



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS**  
**DEPARTAMENTO DE FÍSICA**  
**CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA**

**MARIO CESAR CANDIDO DA SILVA FILHO**

**UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ÓPTICA  
GEOMÉTRICA UTILIZANDO A REFLEXÃO EM ESPELHOS**

**FORTALEZA**

**2024**

MARIO CESAR CANDIDO DA SILVA FILHO

UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ÓPTICA  
GEOMÉTRICA UTILIZANDO A REFLEXÃO EM ESPELHOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Graduação em Física do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva.

FORTALEZA

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

F498p Filho, Mario Cesar Candido da Silva.

Uma proposta de sequência didática para o ensino de óptica geométrica utilizando a reflexão em espelhos / Mario Cesar Candido da Silva Filho. – 2024.  
68 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Física, Fortaleza, 2024.

Orientação: Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva.

1. óptica geométrica. 2. PhET. 3. sequência didática. 4. ensino de Física. I. Título.

CDD 530

---

MARIO CESAR CANDIDO DA SILVA FILHO

UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ÓPTICA  
GEOMÉTRICA UTILIZANDO A REFLEXÃO EM ESPELHOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Graduação em Física do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de Licenciado em Física.

Aprovada em: 24/09/2024.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Paulo de Tarso Cavalcante Freire  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Ms. Emília de Sousa Uchoa  
Universidade Estadual do Ceará (UFC)

Dedico este trabalho à minha esposa, aos meus pais e meu irmão com sua família, que me apoiaram e estiveram comigo desde o princípio, tudo isso só foi possível com a participação de cada um.

## AGRADECIMENTOS

Primeiro agradeço este trabalho à Deus, que nunca me abandonou e que com a sua infinita bondade, me concedeu sabedoria, perseverança e determinação para que eu pudesse concluir essa grande etapa na minha vida.

À minha esposa, Marina Ellen, que me apoiou muito e esteve sempre comigo durante toda a minha formação, e junto à mim, se empenhou muito para que desse tudo certo, em todos os momentos e principalmente nos mais difíceis, muito obrigado por toda comprometimento compartilhado; aos meus pais, que dispensam comentários, pois sempre me deram oportunidade de ter um bom ensino e disciplina, com muito amor de dedicação; meu irmão, cunhada e meu sobrinho, que são um apoio familiar fundamental na minha vida, me concederam boas vibrações e sempre estiveram na torcida; e do meu tio Marcos (in memorian), que sempre sentiu muito orgulho de mim e que será sempre lembrado na minha vida e no meu coração.

A todos os professores do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Ceará, mas em especial os professores Marcos Antônio Araújo Silva, que dedicou seu precioso tempo para compartilhar comigo seus conhecimentos que foram além das disciplinas ministradas em sala de aula, como também no auxílio do meu trabalho de conclusão de curso, do querido professor Afrânio de Araújo Coelho, que tive o prazer de iniciar o curso com disciplinas em que o mesmo ministrava e já nos introduziu um vasto conhecimento e diversificação da nossa área e aos professores da banca examinadora, Prof. Dr. Paulo de Tarso e Prof. Ms. Emília de Sousa.

Ao meu professor do ensino médio, mestre Marcos Roberto, este que no qual também foi meu professor orientador do estágio, que com suas aulas, me proporcionou ótimos momentos de aprendizado e experiência, nos quais me inspirei muito para decidir o meu curso que seguiria como profissão.

Aos meus amigos pessoais e de faculdade, em especial o grupo trivial, eles que me ajudaram a desempenhar o meu melhor, ajudando a compreender os conteúdos e compartilhando suas vivências em docência.

Não fui eu que lhe ordenei? Seja forte e corajoso! Não se apavore, nem se desanime, pois, o Senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar. (Josué 1:9).

## RESUMO

Neste trabalho será discutido o uso das metodologias de aprendizagem utilizadas em aulas no Brasil, com mais enfoque nas do ensino de Física. Ele enfatiza a necessidade de uma melhora nos métodos tradicionais de ensino, que geralmente dependem da memorização e da repetição, para estratégias mais envolventes que promovam o pensamento crítico e amplie a visão dos alunos. Para isso, vai incorporar simuladores de laboratório em formato virtual para assimilar com o mundo real em busca de um aprendizado mais significativo, que permitem que os alunos conduzam experimentos de forma interativa. Ele visa aumentar a motivação dos alunos e a compreensão dos conceitos de Física, essa proposta é essencial para tentar melhorar a qualidade geral do ensino de Física levando tecnologias a seu favor com o uso de TICs.

**Palavras-chave:** óptica geométrica; PhET; sequência didática; ensino de Física.

## **ABSTRACT**

In this work, the use of learning methodologies employed in classrooms in Brazil will be discussed, with a particular focus on Physics education. It emphasizes the need for improvement in traditional teaching methods, which often rely on memorization and repetition, by adopting more engaging strategies that promote critical thinking and broaden students' perspectives. To achieve this, virtual lab simulators will be incorporated to simulate real-world scenarios, aiming for a more meaningful learning experience by allowing students to conduct experiments interactively. This approach seeks to increase student motivation and understanding of Physics concepts, making it essential for improving the overall quality of Physics education by leveraging technology through the use of ICTs.

**Keywords:** geometric optics; PhET; didactic sequence; Physics teaching.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Quadro organizacional de uma sequência didática.....	12
Figura 2	– Componentes da reflexão da luz.....	33
Figura 3	– Construção gráfica da reflexão da luz em espelhos planos.....	34
Figura 4	– Ilustração da projeção de uma imagem real e uma imagem virtual.....	35
Figura 5	– Congruência entre triângulos.....	36
Figura 6	– Relação das distâncias na translação do espelho.....	37
Figura 7	– Relação das distâncias na rotação do espelho.....	38
Figura 8	– Associação de dois espelhos planos com formação de imagens de um objeto.....	40
Figura 9	– Representação de dois espelhos planos com formação de imagens de um objeto visto de cima.....	41
Figura 10	– Esquema no processo de formação de imagens pela associação de dois espelhos planos.....	42
Figura 11	– Representação de espelho côncavo.....	44
Figura 12	– Representação de espelhos convexo.....	44
Figura 13	– Elementos dos espelhos esféricos.....	44
Figura 14	– Foco principal em espelhos esféricos.....	46
Figura 15	– Componentes da reflexão da luz. Elementos dos espelhos esféricos: foco, foco secundário e plano focal.....	47
Figura 16	– Ângulos internos e lei da reflexão.....	47
Figura 17	– Raio particular que incide passando pelo raio de curvatura.....	49
Figura 18	– Representação de espelho esférico do primeiro raio particular.....	49
Figura 19	– Representação de espelho esférico gaussiano do segundo raio particular.....	49

Figura 20	– Espelho esférico do terceiro raio particular.....	50
Figura 21	– Representação de espelho esférico gaussiano do terceiro raio particular.....	50
Figura 22	– Construção gráfica de imagens em espelhos esféricos convexos.....	51
Figura 23	– Construção das imagens em espelhos côncavos. Caso 1.....	51
Figura 24	– Construção das imagens em espelhos côncavos. Caso 2.....	52
Figura 25	– Construção das imagens em espelhos côncavos. Caso 3.....	52
Figura 26	– Construção das imagens em espelhos côncavos. Caso 4.....	52
Figura 27	– Construção das imagens em espelhos côncavos. Caso 5.....	53

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>O ENSINO NO BRASIL .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1</b>	<b>O ensino de Física no Brasil.....</b>	<b>26</b>
<b>3</b>	<b>BASE NACIONAL CURRICULAR COMUM (BNCC).....</b>	<b>29</b>
<b>4</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>32</b>
<b>4.1</b>	<b>Reflexão da luz.....</b>	<b>32</b>
<b>4.2</b>	<b>Leis da reflexão da luz.....</b>	<b>33</b>
<b>4.3</b>	<b>Espelhos planos.....</b>	<b>34</b>
<b>4.4</b>	<b>Propriedades dos espelhos planos: Simetria.....</b>	<b>36</b>
<b>4.5</b>	<b>Propriedades da translação dos espelhos planos.....</b>	<b>37</b>
<b>4.6</b>	<b>Propriedades da rotação dos espelhos planos.....</b>	<b>38</b>
<b>4.7</b>	<b>Associação de espelhos planos.....</b>	<b>39</b>
<b>4.8</b>	<b>Espelhos esféricos.....</b>	<b>43</b>
<b>4.9</b>	<b>Os focos nos espelhos esféricos.....</b>	<b>45</b>
<b>4.10</b>	<b>Os três raios luminosos particulares nos espelhos esféricos.....</b>	<b>48</b>
<b>4.11</b>	<b>Procedimentos para construção gráfica da projeção das imagens em espelhos esféricos.....</b>	<b>50</b>
<b>5</b>	<b>PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....</b>	<b>54</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>56</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>57</b>
	<b>APÊNDICE A – AULA 1: INTRODUÇÃO AOS ESPELHOS PLANOS.....</b>	<b>60</b>
	<b>APÊNDICE B – AULA 2: A REFLEXÃO DA LUZ EM ESPELHOS ESFÉRICOS .....</b>	<b>63</b>
	<b>APÊNDICE C – AULA 3: A REFLEXÃO DA LUZ EM ESPELHOS CONVEXOS E CÔNCAVOS.....</b>	<b>66</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Artigue (1996, 2001, p. 157) define a sequência didática (SD) como sendo um roteiro estratégico elaborado pelo professor para organizar as atividades de ensino de forma sistemática e eficiente. Através da SD, o professor define os objetivos de aprendizagem, os conteúdos a serem abordados, as metodologias ativas a serem utilizadas e as atividades a serem realizadas, garantindo um processo de ensino-aprendizagem coeso e direcionado.

Segundo os autores Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004), a SD se configura como um conjunto de atividades escolares organizadas em torno de um gênero textual oral ou escrito. Essa definição destaca a centralidade do gênero textual na SD, orientando o planejamento das atividades e a construção do conhecimento pelos alunos.

Araújo (2013) interpretou a SD como uma estrutura de base que não só organiza uma aula, mas que servirá como um mapa norteador ao professor na jornada do ensino e aprendizagem, que contém etapas que são fundamentais para a construção de um potencial aprendido duradouro e significativo. Iniciando com uma apresentação de situação de estudo, em que o docente descreve a tarefa podendo se utilizar de uma exposição oral ou escrita aos alunos.

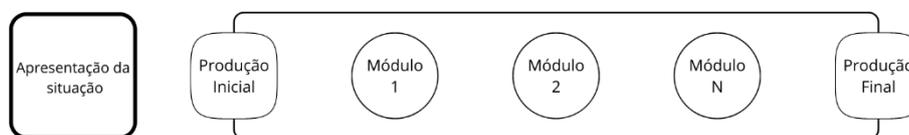
Após apresentar, o professor realizará a produção inicial ou diagnóstica do seu trabalho. Aqui, o professor irá investigar, em uma atividade inicial, a capacidade adquirida pelos alunos, e, assim, ajustar ou adequar as atividades e exercícios previstos que virão em sequência, colocando em questão as possibilidades e dificuldades da sua turma, buscando adaptar às necessidades individuais de cada aluno, potencializando o alcance do aprendido.

Num próximo momento, têm-se a utilização de módulos compostos por várias atividades sistemáticas e progressivas, para que obtenham um maior aprofundamento do conhecimento.

Por fim, na produção final é o momento em que os alunos colocam em prática os conhecimentos adquiridos ao longo da SD, etapa onde serão realizadas tarefas de exposição oral ou escrita, que já tenha sido apresentado no início da sequência didática. Pode-se concluir que esta produção serve como uma avaliação somatória, permitindo ao professor uma avaliação dos progressos de cada aluno, capacitando o professor a aprimorar suas práticas e planejamentos futuros em sequências

didáticas, segue a esquematização de uma sequência didática a partir da apresentação da situação até a produção final representada na figura 1.

Figura 1 – Quadro organizacional de uma sequência didática.



Fonte: Revista Entrepalavras (2013, p. 323).

O modelo tradicional de ensino, ainda predominante em muitas escolas, configura-se como um paradigma ultrapassado que freia o processo de aprendizagem e limita o potencial dos alunos. Nessa abordagem, o professor assume o papel central como detentor do conhecimento, relegando os alunos à passividade de meros receptores de informações.

Essa metodologia, baseada na memorização e na repetição exaustiva, falha em estimular o senso crítico, a criatividade e a autonomia dos estudantes. A desmotivação e a apatia se instalam, gerando um ciclo vicioso de baixo rendimento e desinteresse pela educação.

No cerne do modelo tradicional reside a figura do professor como detentor absoluto do conhecimento, relegando os alunos a meros espectadores em sua própria jornada de aprendizado. Essa postura unidirecional impede a participação ativa dos estudantes na construção do conhecimento, limitando seu potencial crítico e criativo.

Em sua obra, Germano (2016) abre uma crítica contundente ao modelo tradicional de ensino, expondo suas fragilidades e consequências negativas no processo de ensino-aprendizagem. Segundo o autor, essa abordagem educacional, ainda predominante em muitas instituições, reforça a passividade dos alunos, os transformando em meros receptores de informações desprovidas de significado e relevância.

Os alunos são bombardeados com uma enxurrada de informações, muitas vezes sem contexto ou conexão com suas realidades. Essa sobrecarga desestimula a reflexão crítica e a compreensão profunda dos conceitos, transformando o aprendizado em um mero exercício de memorização mecânica e repetição exaustiva.

Em sua análise crítica do ensino tradicional de física, Roberto (2009) corrobora com pesquisas na área ao afirmar que essa metodologia se configura como uma das estratégias menos eficazes para o aprendizado dos alunos. Apesar de alguns estudantes se sentirem inicialmente atraídos pelas aulas expositivas, essa atração não garante uma aprendizagem significativa, como ressalta o autor.

As aulas se baseiam frequentemente em pura abstração e teorias descontextualizadas do cotidiano do aluno, tirando a relevância do conteúdo e deixando-o sem significância. O foco na aplicação mecânica de equações matemáticas, com o principal objetivo de automatizar a resolução de problemas, limita a compreensão conceitual da física, impedindo o desenvolvimento de habilidades críticas.

Nesse sentido, Santos (2016) avalia que apesar da importância da Física no cotidiano das pessoas, isto não é colocado para os estudantes, e o que se vê nas aulas de Física no Ensino Médio é uma realidade de aulas maçantes, em que predomina uma concepção tradicional de educação, usando uma metodologia de ensino ultrapassada e nitidamente conteudista, com uma rotina excessiva de aulas expositivas e resolução de exercícios que, em geral, priorizam a memorização de fórmulas matemáticas. Por causa desse procedimento, os estudantes são levados a repetir as resoluções de questões similares feitas anteriormente pelo professor, ou seja, um modelo onde lições devam ser decoradas, o que certamente não contribui para motivar os alunos em seu aprendizado.

