020. DOI: 10.31417/educitec.v6ied.especial.992. Disponível em: <https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/992>. Acesso em: 2 fev. 2025.

ZABALA, Antoni. *A prática educativa como ensinar*. Tradução: Ernani F. da F. Rosa. Reimpressão 2010. Porto Alegre: Artmed, 1998.