O ensino de física desempenha um papel fundamental no desenvolvimento acadêmico e na formação integral dos estudantes, em todos os níveis, do fundamental ao superior. Ao abordar conceitos que desvendam os fenômenos naturais e as leis que ordenam o universo, a disciplina não apenas busca fornecer um entendimento científico do mundo ao nosso redor, mas também estimula o pensamento crítico, a resolução e desenvolvimento de problemas e a aplicação prática do conhecimento, no cotidiano ou simulação. Apesar da sua importância, o ensino de física muitas vezes enfrenta desafios significativos, que podem ir da complexidade dos conceitos teóricos, desvalorização da classe e da disciplina, até as metodologias pedagógicas empregadas.

Embora seja amplamente reconhecido, no ensino da física, em âmbito nacional, o papel do professor figura como essencial, mas não o suficiente para ser

melhor avaliado, como citado em Uma análise crítica do ensino de Física de Moreira (2018):

*A carga horária semanal que chegou a 6 horas-aula por semana, hoje é de 2 ou menos. Aulas de laboratório praticamente não existem. Faltam professores de Física nas escolas e os que existem são obrigados a treinar os alunos para as provas, para as respostas corretas, ao invés de ensinar Física. A interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade são confundidas com não disciplinaridade e tiram a identidade da Física. Os conteúdos curriculares não vão além da Mecânica Clássica e são abordados da maneira mais tradicional possível, totalmente centrada no professor, baseada no modelo de narrativa criticado por Finkel (1999), na educação bancária de Freire (2007), no comportamentalismo de Skinner (1972). 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).*

Para a proposta e visando comprometer mais os alunos com a disciplina, utilizaremos especificamente a ferramenta educacional Physics Education Technoloy (PhET). A ferramenta oferece simulações interativas que permitem aos estudantes explorar e visualizar conceitos científicos e matemáticos de forma dinâmica e intuitiva. Ao empregar simulações relacionadas às leis da reflexão em espelhos côncavos e convexos, os docentes têm a oportunidade de apresentar experiências de aprendizado que transcendem as limitações do ensino tradicional dentro das salas de aula.

Sobre esta perspectiva, este trabalho propõe uma análise mais acintosa do ensino de física, aprofundando sobre os fenômenos de reflexão em espelhos côncavos e convexos, investigando suas práticas, alguns desafios e possíveis estratégias para promover uma aprendizagem mais eficaz e significativa.

Apesar do potencial avanço e disponibilização das ferramentas digitais, o ensino de física ainda carece por atenção e incentivo, como a necessidade de formação adequada dos professores para a integração eficaz das tecnologias educacionais, bem como a adaptação dos currículos para incluir atividades práticas e investigativas que explorem os conceitos de óptica de maneira abrangente, melhores condições de trabalho para os docentes e a busca por mais incentivos. Conforme analisa Venera (2021):

*O ensino de Física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada,*

*distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado. Privilegia a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual da abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos. Enfatiza a utilização de fórmulas, em situações artificiais, desvinculando a linguagem matemática que essas fórmulas representam de seu significado físico efetivo. Insiste na solução de exercícios repetitivos, pretendendo que o aprendizado ocorra pela automatização ou memorização e não pela construção do conhecimento através das competências adquiridas. Apresenta o conhecimento como um produto acabado, fruto da genialidade de mentes como a de Galileu, Newton ou Einstein, contribuindo para que os alunos concluem que não resta mais nenhum problema significativo a resolver. Além disso, envolve uma lista de conteúdos demasiadamente extensa, que impede o aprofundamento necessário e a instauração de um diálogo construtivo. (Venera, 2021, p. 63).*

O cenário educacional contemporâneo se encontra em constante transformação, impulsionado pela rápida evolução tecnológica e pelas demandas cada vez mais complexas da sociedade. Nesse contexto, a integração da informática no processo de ensino e aprendizagem se configura como um instrumento estratégico para mediar mudanças significativas e promover uma educação inovadora, engajadora e eficaz.

A informática transcende a mera ferramenta tecnológica, tornando-se um aliado fundamental na construção de uma aprendizagem significativa e de qualidade para os alunos. Sua integração no processo educacional oferece diversos benefícios, como a motivação e o engajamento em aulas, pois pode-se utilizar de recursos digitais, como simuladores interativos, jogos educativos e plataformas online, tornando as aulas mais dinâmicas, atraentes e motivadoras, despertando o interesse e participação ativa dos alunos.

Casemiro (2019) destaca a importância da simulação como ferramenta para promover o engajamento ativo dos alunos no processo de aprendizagem de Ciências. Ao enfatizar a capacidade do estudante de focar e refletir sobre o assunto em estudo, ressalta o papel crucial da simulação em facilitar a manipulação e o controle do ritmo da atividade, permitindo que o aluno construa conexões significativas entre o conteúdo abordado e seus conhecimentos prévios.

Ainda para Casemiro (2019), a integração da simulação e da visualização no ensino de Ciências se configura como uma estratégia inovadora e eficaz para promover o engajamento dos alunos, a construção de conhecimentos significativos e a conexão com o mundo real. Através da utilização de simuladores e recursos visuais, os professores podem criar ambientes de aprendizagem dinâmicos,

motivadores e personalizados, preparando os alunos para os desafios do século XXI.

Em 2002, o laureado com o Prêmio Nobel, Carl Wieman, idealizou o PhET (Physics Education Technology Project) na Universidade do Colorado Boulder. Com o objetivo de transformar o ensino de matemática e ciências, o projeto deu vida a simulações interativas que conquistam os alunos e os guiam em uma jornada de aprendizado empolgante e eficaz.

O PhET se destaca como uma ferramenta robusta e inovadora no ensino de Física do Ensino Médio, alinhada às diretrizes da BNCC (Base Nacional Comum Curricular). Seus simuladores interativos, cuidadosamente elaborados com base em pesquisas rigorosas em educação, oferecem aos professores e alunos uma experiência de aprendizado transformadora e eficaz. Ele se destaca como um recurso inovador e acessível para o ensino de Física na escola pública, superando os desafios comuns enfrentados por professores e alunos, pois é totalmente gratuito e dispensa a necessidade de realizar download ou softwares pesados, tornando-se acessível mesmo em máquinas menos potentes.

Desta forma, este trabalho busca investigar como a utilização da ferramenta PhET pode contribuir para o ensino de óptica geométrica no ensino médio, especialmente no contexto das leis da reflexão em espelhos côncavos e convexos, visando reduzir as dificuldades relacionadas ao ensino-aprendizagem de física. Além disso, pretende-se analisar os impactos dessa abordagem na percepção e capacidade de aprendizagem dos estudantes, na compreensão dos conceitos físicos e no desenvolvimento de habilidades cognitivas e práticas. Ao fazê-lo, espera-se oferecer insights valiosos para aprimorar as práticas pedagógicas e promover uma educação em física mais inclusiva, acessível e eficaz.

No decorrer deste trabalho, serão apresentados nos próximos tópicos sobre como se deu historicamente a evolução da educação no Brasil, especificando acerca do ensino de física e também traremos o que a Base Nacional Curricular Comum defende a respeito disto. Aqui também focaremos o estudo no ensino de óptica geométrica e o ensino de física por meio de informática educativa.

## 2 O ENSINO NO BRASIL

A educação no Brasil, deu-se início a partir do período em que o Brasil era uma colônia, entre 1500 e 1822, em que podemos associar a educação com base na Fé e direcionado à Elite. Os jesuítas foram os primeiros a implementar um sistema educacional no Brasil, com foco na catequese e na doutrinação da fé católica, entre os anos de 1549 até 1759. Eles foram os responsáveis na criação de colégios e seminários para a elite masculina, perpetuando a desigualdade social.

Os primeiros trabalhos na área educacional brasileira foram empreendidos por padres jesuítas da Companhia de Jesus. Sua missão era converter a população à fé católica e praticar o sentimento de submissão ao homem branco. Segundo Melo (2012), os padres jesuítas monopolizaram a educação na colônia por cerca de duzentos anos. Acredita-se que a longevidade da Companhia de Jesus na esfera educacional se deva à importância que a educação tinha no fortalecimento do sistema sociopolítico e econômico da época. Alves (2005) destaca que, durante esse período, o modelo educacional adotado classificava os indivíduos de acordo com seu nível de conhecimento e oferecia um ensino centrado em matérias das ciências humanas.

A partir de 1759, Marquês de Pombal expulsou os jesuítas e instituiu reformas para centralizar o controle da educação nas mãos do Estado. A educação laica e utilitária visava formar súditos obedientes e aptos para o trabalho nas minas e *plantations* (sistema de exploração colonial). Ele assumiu o comando de Portugal, trazendo consigo um turbilhão de mudanças que impactaram não apenas a metrópole, mas também suas colônias.

Embora a responsabilidade pela educação tenha mudado de mãos, as transformações promovidas por Pombal foram superficiais. Segundo Melo (2012), a finalidade do ensino na colônia permaneceu essencialmente a mesma que era de servir aos interesses civis e políticos do Estado. O modelo educacional implementado pelos jesuítas continuou influenciando o sistema, pois muitos professores que lecionavam nas escolas eram os mesmos que atuavam sob a tutela jesuítica, o que contribuiu para a manutenção de práticas pedagógicas tradicionais.

Para amenizar os problemas gerados pela expulsão dos jesuítas, Pombal instituiu o subsídio literário, um imposto destinado a custear as despesas com os

professores, também criou as aulas Régias, transferindo para o Estado o controle das disciplinas que eram gerenciadas pela Igreja. As aulas anteriormente eram ministradas por um único professor, foram reformuladas e passaram a ser oferecidas de forma avulsa em instituições de ensino secundário chamadas Liceus, e para lecionar nessas instituições, os professores precisavam ser aprovados em concursos públicos.

Conforme Zotti (2004), a herança colonial no ensino secundário se caracterizava por uma série de aulas independentes e sem conexão, cujo objetivo era preparar os alunos para o ingresso nos cursos superiores. Essa estrutura fragmentada persistiu até o ano de 1830, dificultando a consolidação de um sistema educacional coeso e de qualidade no Brasil.

Em 1822, tivemos o período do Brasil Império, em 1827 foi instaurada a Lei Geral de Instrução Pública, esta foi a primeira lei que previa a criação de escolas em todo o país, mas com pouca efetividade devido à falta de recursos e infraestrutura. As escolas secundárias, como os colégios militares e o Ginásio Nacional, eram frequentadas pela elite, mantendo as desigualdades sociais. Eis então que surgem as primeiras iniciativas populares, que eram as sociedades beneficentes e congregações religiosas criaram escolas para atender às classes populares, mas com alcance limitado.

Ao longo do século XIX, o ensino secundário brasileiro, caracterizado pela preparação para o ingresso no ensino superior, sofreu significativas transformações. A fim de otimizar a formação dos estudantes para o nível superior, o currículo do ensino médio foi ampliado com a inclusão de disciplinas como ciências físicas e da natureza, história e geografia. No entanto, foi apenas no final do período imperial que a educação, de modo geral, passou a ganhar maior relevância política e social.

Tempos depois do Brasil se transformar em uma república, em 1889, houve uma campanha nacional de educação, em 1922, campanha na qual mobilizou a sociedade civil e pressionou o governo para ampliar o acesso à educação e melhorar a qualidade do ensino, começa assim a caminhar a passos curtos para uma educação mais acessível.

As reformas educacionais implementadas durante a República visavam modernizar o ensino de ciências no Brasil. No entanto, a análise de Almeida Júnior (1980) revela que os métodos pedagógicos tradicionais persistiram. As aulas

expositivas, com ênfase na memorização e repetição de conteúdos predominaram em detrimento de práticas mais dinâmicas e participativas. Essa resistência à mudança demonstra a dificuldade em transformar radicalmente o modelo de ensino.

O político e educador Benjamin Constant, 1924, implementou o modelo americano "6-3-3", com foco na formação geral e profissionalizante. Este sistema de ensino tentou organizar e estrutura o sistema educacional brasileiro, e se dava em 3 etapas, sendo:

**Primeira etapa:** 6 anos de educação primária, essa fase é dedicada à educação básica e fundamental, abrangendo as primeiras séries escolares. Durante esse período, os alunos adquirem as habilidades fundamentais de leitura, escrita, matemática e outras disciplinas básicas.

**Segunda etapa:** 3 anos de educação secundária, após concluir a fase primária, os estudantes ingressam na educação secundária, onde recebem uma educação mais aprofundada e específica. Nessa etapa, são introduzidas disciplinas mais complexas e especializadas, preparando os alunos para etapas posteriores da educação ou para o mercado de trabalho.

**Terceira etapa:** 3 anos de educação superior, etapa na qual é voltada para o ensino superior ou para cursos técnicos especializados, dependendo das preferências e aptidões dos alunos. Durante esses três anos, os estudantes aprofundam seus conhecimentos em áreas específicas de interesse e se preparam para ingressar no mercado de trabalho ou seguir estudos avançados.

Embora não tenha sido completamente implementado em sua forma original, muitos aspectos desse modelo influenciaram a organização do sistema educacional brasileiro em tempos atuais.

Foi então que em 1930 com a criação do Ministério da Educação e Saúde que obtivemos a unificação das políticas educacionais, o ministério unificou as políticas educacionais e deu início à expansão da educação pública em todo o país, período conhecido como Era Vargas. Nele, tivemos o manifesto dos pioneiros da Educação Nova, que defendia uma educação pública, laica, gratuita e de qualidade para todos, com ênfase na formação integral do indivíduo. Novos ideais afins de agregar à sociedade uma educação que estava à sua disposição.

Rosa (2007) aponta que, a partir da inauguração do Colégio Pedro II em 1937, o ensino de Física no Brasil passou a ser oferecido de forma mais

sistemática. No entanto, as aulas eram caracterizadas por um enfoque expositivo, com o objetivo principal de preparar os estudantes para os exames e o prosseguimento dos estudos.

A trajetória do ensino de ciências no Brasil é marcada pela ausência de políticas públicas consistentes e eficazes. Apesar de algumas tentativas de reformulação, os resultados foram um tanto que insatisfatórios. O ensino de ciências esteve centrado na memorização de conceitos e na preparação para exames, com pouca ênfase em atividades práticas e experimentais. Essa situação foi agravada pela falta de formação adequada dos professores, pela escassez de recursos materiais e pela ausência de políticas públicas direcionadas para a melhoria da qualidade do ensino de ciências, conforme Almeida Júnior (1980):

*[...] baixa remuneração dos professores que, por isso mesmo, são obrigados a se desdobrar em mais de um emprego ou escola, dando números exagerados de aulas por dia. E que por isso não tem tempo para se dedicar a um aperfeiçoamento, a uma atualização mesmo domiciliar e bibliográfica ou, o que é mais sério, sem tempo para preparar as próprias aulas. (Almeida Júnior, 1980, p. 66).*

Ainda no período de Vargas, tivemos uma importante reforma educacional, com a Reforma Capanema, reforma na qual se estabeleceu os princípios básicos da organização educacional nacional, que trouxe a obrigatoriedade do ensino primário e a gratuidade do ensino oficial, e com isso a criação de novas escolas e aumento do número de matrículas, abrindo caminho para uma sociedade mais justa e igualitária, pois atingiu também áreas rurais e crianças de famílias de baixa renda. A Reforma Capanema é considerada uma precursora da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) e da BNCC.

Com o fim da Era Vargas, 1945, houve na Educação a democratização, Desafios e Avanços. Passou-se aproximadamente 16 anos para que houvesse um novo grande avanço na educação, houve uma reforma educacional para a modernização com a Lei Federal de Educação, que estabeleceu o ensino de 4 anos para o primário, 5 anos para o ginásial e 3 anos para o colegial, e também a profissionalização do ensino.

Com toda a estruturação do ensino já preparada e a popularização da educação, em 1996, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) foi

elaborada, lei na qual ampliou a obrigatoriedade escolar para 9 anos, instituiu a educação infantil e reorganizou o ensino fundamental e médio.

Ela foi de fundamental importância para a organização e desenvolvimento da educação do Brasil, pois buscava garantir a universalização do acesso à educação de qualidade e a formação dos cidadãos. Em tempos mais modernos, a educação nacional continua avançando, como é o caso do Plano Nacional de Educação, plano criado em 2014, que estabeleceu metas para a nossa educação em um período de dez anos, até 2024, como a universalização da educação infantil, a melhoria da qualidade do ensino e a redução das desigualdades.

Melo (2012) destaca que a LDB atual, ao igual que a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional nº 4.024/1961, proporciona flexibilidade aos estados na construção de seus currículos. A LDB atual inova ao apresentar os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) como referência para a organização do ensino médio. Os objetivos da LDB atual estão centrados na formação integral do estudante, visando não apenas sua inserção no mundo do trabalho, mas também o desenvolvimento de suas capacidades de aprender e de participar ativamente da sociedade.

Contudo, embora tenhamos acompanhado tantos avanços históricos, a educação brasileira ainda enfrenta muitos desafios, a desigualdade de acesso e qualidade à educação ainda é preocupante entre regiões, classes sociais e até mesmo raças. Em termos de escolas públicas, mais especialmente em periferias, alunos e docentes sofrem com falta de recursos, infraestrutura precária e evasão escolar. Os baixos salários, precárias condições de trabalho e falta de valorização social contribuem para a desmotivação e alta rotatividade entre os docentes.

O currículo precisa ser constantemente atualizado para acompanhar as transformações sociais, tecnológicas e do mercado de trabalho, algo que não acontece com a periodicidade devida. Garantir o acesso e a permanência de estudantes com deficiência, indígenas e quilombolas no sistema educacional requer políticas públicas afirmativas e práticas pedagógicas inclusivas, o que contradiz com a realidade vivida nos últimos anos.

Portanto, como uma alternativa para tentar ajudar no avanço do ensino, a tecnologia no formato educacional pode ser uma ferramenta para melhorar tal fim, pois pode democratizar o acesso ao conhecimento e personalizar o ensino, além de novas metodologias de ensino em formato de aprendizagem ativa, como a

gamificação, informática educativa ou até mesmo do uso das TICs, podem tornar o processo de aprendizagem mais significativo para os alunos.

Em 2017 houve uma grande reestruturação do ensino médio, instituída pela Lei nº 13.415/2017, com o objetivo de modernizar o ensino, afim de deixa-lo mais flexível e que atendesse a modernidade, popularmente conhecido como o Novo Ensino Médio.

Dentre as principais mudanças, é possível citar que a carga horária mínima passou por uma ampliação, saindo de 800 para 1.000 horas, objetivando mais tempo para desenvolvimento de atividades pedagógicas com metodologias ativas e participativas, mais tempo para atividades práticas e trabalhos em grupo.

O surgimento dos itinerários formativos foi um termo utilizado para a nova estrutura curricular, que permitia a oferta de diferentes rotas aos estudantes, dando a eles a autonomia de escolherem áreas de estudo para aprofundar os conhecimentos de acordo com seus objetivos.

Foi também uma reforma que buscou a maior articulação entre os ensinos médio, técnico e profissional, ofertando mais opções de formação para os alunos, visando o mercado do trabalho.

A problemática desse novo modelo se deu pelo fato da falta de recursos necessários em diversas escolhas para a prática dela, como infraestrutura e material didático, por exemplo. Também é possível afirmar que os itinerários formativos exigiram das escolas um planejamento mais complexo, se colocando como um desafio para elas.

A implementação do Novo Ensino Médio agrava as desigualdades educacionais, com escolas de estudantes mais pobres vivenciando um esvaziamento curricular mais profundo. A falta de recursos, professores e políticas de permanência impede que esses jovens usufruam plenamente da oferta de tempo integral, aprofundando as disparidades socioeducacionais, conforme afirmou Cássio (2022).

A reforma foi implementada sem uma ampla participação da comunidade escolar, mais precisamente o corpo docente não foi um dos pilares da discussão. Portanto, com a falta de diálogo e a percepção de que a reforma não considerava as singularidades da prática pedagógica contribuíram para a resistência e insatisfação de muitos professores.

Como relatou Cássio (2022), que apesar das particularidades de cada rede estadual na implementação do Novo Ensino Médio (NEM), pesquisas recentes apontam um padrão comum: a limitada participação da comunidade escolar na elaboração dos conteúdos e na tomada de decisões sobre os itinerários formativos. Contrariando o discurso inicial sobre protagonismo e livre escolha, os mecanismos de participação, como plataformas online e audiências públicas, se mostraram restritos, pré-definidos e pouco representativos. Cássio (2022) avalia que:

*Afinal, a participação desses atores pela via de sugestões e considerações nas enquetes já teria ocorrido, segundo os governos, e os resultados de tal processo teriam sido devidamente incorporados às políticas oficiais. Assim como observado por Gabriela Lotta et al. (2021), que analisaram os primeiros lances da implementação da reforma do ensino médio nos estados, diversos/as autores/as deste dossiê descrevem níveis elevados de ambiguidade e conflito nas redes estaduais no tocante à reforma, a despeito do usual democratismo de enquetes cujo objetivo seria, precisamente, amainar os descontentamentos ao longo do processo de implementação da política. (Cássio, 2022, p. 288).*

Dentre as dificuldades enfrentadas pela a situação da educação, de ordem global, ela foi afetada pelo efeito da pandemia da COVID-19, iniciada em 2020, ela representou um desafio sem precedentes para o sistema educacional, e no Brasil não foi diferente. A necessidade de isolamento social e o fechamento das escolas, de certa forma, obrigaram a transição para o ensino remoto, exigindo dos professores uma adaptação imediata e significativa em suas práticas pedagógicas.

Soares (2021), informou que a pandemia de COVID-19 impôs um desafio inédito aos educadores brasileiros, forçando a transição abrupta do ensino presencial para o remoto. Enquanto que em algumas escolas privadas já possuíam infraestrutura tecnológica para essa adaptação, as escolas públicas enfrentaram maiores dificuldades, precisando desenvolver rapidamente estratégias para garantir a continuidade do aprendizado. É importante destacar que o ensino remoto emergencial (ERE) é diferente da educação a distância (EAD), que possui características e planejamento pedagógicos específicos

Professores brasileiros, e não só brasileiros, tiveram que se adaptar à nova realidade do ensino remoto foi uma série de desafios e superações. Foi necessário repensar as metodologias de ensino, buscando estratégias que garantissem a interação dos estudantes em um ambiente remoto e virtual, com os docentes precisando dominar novas tecnologias e ferramentas digitais para ministrar suas

aulas, como por exemplo as aulas utilizando de softwares como Zoom e Google Meet, ou até mesmo de aplicativos para criação e organização de material didático, como o Canva ou Google Classroom.

De acordo com De Oliveira (2020), as plataformas oferecidas pelas secretarias de educação apresentavam limitações em termos de interatividade e dinamismo, exigindo dos professores a busca por novas soluções. Por outro lado, destaca a importância do planejamento e dos recursos adequados para o sucesso do ensino online. Apesar do ensino remoto emergencial ter sido implementado de forma emergencial, foi possível aprender com as experiências do ensino online e buscar estratégias para melhorar a qualidade do ensino a distância, mesmo em condições desafiadoras.

E vem à tona problemas relacionados a desigualdade social dos alunos, com a falta de um ambiente propício para estudar e a falta de material para se utilizar dos aplicativos; da falta de preparação de docentes, pois uma parcela não estava pronta de forma adequada para utilizar de tecnologias digitais para ministrarem suas aulas, requerendo deles o esforço a mais e a sobrecarga de trabalho, porque para além de terem que se aprofundar com os novos métodos, tiveram de realizar o acompanhamento dos alunos de uma forma diferente, além de terem que preparar material didático em multiplataformas para utilização em suas aulas.

Rondini (2020), aponta que o ERE foi uma solução emergencial para garantir a continuidade do ensino, mas a falta de preparação e recursos tecnológicos, principalmente nas escolas públicas, limitou a implementação de uma estrutura robusta como a da EAD.

De acordo com de Oliveira (2020), a implementação do ensino remoto exigiu dos professores uma reconfiguração completa de suas práticas pedagógicas. A dificuldade em replicar as atividades presenciais em um ambiente virtual, aliada à limitação das ferramentas digitais fornecidas, sobrecarregou os docentes e demandou um esforço adicional para garantir a qualidade do ensino.

Mas nem tudo desandou, alguns professores também conseguiram se sobressair em meio às diversidades, pois apresentaram criatividade e soluções inovadoras para garantir que o ensino fosse de qualidade. Tais fatos ocorreram com desenvolvimento de material em plataformas digitais dinâmicas, utilizando de vídeos, podcasts, comunidades virtuais, fóruns e até de jogos online, para compartilhamento de conhecimento e desenvolvimento do ensino.

Como Soares (2021) apontou, o ensino remoto ao exigir a adaptação das práticas pedagógicas tradicionais, proporcionou uma oportunidade para a implementação de metodologias ativas. Essas metodologias, que priorizam a participação ativa do aluno na construção do conhecimento, confrontam com os métodos expositivos, nos quais o aluno é um mero receptor de informações. A aprendizagem ativa exige que o aluno seja protagonista do seu próprio aprendizado, interagindo com o conteúdo. O papel do professor nesse processo é fundamental para mediar as discussões e estimular a construção do conhecimento. As Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) oferecem um grande potencial para a implementação de metodologias ativas no ensino remoto, permitindo a criação de atividades colaborativas e a personalização do aprendizado. No entanto, é importante que o professor tenha domínio dessas ferramentas e saiba como utilizá-las de forma eficaz.

Foi então que em julho de 2024, com o presidente Luiz Inácio Lula da Silva, o Brasil aprovou uma nova Lei, nº 14.945/2024, que reformula a Lei nº 13.415/2017 do Ensino Médio. A reforma da reforma aplicou reajustes curriculares, tendo como objetivo alcançar um ensino mais organizado e personalizado. Pode ser destacado a maior importância dos ensinamentos da formação geral básica, como Matemática, Linguagens, Ciências da Natureza e Ciências Exatas, havendo uma maior carga horária dedicada a elas durante todo o ensino, nas quais eram compostas por 1.800 horas e com a nova lei, passou a ser 2.400 horas, previstos na BNCC.

Há também uma flexibilidade na organização curricular, pois não é mais apenas a escola que decide o foco de ensino, mas o estudante terá opções para seguir seu itinerário formativo, sendo ele o responsável para determinar o aprofundamento das áreas que não são de matérias obrigatórias nas quais ele estudará. A lei de nº 14.945/2024 afirma que cada escola deve ofertar, pelo menos, dois itinerários formativos, com exceção das escolas que oferecem ensino técnico. No ensino regular, eles devem ser complementares à formação geral básica, em quatro áreas: linguagens, matemática, ciências da natureza e ciências humanas.

Ela busca a integração da educação profissional e técnico para o Ensino Médio, dando mais oportunidade aos alunos em ter opções na formação para o mercado de trabalho, pois sai de 1.800 horas de componentes curriculares para 2.100 horas, sendo que dessas, 300 horas podem ser relacionadas a conteúdos contidos na BNCC com segmento ligado a formação técnica.

Neste ano, 2024, o governo criou o programa Pé-de-Meia, na Lei nº 14.818/2024, sendo uma iniciativa inovadora do Governo Federal, pois busca incentivar a permanência dos alunos e além disso, da conclusão do ensino médio, por meio de transferência diretas de recursos financeiros aos estudantes. Tal programa é mais uma tentativa de combater a evasão e promover a inclusão social.

Ainda que seja desafiador ensinar física no Brasil, continua-se havendo ações de divulgação científica, como olimpíadas de Física, feiras de ciências e programas de popularização da ciência, para que desperte o interesse dos alunos pela disciplina e mostre sua relevância para a sociedade.

## **2.1 O ensino de Física no Brasil**

Em um âmbito histórico, o ensino de Física no país se inicia no século XVI, nas escolas do período colonial, era incipiente e restrito às elites, focando em conhecimentos básicos de mecânica e astronomia. Os jesuítas foram os principais responsáveis pela introdução da Física nas escolas, com ênfase na teologia e na filosofia natural.

No início da colonização, a imensidão do território brasileiro representou um grande desafio para os colonizadores, que logo implementaram o sistema de capitanias hereditárias para administrar essa vasta extensão, Rodrigues Júnior (2017) avalia que nesse sistema, os donatários recebiam vastas porções de terra para serem administradas na sua responsabilidade. Eles tinham o poder de escravizar e vender indígenas, fundar povoados e cobrar impostos sobre a produção e o comércio. Assim, se iniciou uma sociedade patriarcal e aristocrática, explorando a economia agrícola e sustentada por um sistema escravocrata que concedia aos donos de terras poder sem barreiras.

O final do século XIX marcou um período de grandes transformações na Física, culminando no surgimento que passou a ser chamado de Física Moderna. A profissionalização da área, nesse mesmo período, impulsionou a separação entre pesquisa e ensino, dando origem aos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Física.

O cenário atual do ensino de Física no Brasil nos liga alguns alertas que devemos nos preocupar. A percepção é de que os alunos estão cada vez menos engajados e com menor apreço pela disciplina, é preciso ter uma análise refletiva

mais crítica e buscar por soluções mais inovadoras para que surja com mais força a necessidade de ter a Física para um processo de formação dos alunos mais integral.

Autores como Ricardo e Freire (2007) nos alertam para falhas no modelo tradicional do ensino, com foco na memorização e pouco importando o significado do conteúdo, tal abordagem desestimula os alunos e também são agentes que causam o bloqueio do desenvolvimento do senso crítico e também da capacidade de utilizar os conceitos nas suas realidades.

Avalia Anjos (2008) que ainda hoje, é predominante a prática da abordagem tradicional, na qual o aluno, na condição de recipiente, serve de depósito para os saberes do professor. Sendo assim, os conhecimentos não são construídos; constituem-se em informações transmitidas pelo professor e decoradas pelo estudante.

Entende-se que há a necessidade de um ensino mais humanizado e transformador, Brasil (2006) traz a defesa da construção de um ensino humanizado, aquele que realmente prepara os alunos para desafios modernos, de uma sociedade contemporânea, onde esse modelo contemplará a formação cidadã, abordando também sobre os valores dos direitos humanos, igualdade, liberdade, sustentabilidade, combate ao preconceito e afins.

Tradicionalmente o ensino de Física se caracteriza pelo excesso de fórmulas e exercícios repetitivos, sem ao menos fazer com que os alunos compreendam seus significados, reforçando a informação de que o ensino tradicional traz uma abordagem maçante e não tão eficaz como poderia.

É de suma importância superar a fragmentação entre a Física e o cotidiano dos alunos, ela deve ser contextualizada, provando que é relevante para a vida, e essa situação certamente irá despertar mais o interesse dos alunos. Como explica Brasil (2000):

*Não se pode mais postergar a intervenção no Ensino Médio, de modo a garantir a superação de uma escola que, ao invés de se colocar como elemento central de desenvolvimento dos cidadãos, contribui para a sua exclusão. Uma escola que pretende formar por meio da imposição de modelos, de exercícios de memorização, da fragmentação do conhecimento, da ignorância dos instrumentos mais avançados de acesso ao conhecimento e da comunicação. Ao manter uma postura tradicional e distanciada das mudanças sociais, a escola como instituição pública acabará também por se marginalizar. (Brasil, 2000, p. 12).*

Também é verdade que o professor deve cumprir com um papel de ser um facilitador da aprendizagem, ele deve ser o comandante, no sentido de ser o guia, que levará os alunos na construção do conhecimento, assim, não tendo a postura ou o papel de ser o único detentor do saber, este fato é fundamental para estimular a participação ativa dos estudantes e, promovendo o que se busca neste trabalho, uma aprendizagem mais significativa.

### **3 BASE NACIONAL CURRICULAR COMUM (BNCC)**

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), instituída em 2017 pelo Ministério da Educação (MEC), pontua um momento histórico na educação brasileira. A partir de um processo democrático e participativo, ela se consolidou como um documento curricular nacional que define as aprendizagens essenciais para todos os alunos da Educação Infantil e do Ensino Fundamental.

A ideia de uma base curricular nacional para a educação do Brasil se iniciou em 1930, em que diversas iniciativas foram propostas, todas sem sucesso. Na Constituição Federal de 1988, artigo 210, § 1º, foi estabelecida a obrigatoriedade de uma base nacional comum, iniciando a caminhada para a concretização da ideia.

Em 2013, o MEC, gerido por Henrique Medeiros, deu início à elaboração da BNCC, através da Comissão Nacional de Base Curricular (CNBC). A comissão composta por especialistas de diversas áreas, teve como missão construir um documento curricular que atendesse às necessidades e desafios da educação brasileira no século XXI.

A sua construção teve a participação social em realização de consultas públicas online e presenciais em todo Brasil, cerca de 800 mil pessoas contribuíram com sugestões e ideias, garantindo a pluralidade e democratização do documento.

Em dezembro de 2017, a BNCC foi concluída e publicada no Diário Oficial da União, após longo processo de debates e aperfeiçoamento do projeto, a história foi marcada neste momento, pois foi definido pela primeira vez um conjunto de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo da escolaridade.

A implementação nas escolas brasileiras se iniciou em 2018 para a Educação Infantil e o 1º ano do Ensino Fundamental, com progressão gradual. A sua implementação é um processo contínuo e desafiador, que exige formação continuada dos professores, investimento em infraestrutura e adequação dos currículos escolares.

A BNCC se configura como um documento fundamental para a educação brasileira, estabelecendo as diretrizes curriculares nacionais para a Educação Infantil e o Ensino Fundamental, incluindo o ensino de Ciências. A BNCC define os conhecimentos, habilidades e valores que os alunos devem desenvolver ao longo

de sua escolaridade, garantindo uma formação integral e de qualidade para todos os estudantes.

No que se refere ao ensino de Ciências, a BNCC assume o papel crucial na modernização e na qualificação do currículo promovendo uma abordagem contextualizada, conectando os conteúdos à realidade cotidiana dos alunos e promovendo a uma aprendizagem significativa.

Ela enfatiza o desenvolvimento de competências científicas nos alunos, como a curiosidade, a investigação, a argumentação, resolução de problemas e a comunicação.

A BNCC busca formar cidadãos críticos e conscientes, capazes de compreender e verificar fenômenos naturais e sociais com base em conhecimentos científicos. Ela reconhece e valoriza a diversidade cultural, social e regional do Brasil, promovendo uma educação inclusiva e respeitosa com os diferentes povos.

Pode ser utilizada para analisar os resultados das pesquisas e propor soluções para os problemas identificados, sua utilização como referencial teórico garante que esteja em consonância com as diretrizes curriculares nacionais.

A BNCC não se utiliza do termo interdisciplinaridade explicitamente, porém, usa-se o conceito de integração curricular, em que propõe a superação da fragmentação do conhecimento disciplinar, promovendo uma aprendizagem mais holística e conectada com a realidade. Ela critica a visão estanque das disciplinas, defendendo a construção de conhecimentos através do diálogo e da articulação de diferentes áreas, conforme a tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Áreas do conhecimento e componentes da BNCC.

Áreas do conhecimento	Componentes
Linguagens	Língua portuguesa, Arte, Educação Física e Língua Inglesa
Matemática	Matemática
Ciências da Natureza	Ciências
Ciências Humanas	Geografia e História
Ensino Religioso	Ensino Religioso.

Fonte: Brasil (2017, p. 27). Adaptado.

Sendo norteado pela BNCC, a tecnologia será utilizada de maneira integrativa para o ensino de Física nas aulas que utilizarão desta proposta, de modo que a tecnologia é um dos pilares nela, pois o domínio da linguagem e o uso de recursos tecnológicos serão realizados pelos alunos, previstos nas competências 4 e 5 de Brasil (2017):

**Competência 4:** *Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística matemática e científica para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo. (Brasil, 2017, p. 9).*

**Competência 5:** *Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (Brasil, 2017, p. 9).*

Usar tecnologia em forma de ensino é importante e deve ser trabalhado na Educação, seja no ensino fundamental ou médio, porém, a indicação da BNCC é que o seu uso deve ser iniciado desde a Educação Infantil, para que não se tenha resistência e sim, adaptações ao recurso.

## **4 FUDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Este trabalho se destina a tentar criar alternativas para os professores utilizarem em suas aulas com o intuito de fazer os alunos terem um maior apreço pela disciplina de Física, abordando sobre a óptica geométrica, na expectativa que a mesma seja aprendida com mais eficiência.

Todavia, precisamos nos orientar sobre o conteúdo e seus conceitos físicos, sendo então apresentados os conteúdos acerca das leis da reflexão em espelhos planos, côncavos e convexos. Abordaremos sobre as leis que regem o comportamento da luz ao incidir nos espelhos, compreendendo os conceitos de ângulo de incidência, ângulo de reflexão e imagem virtual. Também iremos investigar sobre como se dá o processo de formação de imagens virtuais no ato da ação da reflexão da luz em cada tipo de espelho.

Com isso, iniciaremos com os conceitos que são relevantes da Física, dos quais norteiam este trabalho, em que serão apresentados nas seções posteriores a abordagem conceitual da óptica geométrica que embasam o Produto Educacional.

### **4.1 Reflexão da luz**

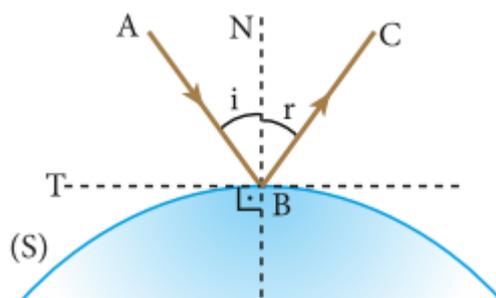
É necessário entender que a reflexão é um fenômeno fascinante que ocorre quando a luz incide em uma superfície e retorna ao meio de onde veio. Trazendo à tona o que já se foi estudado em mecânica, mais precisamente em colisões, podemos imaginar a seguinte situação: ao lançar uma bola em uma parede, a bola ricocheteia após a colisão e volta para você, certo? A reflexão da luz funciona da mesma maneira, porém, com a luz.

Para entendermos melhor esse processo, precisamos analisar alguns pontos importantes que acontecem com a luz incidente.

Ao incidir em uma superfície, a luz pode ser absorvida, transmitida ou refletida. A absorção ocorre quando a luz é "capturada" ou absorvida pela superfície e então se transforma em outro tipo de energia, como calor. Já a transmissão acontece quando a luz atravessa a superfície, indo de um meio para outro, como ao passar por um vidro transparente ou ao passar pela água. E a reflexão, como já vimos, é quando a luz volta para o meio de onde veio.

Também é necessário expressarmos os componentes que estão envolvidos no sistema. Veja a figura 2 a seguir:

Figura 2 – Componentes da reflexão da luz.



Fonte: Física (2016, p. 195).

Vemos aqui que **AB** é segmento de reto que representa o raio de luz incidente, onde forma o segmento de reta **AB**. Também se destaca o segmento de reta **BC**, em que este é o raio de luz refletido. Aqui observamos que B é o ponto onde acontece o fenômeno da reflexão. **S** será a superfície refletora, **N** é a reta normal à superfície **S**, ou seja, a reta normal não está diretamente relacionada ao raio de luz incidente, mas sim à superfície. A linha tracejada **T** é a reta tangente, também à superfície **S**. E para finalizar a análise, teremos os ângulos formados entre o raio incidente e a reta normal, denominada como **i**, e **r** o ângulo composto entre o raio refletido e a reta normal.

Vale ressaltar que estudaremos o fenômeno sobre a reflexão quando a mesma acontece superfícies lisas e polidas, como um espelho, pois nesses casos, a luz incide em um ângulo específico e retorna no mesmo ângulo, formando uma imagem nítida e invertida do objeto que a ilumina. A superfície servirá como um espelho para a luz, assim, reproduzindo a imagem com perfeição. Existem casos onde a reflexão acontece em superfícies irregulares, como uma parede pintada, o asfalto na estrada, afins, e nesses casos, a diferença se dará porque as superfícies irregulares não obedecem às leis da reflexão, o ângulo do raio incidente é diferente do ângulo do raio refletido. A luz se espalha em diferentes direções, sem um caminho definido. É por isso que vemos a parede como um todo iluminado, e não com a imagem nítida do objeto que a ilumina, e estes casos não interessarão em nossos estudos.

## 4.2 Leis da reflexão da luz

Duas leis regem a reflexão da luz em superfícies regulares:

**1ª Lei:** O raio de luz incidente, a reta normal à superfície e o raio refletido estão no mesmo plano, sendo assim coplanares.

**2ª Lei:** O ângulo de reflexão é igual ao ângulo de incidência.

Dito as duas leis, podemos analisar sobre a independência das reflexões, pois se a luz incidir em uma superfície composta por diversas partes lisas e polidas, cada parte refletirá a luz de forma independente, e todas elas seguirão as duas leis anteriores.

### 4.3 Espelhos planos

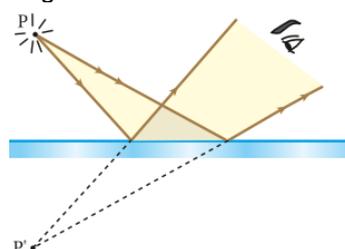
Vamos imaginar uma superfície lisa, polida e brilhante (refletora), ou seja, como a de um espelho comum. Essa superfície é o que chamamos de espelho plano. Sua principal característica é a ausência de curvatura ou imperfeições, o que significa que ele reflete a luz de maneira uniforme e previsível.

Quando um raio de luz incide sobre a superfície do espelho plano, ele pode mudar de direção e seguir um novo caminho, como se estivesse sendo ricocheteado, onde esse fenômeno é caracterizado pela reflexão da luz.

São fundamentos elementares dos espelhos planos o ângulo de incidência, no qual é o ângulo entre o raio de luz incidente e a reta normal à superfície do espelho, aquela na qual traçamos uma linha perpendicular à superfície. Também o ângulo de reflexão, dado pelo ângulo entre o raio de luz refletido e a normal à superfície do espelho.

Com isto, precisamos agora aplicar conceitos nos quais a geometria nos respaldará, sendo assim, realizando a formação visual gráfica da projeção das imagens em espelhos planos, à saber na figura 3:

Figura 3 – Construção gráfica da reflexão da luz em espelhos planos.



Fonte: Física (2016, p. 198).

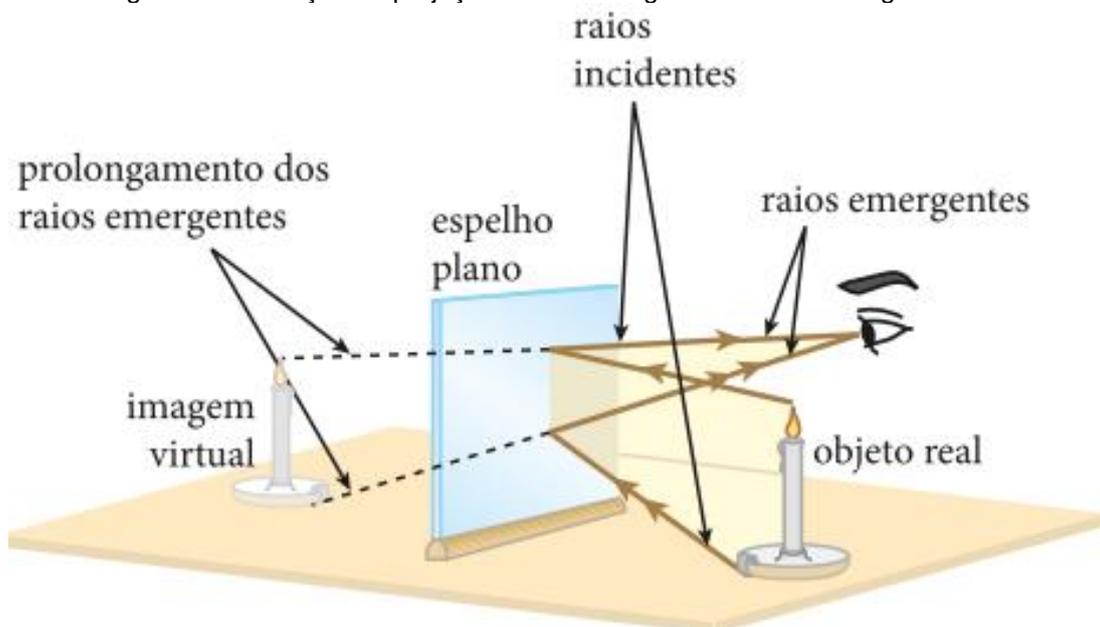
Vamos analisar a figura 3, apontaremos o ponto **P** como sendo o ponto ou um objeto que incidirá raios luminosos, fez-se 2 projeções dos raios que irão de encontro a superfície do espelho plano (em azul), então serão refletidos aos olhos do observador, ainda mais, realizando suas projeções ao tocarem no espelho, os raios interseccionarão em um novo ponto, **P'**.

**P'** é a imagem do ponto **P** que é formada “dentro ou atrás” do espelho, e a partir daqui, definiremos o que são as imagens, com isso, **P** é a **imagem real** e **P'** a **imagem virtual**.

Então, quando há a reflexão da luz em espelhos planos, a imagem real e a sua imagem formada serão oriundas de naturezas diferentes, pois, necessariamente, uma imagem é real e a outra é virtual.

Isso nos confirma que a luz sempre volta pelo mesmo caminho que veio, mas no lado oposto do espelho. Observem se colocarmos um objeto na frente de um espelho plano, poderemos ver sua imagem refletida como se estivesse atrás do espelho, na mesma distância do objeto em relação ao espelho, como mostra a figura 4 a seguir.

Figura 4 – Ilustração da projeção de uma imagem real e uma imagem virtual.



Fonte: Física (2016, p. 198).

E mais, podemos afirmar que as imagens formadas em espelhos planos são sempre virtuais. Isso significa que elas não são formadas por raios de luz que

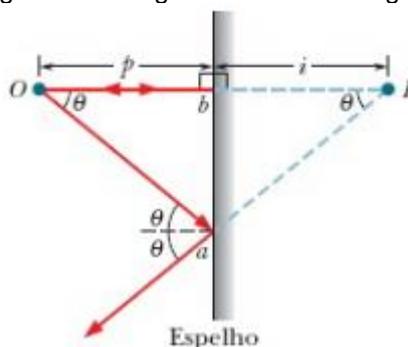
realmente se cruzam, mas sim pela extensão dos raios refletidos. É como se a imagem estivesse escondida dentro do espelho.

#### 4.4 Propriedades dos Espelhos Planos: Simetria

Vamos imaginar que estamos em frente a um espelho plano. Então, você vai levantar sua mão esquerda olhar para o espelho, qual imagem verá dentro do espelho? A resposta é: você com sua mão direita levantada. Essa situação é uma inversão lateral, conhecida como lateralidade ou enantiomorfa, e a simetria vai além da lateralidade. Observe seu rosto no espelho: seus olhos, nariz e boca estão posicionados da mesma forma em relação ao centro do rosto, tanto no objeto real quanto no reflexo. Essa simetria em relação a um ponto, chamada de simetria central, é outra característica fundamental dos espelhos planos.

Para isto, vamos analisar a imagem na figura 5 a seguir e aplicar conceitos de geometria para comprovação da simetria nos espelhos planos.

Figura 5 – Congruência entre triângulos.



Fonte: Fundamentos da Física (2016, p. 109).

Na geometria, a congruência de triângulos é um conceito fundamental que estabelece a equivalência entre dois triângulos quando seus lados e ângulos correspondentes possuem as mesmas dimensões ou mesmo tamanho. Analisando a congruência de triângulos na imagem e objeto da figura, vamos iniciar nossa busca visualizando o ponto **O** como sendo o ponto luminoso, checamos 2 raios de luz específicos, situados em **Ob** e **Oa**. Primeiro verificamos que **Ob** será refletido sobre ele mesmo, pois está normal ao espelho, enquanto **Oa** está direcionado de forma diagonal ao espelho, neste cenário, o ponto **I** é a imagem obtida por **O** dado a partir do prolongamento dos raios de reflexão.

Com isso, é possível identificamos 2 triângulos, eles são formados por **Oba** e **Iba**, sabemos que o segmento **ab** é um lado comum à ambos, também verificamos que os ângulos formados no ponto **a**, são iguais pela 2ª lei da reflexão, e ele é dado por  $\theta$ , e também, o ângulo interno de **bÔa** também é dado por  $\theta$ , assim, conseguimos ver que o ângulo **bÔa** também será  $\theta$ , então, **bÔa**  $\equiv$  **bÔa** (lê-se que o ângulo **bÔa** é congruente ao ângulo **bÔa**), logo, **abO**  $\equiv$  **abi** =  $90^\circ$ .

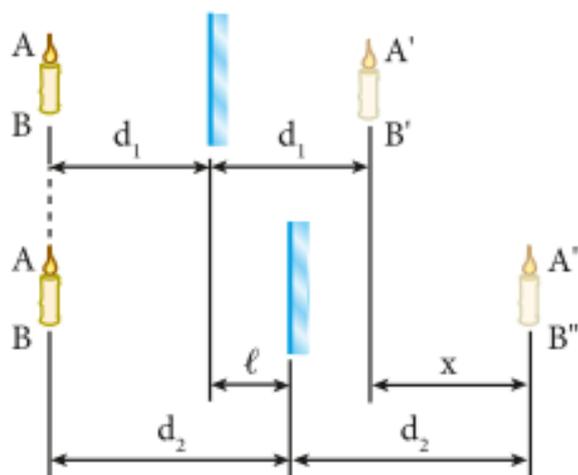
A congruência entre os triângulos está comprovada, pois os dois triângulos que possuem um lado igual, um ângulo adjacente igual e um ângulo oposto a este lado igual, são triângulo congruentes, então, por simetria, **Ob** = **Ib**.

E como já anunciamos, é uma propriedade fundamental que em espelhos planos a imagem será simétrica ao objeto tendo como referencial o espelho.

#### 4.5 Propriedades da translação dos espelhos planos

Agora vamos verificar o que acontece quando movimentamos um espelho em relação ao objeto e identificar o que acontece com a imagem, faremos isso ao analisar a figura 6, à saber:

Figura 6 – Relação das distâncias na translação do espelho.



Fonte: Física (2016, p. 202).

Observe que o objeto é uma vela, dada por **AB**, com isso, sua imagem também será de uma vela, dada por **A'B'**, então, o espelho será movido horizontalmente, de forma paralela com ele mesmo, para a direita, como podemos observar.

A distância que ele foi movido, é dada por **L**, e isso fez com que a imagem também fosse movimentada, porém, a uma distância **x**.

Vamos fazer a relação entre **L** e **x** a partir das distâncias **d1** e **d2**, que são **d1** a distância da vela para o espelho no primeiro momento e após a translação, **d2** será a nova distância.

$$x = d2 + d2 - d1 + d1, \quad (4.5.1)$$

$$x = 2d2 - 2d1. \quad (4.5.2)$$

E

$$L = d2 - d1. \quad (4.5.3)$$

Conclui-se que:

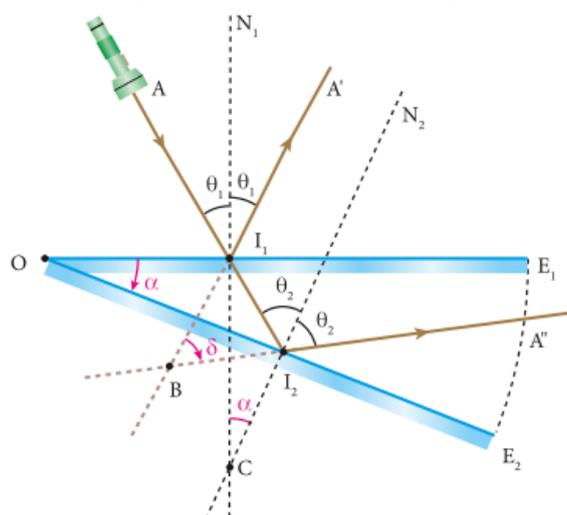
$$x = 2L \text{ ou } L = \frac{x}{2}. \quad (4.5.4)$$

Ou seja, se o espelho for movido paralelamente a ele próprio, a imagem formada nele do objeto também se moverá, porém, com duas vezes a sua distância quando se medida com relação ao espelho.

#### 4.6 Propriedades da rotação dos espelhos planos

Agora vamos entender o que acontece quando o espelho é rotacionado a partir um eixo determinado, conforme a figura 7:

Figura 7 – Relação das distâncias na rotação do espelho.



Fonte: Física (2016, p. 203).

A lanterna será o nosso objeto luminoso, e analisaremos o raio de luz incidente dado por **A**, ela incide no espelho sobre o ponto **I1**, e sua reflexão emitirá

o raio formado por  $\mathbf{A}'$ , e o espelho inicialmente está parado e localizado no ponto  $\mathbf{E}_1$ .

Agora vamos fazer uma rotação no espelho em  $\alpha$  graus sobre eixo de rotação dado pelo ponto  $\mathbf{O}$ , tendo assim uma nova posição no plano, sendo vista por  $\mathbf{E}_2$ . Nessa nova situação, o mesmo raio de luz  $\mathbf{A}$ , atingirá um novo ponto no espelho, sendo ele dado por  $\mathbf{I}_2$ , e assim um novo raio refletido, dado por  $\mathbf{A}''$ .

$\mathbf{A}'$  e  $\mathbf{A}''$  formarão um ângulo  $\widehat{\mathbf{A}'\mathbf{B}\mathbf{A}''} = \delta$ , situado sobre o ponto  $\mathbf{B}$ , podemos ver que na reflexão de  $\mathbf{A}$  para  $\mathbf{A}'$  foram formados dois ângulos ao tracejar a normal, sendo eles  $\theta_1$ , observe que, por simetria,  $\widehat{\mathbf{B}\mathbf{I}_1\mathbf{I}_2} = 2\theta_1$ .

Para prosseguir, deveremos novamente recorrer às regras da geometria, desta vez, utilizaremos o teorema do ângulo externo, e ele afirma que o ângulo externo de um triângulo é igual à soma dos dois ângulos internos não adjacentes a ele.

No nosso caso, estamos falando do triângulo formado por  $\mathbf{I}_1\mathbf{I}_2\mathbf{B}$ , dito isto:

$$2\theta_1 + \delta = 2\theta_2. \quad (4.6.1)$$

E agora olhando para o outro triângulo  $\mathbf{C}\mathbf{I}_1\mathbf{I}_2$ , conseguimos enxergar que o ângulo interno de  $\mathbf{I}_1$  é dado por  $\theta_1$ , então:

$$\theta_1 + \alpha = \theta_2. \quad (4.6.2)$$

Vamos relacionar as duas equações anteriores obtidas, afim de achar uma relação entre  $\theta$  e  $\delta$ , e isso é para demonstrar o que acontece com o raio de luz ao rotacionarmos o espelho. Para isso, substituirei  $\theta_2$  da segunda equação na primeira.

$$2\theta_1 + \delta = 2\theta_1 + 2\alpha, \quad (4.6.3)$$

$$\delta = 2\theta_1 + 2\alpha - 2\theta_1, \quad (4.6.4)$$

$$\delta = 2(\theta_1 + \alpha - \theta_1), \quad (4.6.5)$$

$$\delta = 2\alpha. \quad (4.6.6)$$

Essa igualdade nos mostra que quando houver uma rotação no espelho em  $\alpha$  graus sobre eixo de rotação que é normal ao plano de incidência, o raio de luz refletido pelo espelho sofrerá um ângulo de rotação que será duas vezes o ângulo rotacionado pelo espelho, ou seja,  $2\alpha$ . Vale ressaltar que estamos falando apenas da rotação no espelho, o objeto luminoso deve permanecer imóvel.

#### 4.7 Associação de espelhos planos

Neste tópico, abordaremos sobre a formação das imagens ao utilizar mais de um espelho plano e apresentar a expressão que apresenta a quantidade de imagens que serão formadas a partir da angulação dos espelhos em relação ao outro.

Iniciaremos este assunto ao verificar a situação em que constará dois espelhos e um objeto, conforme demonstra a figura 8.

Figura 8 – Associação de dois espelhos planos com formação de imagens de um objeto.

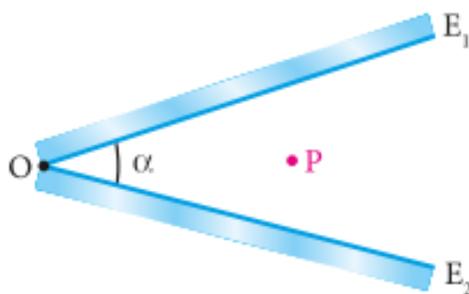


Fonte: Física (2016, p. 204).

É possível checar que na imagem há dois espelhos um objeto, onde estes espelhos estão de frente um para o outro com o objeto entre eles, podemos notar que existe na abertura na qual os espelhos estão separados, um ângulo se considerarmos a interseção deles dois, também é crucial notarmos que a reflexão criou algumas imagens virtuais dentro dos espelhos. Então, vemos que quando um objeto é colocado entre os espelhos planos, os raios de luz que são emitidos pelo objeto incidem em um dos espelhos, então eles sofrem reflexão e incidirão sobre o segundo espelho, e assim, serão refletidos novamente. Essas reflexões criam um caminho complexo para os raios de luz, resultando em múltiplas imagens do objeto. Porém, vamos explicar que é possível prever a quantidade de imagens que serão criadas e tais fatos são fundamentais para que possamos definir o fenômeno.

Vamos admitir que o espelho da direita é denominado como  $E_1$  e o espelho da Esquerda,  $E_2$ , o ponto de encontro dos dois espelhos é dado por  $O$ , e o ângulo de abertura entre eles dois será dado por  $\alpha$ , por fim, denominamos o objeto como  $P$ , e podemos tal ilustração visualizando sobre uma perspectiva olhando de cima, como ilustra a figura 9:

Imagem 9 – Representação de dois espelhos planos com formação de imagens de um objeto visto de cima.



Fonte: Física (2016, p. 204).

A partir das informações, vamos considerar um raio de luz que parte do objeto **P** e chega até os espelhos, tal situação fará com que aconteçam reflexões dentro dos dois espelhos, criando imagens virtuais que serão visualizadas da circunferência partindo **O** até **OP**.

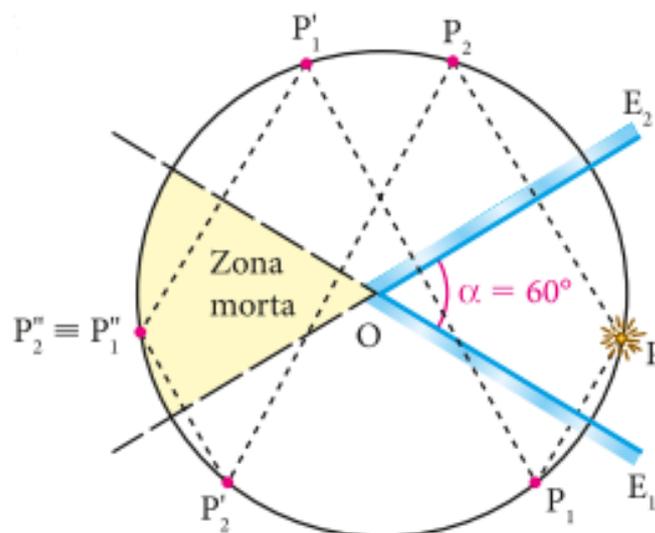
Para a associação, é possível determinar a quantidade de imagens que serão criadas a partir da expressão:

$$N = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1, \quad (4.7.1)$$

Onde **N** é o número de imagens formadas pelos espelhos e **α** o ângulo de formação entre os espelhos.

Da expressão, podemos considerar duas condições, a primeira é que se o resultado da divisão dos ângulos for par, o objeto pode ser colocado em qualquer local no espaço entre os espelhos. Se a divisão for um número ímpar, para que a imagem seja completa, só haverá a formação da imagem se o objeto estiver ao longo do alinhamento dado pelo plano bissetor gerado pela interseção dos espelhos. O esquema de formação de imagens nesse caso está representado na figura 10 a seguir:

Figura 10 – Esquema no processo de formação de imagens pela associação de dois espelhos planos.



Fonte: Física (2016, p. 208).

No esquema mostrado acima, trazemos a observação para as imagens formadas na associação dos espelhos dado por um ângulo de  $60^\circ$  de abertura, vemos que existe uma área chamada de zona morta, ela é a região entre os espelhos planos onde nenhuma imagem é formada. Observe que a largura da zona morta é igual ao ângulo  $\alpha$ , a simetria nos garante isto.

Ainda na figura 10 têm-se uma imagem formada em **P1** é refletida uma vez e é vista no espelho **E1**, e ela é inversa objeto, **P**, após a reflexão de **E1** ela irá criar uma nova imagem, vista no espelho **E2**, desta vez, o raio de luz, após passar pela segunda reflexão, voltará ao seu formato normal e será vista igualmente como é visto o objeto **P**. Em diante, vemos o processo se repetir diversas vezes, criando imagens idênticas a **P** e enantiomorfas a ele.

Com isso, definiremos que as imagens geradas por reflexões ímpares serão enantiomorfas ou inversas ao objeto e pares, serão idênticas a ele, e que as imagens formadas na zona morta, dadas por **P2''** e **P1''**, não produzirão mais imagens.

Se tivermos um caso em que dois espelhos são postos um defronte ao outro, acontecerá que a luz emitida pelo objeto incidirá no primeiro espelho e sofre reflexão no mesmo ângulo de incidência, preservando sua forma e tamanho. Isso acontecerá diversas vezes, a luz refletida pelo primeiro espelho incide no segundo

e sofre nova reflexão. Esse processo de várias reflexões entre os espelhos se repete, criando indefinidas imagens do objeto.

À medida que acontece a reflexão, a luz sofre uma perda de intensidade luminosa, deixando as imagens com menos nitidez e visíveis, se tornando mais escuras à medida que se distanciam do objeto. As imagens formadas são reais e invertidas e com espaçamento regular entre elas, determinado pela distância entre os espelhos.

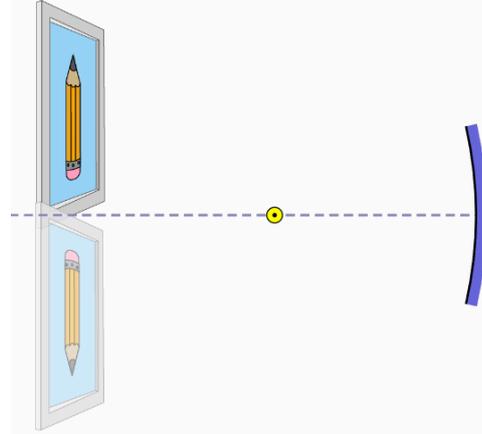
A quantidade de imagens que o observador verá ao se posicionar em frente aos espelhos dependerá da distância dos espelhos. Se eles tiverem uma abertura completa, serão infinitas imagens, se tiverem abertura mais limitada, verá apenas um número finito de imagens.

#### **4.8 Espelhos esféricos**

Os espelhos esféricos são elementos ópticos presentes em diversas aplicações do nosso cotidiano, como aplicações em espelhos de maquiagem e também em telescópios ou instrumentos de precisão, por exemplo. Eles são superfícies refletoras que possuem a forma de uma calota esférica, ou uma forma curvada.

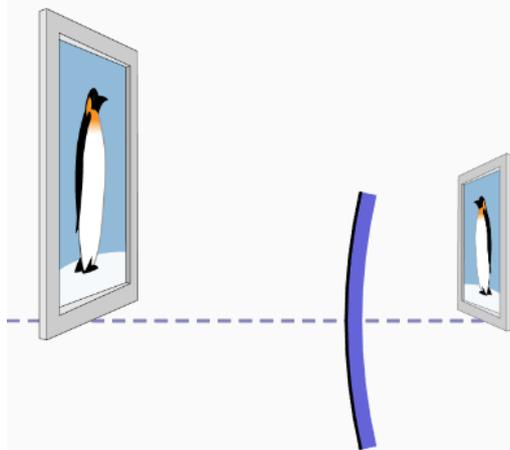
Eles podem ser côncavos, em que a sua curvatura é voltada para dentro, ou convexos, tendo sua curvatura voltada para fora. A principal característica desses espelhos é a capacidade de formar imagens de objetos, que podem ser reais ou virtuais, ampliadas ou reduzidas e invertidas ou direitas, e a formação da imagem vai depender da posição do objeto em relação ao espelho. Veja a seguir a representação do côncavo na figura 11 e do convexo na figura 12.

Figura 11 – Representação de espelho côncavo.



Fonte: [https://phet.colorado.edu/sims/html/geometric-optics/latest/geometric-optics\\_all.html?locale=pt\\_BR](https://phet.colorado.edu/sims/html/geometric-optics/latest/geometric-optics_all.html?locale=pt_BR). Acesso em 26 set. 2024.

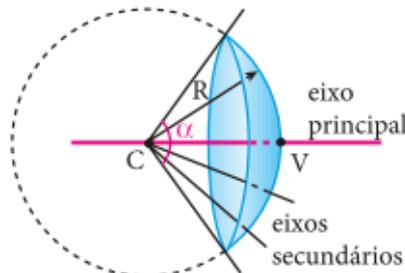
Figura 12 – Representação de espelhos convexo.



Fonte: [https://phet.colorado.edu/sims/html/geometric-optics/latest/geometric-optics\\_all.html?locale=pt\\_BR](https://phet.colorado.edu/sims/html/geometric-optics/latest/geometric-optics_all.html?locale=pt_BR). Acesso em 26 set. 2024.

Analisar os elementos que estão envolvidos no fenômeno da reflexão nos espelhos esféricos é necessário para assimilarmos como se dará a formação da imagem em cada espelho, analisemos então a imagem a seguir na figura 13 para ilustra-los:

Figura 13 – Elementos dos espelhos esféricos.



Fonte: Física (2016, p. 209).

Ao longo do centro da esfera, determinamos o ponto **C**, e o chamamos de centro de curvatura.

**R** como habitualmente utilizamos na física, é o Raio da esfera, sendo denominado como raio de curvatura.

O ponto **V**, é o vértice, ele é o ponto central da superfície refletora.

Destacado em rosa é o **Eixo principal**, que é a linha reta que passa pelo centro de curvatura e pelo vértice.

Os **eixos secundários** são todas as demais retas que partem de **C**.

E por fim,  $\alpha$  é o ângulo formado entre o vértice os lados extremos que dos eixos secundários que saem de **C**, chamado de raio de curvatura.

#### 4.9 Os focos nos espelhos esféricos.

Friederich Gauss foi um físico alemão que fez algumas observações sobre o comportamento em que raios luminosos inclinados tinham ao interagir com espelhos esféricos. Ele observou que dependendo da posição do objeto em relação ao espelho esférico, a imagem formada poderia ser real, quando os raios de luz convergem para um ponto após a reflexão, ou virtual, quando os prolongamentos dos raios de luz parecem convergir para um ponto atrás do espelho.

Ele observou que os espelhos esféricos podiam formar imagens maiores ou menores que o objeto, dependendo da sua distância focal e da posição do objeto, e mais, pontuou também que as imagens formadas em sua grande maioria eram invertidas.

Foi a partir de então que conseguiu estabelecer relações matemáticas entre as grandezas situadas no caso dos espelhos esféricos, onde estas relações nos permitem prever a posição e o tamanho da imagem, e para isso, precisamos conhecer a distância focal do espelho e a ponto focal.

Sobre o **ponto focal**, pode-se considerar que é o ponto onde os raios de luz paralelos ao eixo principal convergem após passarem pelo espelho ou pela lente, é o ponto de encontro onde todos os raios luminosos atingem, é nele que será formada a imagem com nitidez.

No que se refere a **distância focal**, é uma propriedade que define a capacidade desses elementos ópticos de convergir ou divergir os feixes de luz, ou

seja, é a distância entre o centro óptico do espelho e o ponto onde os raios de luz paralelos ao eixo principal convergem em espelhos côncavos ou divergem nos espelhos convexos.

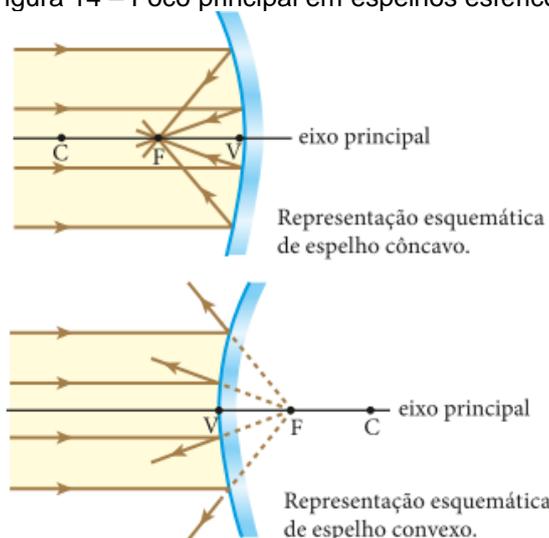
A equação de Gauss para espelhos esféricos é de extrema importância para prevermos e calcularmos as características das imagens que serão formadas após o fenômeno óptico. Portanto, apresenta-se a equação de Gauss para os espelhos esféricos da seguinte forma:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{P} + \frac{1}{P'}. \quad (4.9.1)$$

Aqui, temos que **F** é a distância focal do espelho, **P** a distância do objeto em relação ao espelho e **P'** a distância da imagem em relação ao espelho.

Algumas regras devem ser obedecidas para utilização da equação, vale salientar que as distâncias medidas no mesmo sentido da incidência de luz devem ser positivas, e no sentido inverso, negativas; A distância focal para espelhos côncavos deve ser positiva e para espelhos convexos, deve ser negativa.

Figura 14 – Foco principal em espelhos esféricos.



Fonte: Física (2016, p. 211).

Vamos analisar a figura 14, temos as duas representações dos espelhos esféricos, **F** é dito o **foco principal** nestas representações de espelhos esféricos, neles os raios de luz incidem de forma paralelos entre si e também sobre o eixo principal, tanto para o côncavo como para o convexo.

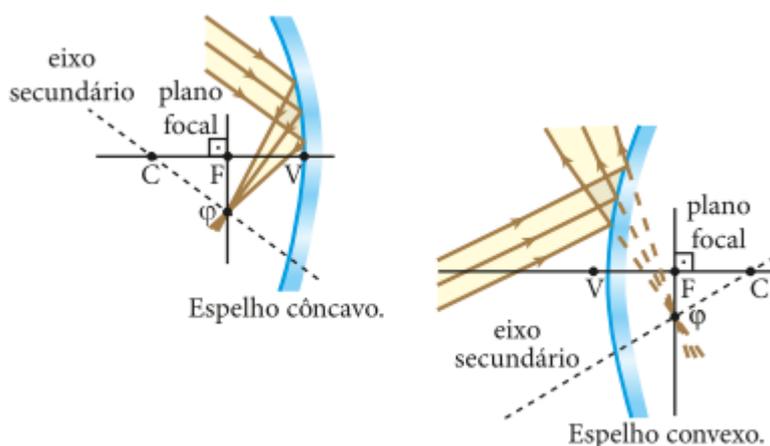
O eixo principal é uma linha reta que passa pelo centro de curvatura do espelho e pelo seu ponto central. Um eixo secundário é qualquer outra linha reta

que se origina do centro de curvatura e intersecta o espelho em um ponto diferente do eixo principal.

Quando raios de luz paralelos incidem sobre um espelho ao longo de um eixo secundário, os raios refletidos convergem ou divergem em um ponto localizado nesse mesmo eixo secundário. Esse ponto é chamado de **foco secundário ( $\phi$ )**, que pode ser observado na figura 15.

Ainda é possível afirmar que o foco principal e os focos secundários de um espelho esférico estão contidos no mesmo plano, e ele chamaremos de **plano focal**, conforme está ilustrado na figura 15.

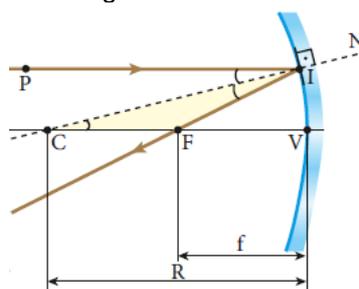
Figura 15 – Elementos dos espelhos esféricos: foco, foco secundário e plano focal.



Fonte: Física (2016, p. 211).

A principal diferença entre os espelhos côncavos e convexos está na natureza de seus focos. Nos espelhos côncavos, os raios de luz convergem em um ponto real, localizado à frente do espelho. Já nos espelhos convexos, os raios de luz divergem, e é o prolongamento imaginário desses raios que se encontra em um ponto virtual, localizado atrás do espelho.

Figura 16 – Ângulos internos e lei da reflexão.



Fonte: Física (2016, p. 213).

Um dos comportamentos característicos dos espelhos côncavos é a convergência dos raios de luz paralelos ao eixo principal. Conforme ilustra a figura 16, um raio luminoso que incide paralelamente ao eixo principal de um espelho côncavo é refletido de forma a passar pelo **foco principal (F)**.

Vamos analisar geometricamente a figura 16, já aprendemos que pela 2ª lei da reflexão,  $\widehat{CIP} \cong \widehat{FIC}$ , e a **lei dos ângulos alternos internos** afirma que quando duas retas paralelas são cortadas por uma linha transversal, os ângulos alternos internos são congruentes, portanto,  $\widehat{CIP} \cong \widehat{ICF}$ .

Após análise acima, podemos garantir que  $\widehat{FIC} \cong \widehat{ICF}$ , ou seja, o triângulo formado por **FIC** é isósceles, afirmando que  $CF = FI$ . Nota: o triângulo isósceles é polígono de três lados onde dois de seus lados possuem a mesma medida.

Um **raio paraxial** é um raio luminoso que forma um ângulo muito pequeno com o eixo óptico de um sistema óptico. Observemos que **FV** é um raio paraxial no sistema da figura 16, então analisamos que  $FI \cong FV$ , com isso,  $CF \cong FV$ .

Toda essa demonstração foi feita para afirmarmos que:

$$f \cong \frac{R}{2}. \quad (4.9.2)$$

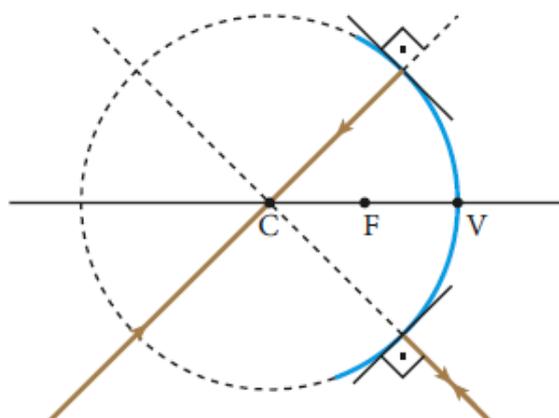
Ou seja, nos espelhos esféricos gaussianos sob a aproximação de ângulos pequenos, o foco principal de um espelho esférico encontra-se aproximadamente equidistante do centro de curvatura e do vértice do espelho.

#### 4.10 Os três raios luminosos particulares nos espelhos esféricos

São raios de luz que incidem em pontos específicos dos espelhos esféricos e se projetam em trajetórias definidas após a reflexão. Com eles conseguiremos montar diagramas de raios que determinam a posição, tamanho e tipo de imagem formada.

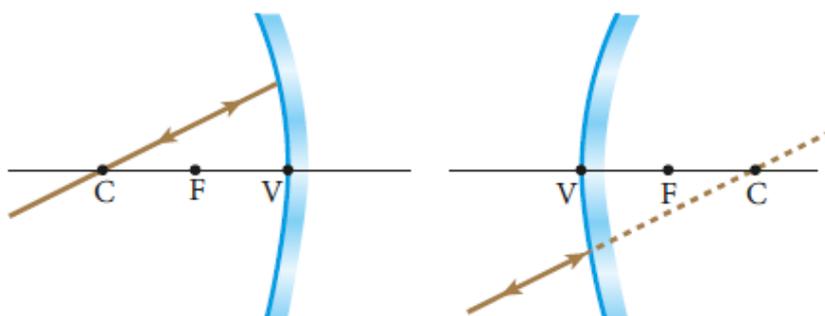
Dentro os raios particulares mais comuns está o raio que incide passando pelo centro de curvatura, ele incide perpendicularmente à superfície do espelho e retorna sobre si mesmo, pois coincide com a normal à superfície no ponto de incidência, veja a figura 17 e 18, à saber.

Figura 17 – Raio particular que incide passando pelo raio de curvatura.



Fonte: Física (2016, p. 213).

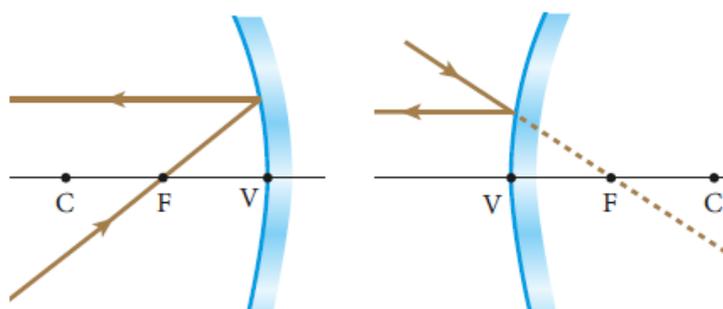
Figura 18 – Representação de espelho esférico do primeiro raio particular.



Fonte: Física (2016, p. 214).

O segundo tipo de raio particular podemos citar o raio que incide passando paralelamente ao eixo principal, que após a reflexão o raio passa pelo foco principal do espelho. Podemos pontuar que todos os raios luminosos que incidem se alinhando ao foco principal, se refletem paralelamente ao eixo principal, em espelhos esféricos gaussianos. Veja a figura 19.

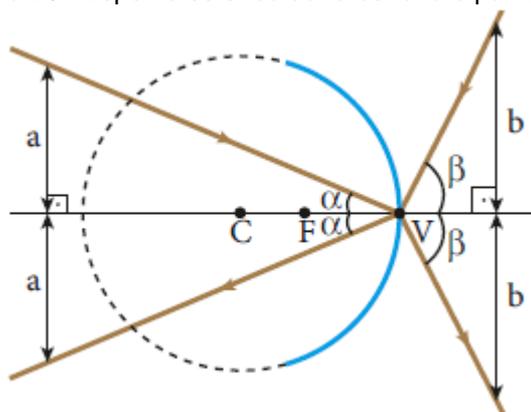
Figura 19 – Representação de espelho esférico gaussiano do segundo raio particular.



Fonte: Física (2016, p. 214).

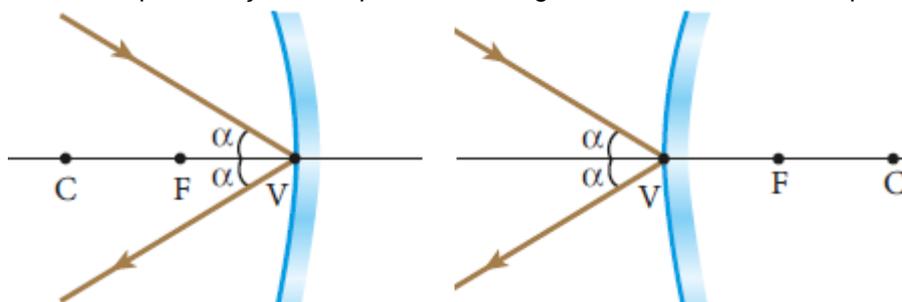
E podemos também considerar um terceiro caso de raio particular, sendo o raio que incide no vértice se reflete seguindo uma direção simétrica em relação ao eixo principal, de forma simétrica, por consequência da 2ª Lei da Reflexão. Ao analisar as figuras 20 e 21, pode-se concluir que a propriedade se reflete simetricamente em relação ao eixo principal, não sendo necessário ser apenas em espelho gaussiano.

Figura 20 –Espelho esférico do terceiro raio particular.



Fonte: Física (2016, p. 213).

Figura 21 – Representação de espelho esférico gaussiano do terceiro raio particular.



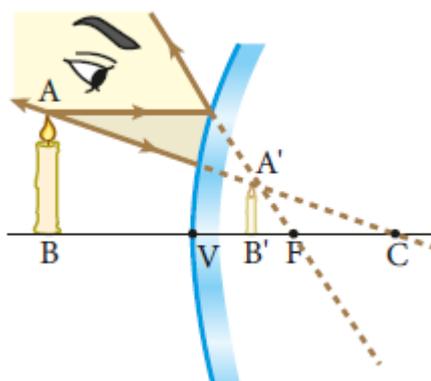
Fonte: Física (2016, p. 213).

#### 4.11 Procedimentos para construção gráfica da projeção das imagens em espelhos esféricos.

A determinação da imagem conjugada de um ponto em sistemas ópticos depende da intersecção de pelo menos dois raios luminosos incidentes. Para os espelhos esféricos, os raios particulares permitem a construção eficiente desses diagramas.

A figura 22 apresentará a construção gráfica de imagens formadas em espelhos esféricos convexos, à saber:

Figura 22 – Construção gráfica de imagens em espelhos esféricos convexos.



Fonte: Física (2016, p. 214).

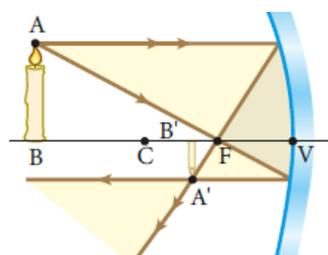
Na figura 22, considerando um **espelho convexo** e um objeto **AB**, com o ponto **B** sobre o eixo principal, a determinação da imagem de **AB** pode ser simplificada. Basta encontrar a imagem do ponto **A**, pois a imagem do ponto **B** estará localizada diretamente sobre o eixo principal, em virtude da simetria do sistema. Vale destacar que a imagem formada é virtual, direita e menor.

Em forma geral nos **espelhos esféricos convexos**, independentemente da distância do objeto para a superfície refletora, elas conjugam sempre imagens virtuais, direitas e menores que o objeto. Essas imagens estão sempre localizadas entre o foco principal e o vértice do espelho.

Para os **espelhos esféricos côncavos** as características das imagens formadas dependerão da posição do objeto em relação ao espelho, à saber:

**Caso 1:** Objeto está localizando antes do centro de curvatura: a imagem é real, invertida e menor. Conforme a figura 23.

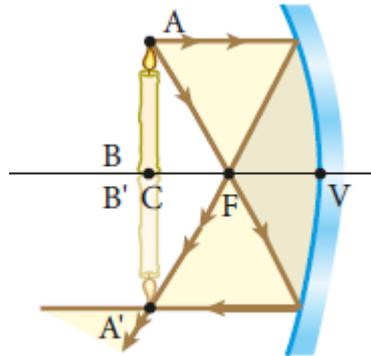
Figura 23 – Construção das imagens em espelhos côncavos. Caso 1.



Fonte: Física (2016, p. 214).

**Caso 2:** Objeto localizado no plano frontal que está no centro de curvatura: a imagem é real, invertida e mesmo tamanho. Ilustrado na figura 24.

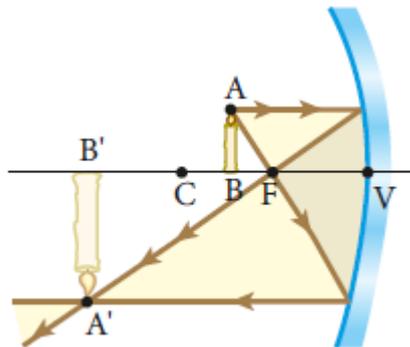
Figura 24 – Construção das imagens em espelhos côncavos. Caso 2.



Fonte: Física (2016, p. 214).

**Caso 3:** Objeto situado entre o centro de curvatura e o foco principal: a imagem é real, invertida e maior. Como ilustra a figura 25.

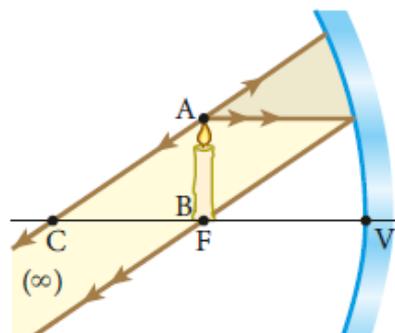
Figura 25 – Construção das imagens em espelhos côncavos. Caso 3.



Fonte: Física (2016, p. 214).

**Caso 4:** Objeto situado no plano focal: A imagem formada é denominada imprópria, pois ela se formaria no infinito, não sendo possível visualizá-la, isso acontece porque os raios luminosos emergentes estão paralelos entre si. Conforme a figura 26.

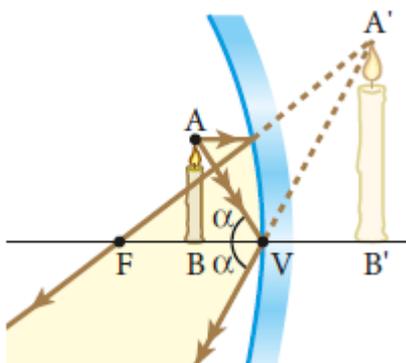
Figura 26 – Construção das imagens em espelhos côncavos. Caso 4.



Fonte: Física (2016, p. 215).

**Caso 5:** Objeto situado entre o vértice e o foco: imagem formada será virtual, direita e maior. Observe que dentre todos os casos, apenas nesse veremos uma imagem sendo virtual.

Figura 27 – Construção das imagens em espelhos côncavos. Caso 5.



Fonte: Física (2016, p. 215).

Portanto, é possível analisar que nos espelhos côncavos, a localização do objeto determinará as características da formação da imagem, e mais, temos que os três primeiros casos as imagens são reais e invertidas, variando apenas seus tamanhos, no quarto caso, não teremos a formação de imagens pois ela é indefinida, e no quinto caso será o único em que teremos uma imagem virtual.

## 5 PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Neste trabalho tem como principal proposta uma sequência didática em que o docente estará suprido da utilização do laboratório virtual, fazendo experimentos por meio das simulações do PhET, dos mais variados níveis de dificuldade, em que após a apresentação da aula, utilizará do experimento em própria sala de aula para comprovar a teoria com a prática, afim de desenvolver habilidades para resolução de problemas, ficando bem definido que nessa metodologia se destacam as competências de associação, investigação e aplicação prática.

Afim de contornar a problemática de uma aula maçante e pouco atrativa, o uso do laboratório virtual dá aos usuários uma visão mais amplificada do conteúdo, onde poderão fazer vista o seu uso nas aplicações diárias, e entendendo a importância dos conhecimentos de Física.

A proposta será direcionada para aulas de óptica geométrica, mais especificamente sobre os conteúdos em espelhos plano, côncavo e convexo, com destino de atingir alunos do ensino médio de escolas públicas que terão o primeiro contato com o assunto, pois, no ensino público brasileiro a disciplina de física é vista apenas no ensino médio, o que se difere das escolas particulares em que muitas vezes já possuem contato com a disciplina nos anos finais do ensino fundamental.

São apresentados três planos de aula, tendo como ordem, o primeiro sobre Introdução aos Espelhos Planos: onde se buscará fazer com que os alunos compreendam os princípios básicos da óptica geométrica aplicados aos espelhos planos e fazê-los identificarem as propriedades e características das imagens formadas. Será utilizado o recurso do programa PhET, propondo uma simulação virtual do experimento nomeada como Óptica Geométrica, demonstrando a aplicação da lei da reflexão para espelhos com superfícies planas, onde os raios de luz são refletidos no espelho, e então analisar que a angulação dos raios de luz incidentes e refletidos estão no mesmo plano.

No segundo plano de aula será: A reflexão da luz em espelhos esféricos, neste, os alunos realizarão a observação do experimento em laboratório virtual com espelhos esféricos, mais precisamente em espelhos côncavo e convexo, para observar a formação das imagens. Será utilizado o recurso do programa PhET, por meio da aplicação de simulação de laboratório virtual através da prática nomeada

como óptica geométrica afim de conhecer, compreender e aplicar os conhecimentos em espelhos esféricos para determinar a posição e características das imagens formadas por esses tipos de espelhos, utilizando de raios notáveis e conceitos geométricos. Como o experimento terá aplicações e resultados bem diferentes da formação das imagens em espelhos planos, cria-se a expectativa de que os alunos tenham interesse em buscar ainda mais conhecimento ao se questionarem como se constrói e se dá o processo de formação das imagens nesses espelhos.

E, para encerrar o assunto conceitual da reflexão em espelhos planos e esféricos, é apresentado o terceiro plano de aula, denominado como A reflexão da luz em espelhos convexos e côncavos, que destinará ao aluno a finalidade de compreender construção dos sistemas ópticos nos espelhos esféricos e aplicá-la à formação de imagens, utilizando raios de luz notáveis e conceitos geométricos. Será utilizado o recurso do programa PhET, por meio da aplicação de simulação de laboratório virtual através da prática nomeada como óptica geométrica. Tendo também a tentativa de identificar os elementos geométricos como foco principal, centro de curvatura e plano focal, para que possam resolver problemas relacionados a formação de imagens por esses tipos de espelhos. Por fim, apresentação a aplicação em objetos de uso cotidiano, como retrovisores e câmeras de segurança.

Pode-se observar que esses procedimentos estão diretamente ligados às metodologias mais ativas que envolvem o aluno na aula, pois o professor não terá apenas uma aula tradicional ultrapassada, ele tange este método pois faz utilização de TICs para suprir o aluno de informações visuais, o que busca facilitar a compreensão dos assuntos, mesmo utilizando da metodologia tradicional do ensino, porém, adaptado as novas realidades, utilizando da tecnologia a seu favor.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão, este trabalho apresenta uma análise das metodologias de ensino no Brasil. Ele enfatiza a importância de adaptar estratégias educacionais para melhorar o envolvimento e a compreensão dos alunos em Física.

Ele critica os métodos tradicionais de ensino que dependem fortemente da memorização e da repetição, que muitas vezes falham em estimular o pensamento crítico e a criatividade entre os alunos. Essa observação é crucial, pois destaca a necessidade de uma mudança para abordagens de aprendizagem mais interativas e centradas no aluno.

A redução nas horas de aula e a falta de sessões de laboratório representam desafios para um aprendizado eficaz. Então, ressalta a necessidade de manter um currículo amplo que inclua experiências práticas, que são vitais para uma compreensão abrangente da Física.

A utilização de estratégias de aprendizagem ativa como a informática educativa ou TICs como recursos para analisar a simetria das imagens e usar exemplos da vida real, é um passo significativo para melhorar a compreensão do aluno. Esses métodos fazem a tentativa de incentivar os alunos a aplicar conceitos teóricos em cenários práticos.

Para isso, este trabalho se desenvolveu três planos de aulas com o uso do recurso do simulador PhET, pois é um recurso acessível e de uma praticidade muito útil aos professores, além de ser gratuito, o docente não precisa necessariamente ter internet no momento em que ministrar a aula, pois ele pode fazer o download da prática e levar para a sala de aula.

O intuito desse trabalho é dar aos educadores uma abrangência no seu ensino e conseguir alcançar ainda mais a aprendizagem das suas turmas, podendo realizar roteiros de aulas ou planos de aulas baseados nas simulações, numa tentativa de atrair a atenção dos alunos e fazê-los interagirem mais com a aula, deixando de lado as aulas monótonas e tendo enfoque nas aulas práticas com laboratórios virtuais, para assimilarem o conteúdo teórico com o cotidiano.

## REFERÊNCIAS

- ANJOS, A. J. S. As novas tecnologias e o uso dos recursos telemáticos na Educação científica: a simulação computacional na Educação em Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 25, n. 3: p. 569-600, dez. 2008
- ALMEIDA JÚNIOR, J. B. de. A evolução do ensino de Física no Brasil. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.1, n.02, p. 45-58, 1979.
- ARAÚJO, D. L. de. O que é (e como faz) sequência didática?. **Revista Entrepalavras**, Fortaleza, ano 3, v. 3, n. 1, p. 322-334, jan./jul. 2013.
- ARTIGUE, M. Ingénierie Didactique. **Recherches en didatique des mathématiques**. Paris, v. 9, n. 3, p. 281-308, 1988.
- BÔAS, N. V. **Física**: terminologia, ondulatória, óptica. 3. ed. v. 2. São Paulo: Saraiva, 2016.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**: Educação Infantil e Ensino Fundamental. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2017.
- BRASIL. Lei nº 4.024, de 20 de dezembro de 1961. Fixa as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 10469, 27 dez. 1961.
- BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 dez. 1996.
- BRASIL. Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. Altera as Leis nos 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, 11.494, de 20 de junho de 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação (Fundeb), e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 17 fev. 2017
- BRASIL. Lei nº 14.945, de 8 de agosto de 2024. Estabelece normas gerais sobre a defesa do usuário dos serviços públicos prestados pela administração pública. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 9 ago. 2024.
- BRASIL. Lei nº 14.818, de 4 de janeiro de 2023. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, para dispor sobre a obrigatoriedade da divulgação de informações relativas à avaliação de estudantes no âmbito da educação básica. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 5 jan. 2023.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino**. v. 2 Brasília: MEC, 2006.

CASEMIRO FILHO, F. E. A. **Utilização do simulador PhET nas aulas de Física**. 2019. 42 f. Monografia (Licenciatura em Física) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

CÁSSIO, F.; GOULART, D. C. A implementação do Novo Ensino Médio nos estados: das promessas da reforma ao ensino médio nem-nem. **Retratos da Escola**, [S. l.], v. 16, n. 35, p. 285–293, 2022. Disponível em: <https://retratosdaescola.emnuvens.com.br/rde/article/view/1620>. Acesso em: 31 ago. 2024.

DOLZ, J.; NOVERRAZ, M.; SCHNEUWLY, B. Sequências didáticas para o oral e para o escrito: apresentação de um procedimento. *In.*: SCHNEUWLY, B.; DOLZ, J. **Gêneros orais e escritos na escola**. Campinas, SP: Mercado de Letras, 2004, p. 95 – 128.

GERMANO, E. D. T. **O software Algodoo como material potencialmente significativo para o ensino de física**: simulações e mudanças conceituais possíveis. 2016. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2016.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física**: óptica e física moderna. 10. ed. v. 4 Rio de Janeiro: LTC, 2016.

MELO, J. M. S. de. **História da Educação no Brasil**. 2 ed. Fortaleza: UAB/IFCE, 2012.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 32, n. 94, p. 73–80, set. 2018.

OLIVEIRA, R. M de.; CORRÊA Y.; MORÉS A. Ensino remoto emergencial em tempos de covid-19: formação docente e tecnologias digitais. **Revista Internacional de Formação de Professores**, Itapetininga, v. 5, p. 1-18, set. 2020. Disponível em: <https://periodicoscientificos.itp.ifsp.edu.br/index.php/rifp/article/view/179>. Acesso em: 17 set. 2024.

PHET INTERACTIVE SIMULATIONS. **Óptica geométrica**. Boulder, CO: University of Colorado, 2017. Disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/geometric-optics](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/geometric-optics). Acesso em: 20 set. 2024.

SOUSA, M. L. de; AGUIAR, M. D. A história do ensino de física no brasil: problemas e desafios. *In.*: CONGRESSO NACIONAL EDUCAÇÃO, 6. 2019. **Anais** [...] Campina Grande: Realize, 2019. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/57984>. Acesso em: 17 set. 2024.

RICARDO, E. C.; FREIRE, J. C. A. A concepção dos alunos sobre a física do ensino médio: um estudo exploratório. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 251 - 266, jun. 2007

ROBERTO, E. V. **Aprendizagem ativa em ótica Geométrica**: experimentos e demonstrações investigativas. 2009. 141 p. Dissertação (Mestrado em Física) - Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2009.

RODRIGUES JÚNIOR, W. S. **A construção de material de formação continuada em ótica física para professores do ensino médio**. 2021. 169 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

RODRIGUES JÚNIOR, W. S. **Uma proposta de ensino de ótica com material de baixo custo: a interferência da luz com o espelho de Lloyd**. 2017. 45 f. Monografia Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Fortaleza, 2017.

RONDINI, C. A.; PEDRO, K. M.; DUARTE, C. dos. S. Pandemia da covid-19 e o ensino remoto emergencial: mudanças na prática pedagógica. **Interfaces Científicas**, Aracaju, v. 10, n. 1, p.41-57, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.17564/2316-3828.2020v10n1>. Acesso: 06 set. 2024.

ROSA, C. W. da.; ROSA, A. B. da. Ensino da Física: tendências e desafios na prática docente. **Revista Iberoamericana de Educación**, Madrid, v. 42, n. 7, maio 2007.

SANTOS, M. B. **Uma sequência didática com os métodos Instrução pelos Colegas (Peer Instruction) e Ensino sob Medida (Just-in-time Teaching) para o estudo de Ondulatória no Ensino Médio**. 2016. 174 f. Dissertação (Mestrado Profissional Em Ensino De Física) - Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul, Porto Alegre, 2016.

SOARES. M. I. D. **As dificuldades encontradas para se ministrar aulas remotas de Física para alunos de escola pública devido a pandemia do Covid-19**. 2021. 45 f. Monografia (Licenciatura em Física) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

VENERA, M. C. **O ensino de Física nos parâmetros curriculares nacionais e na base nacional comum curricular**: concepções de currículo em disputa. Monografia (Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Física) – Instituto Federal de Santa Catarina, Jaraguá do Sul, 2021.

ZOTTI, S. Sociedade, Educação e Currículo no Brasil: dos Jesuítas aos anos 80. **Quaestio**: Revista de Estudos em Educação, Sorocaba, SP, v. 4, n. 2, 2002.

## APÊNDICE A - AULA 1: INTRODUÇÃO AOS ESPELHOS PLANOS



Universidade Federal do Ceará

Centro de Ciências

Departamento de Física

Professor: Mario Cesar Candido da Silva Filho

Tempo: 50 minutos

### Objetivos

1. Apresentar a turma o que é o conceito de reflexão da luz.
2. Conhecer as leis da reflexão.
3. Entender sobre o comportamento da luz ao interagir com superfícies refletoras planas.
4. Estudar sobre a simetria das imagens.
5. Apresentar as características da formação das imagens por espelhos planos.

### Conteúdo programático

1. Introdução sobre a propagação da luz em linha reta.
2. Reflexão da luz.
3. Leis da reflexão.
4. Definição de imagem virtual.
5. Conceituar o espelho plano.
6. Analisar a simetria das imagens.
7. Características das imagens formadas nos espelhos plano.

### Estratégia de ensino e estrutura da aula

1. Iniciar a aula expositiva com uso do quadro, apresentando uma breve introdução sobre a luz e como ela se propaga em uma linha reta, fazendo a demonstração e projeção do raio luminoso.

2. Inserindo as ideias de reflexão da luz, fazendo uso de eventos cotidianos dos alunos, como a reflexão nos espelhos de casa, reflexo na superfície da água, retrovisores veiculares e afins.
3. Apresentar as duas leis da reflexão em espelhos planos.
4. Conceituar os espelhos planos, apresentando suas características e elementos, e a partir disso, definir sobre a imagem virtual e suas características.
5. Explicar a partir da visualização a utilização da normal à superfície e a relação que o feixe de luz faz entre o ângulo de incidência e o ângulo de reflexão.
6. Apresentar o conceito de simetria, explicando sobre a reversão lateral e apresentando as imagens formadas nos espelhos planos.
7. Utilizar a prática de laboratório virtual no PhET.

### **Prática com o PhET**

1. Apresentar aos alunos o simulador de laboratório virtual, PhET.
2. Iniciar a prática nomeada Óptica Geométrica.
3. Selecionar a prática em espelhos e aplicar o espelho plano.
4. Orientar os alunos e testar junto a eles as diferentes posições do objeto em relação ao espelho plano.
5. Comentar para que observem as distâncias, do objeto em relação ao espelho e da imagem em relação ao espelho.
6. Variar a distância do objeto, o tamanho e observar a projeção da imagem.
7. Discutir em grupo sobre as observações e trazer à tona o conteúdo exposto.

### **Recursos**

1. Lousa de quadro.
2. Pinceis.
3. Notebook.
4. Projetor.
5. Simulador PhET.
6. Notas de aula.

## **Avaliação**

1. Avaliação se dará de forma contínua por meio de observação e comentários, a partir de discursões sobre o conteúdo apresentado durante a aula.

## **Bibliografia**

1. BÔAS, N. V. **Física**: termologia, ondulatória, óptica. 3. ed. v. 2. São Paulo: Saraiva, 2016.

2. PHET INTERACTIVE SIMULATIONS. **Óptica geométrica**. Boulder, CO: University of Colorado, 2017. Disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/geometric-optics](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/geometric-optics). Acesso em: 20 set. 2024.

## APÊNDICE B - AULA 2: A REFLEXÃO DA LUZ EM ESPELHOS ESFÉRICOS



Universidade Federal do Ceará

Centro de Ciências

Departamento de Física

Professor: Mario Cesar Candido da Silva Filho

Tempo: 50 minutos

### Objetivos

1. Aprender sobre os espelhos esféricos gaussianos.
2. Conhecer o espelho côncavo e o espelho convexo.
3. Apresentar a turma os conceitos de reflexão da luz em espelhos esféricos.
4. Aplicar as leis da reflexão em espelhos esféricos.
5. Checar a formação das imagens em espelhos esféricos.
6. Relacionar as variáveis.
7. Assimilar o conteúdo com o cotidiano.

### Conteúdo programático

1. Espelhos esféricos gaussianos e diferenças dos espelhos planos.
2. Dois tipos de espelhos gaussianos, o espelho côncavo e o espelho convexo.
3. Elementos geométricos e características dos espelhos esféricos.
4. O comportamento dos raios luminosos após a interação com os espelhos esféricos.
5. Leis da reflexão em espelhos esféricos e comprovar com uso da geometria.
6. A equação do foco principal.
7. Utilizar a prática de laboratório virtual no PhET.

### Estratégia de ensino e estrutura da aula

1. Iniciar a aula expositiva com uso do quadro, apresentando uma breve introdução sobre os espelhos esféricos, utilizando de demonstrações visuais.
2. Explicar a diferença dos espelhos planos para os espelhos esféricos.
3. Utilizar elementos visuais para diferenciar e definir os tipos de espelhos esféricos.
4. Apresentar um sistema óptico com espelhos esféricos para introduzir os elementos geométricos e características.
5. Apresentar os focos principal e secundário, e assim, determinar o plano focal, afim de definir onde serão e as características dos focos em cada espelho.
6. Utilizar a aplicação do PhET sobre óptica geométrica em espelhos para uma demonstração rápida dos tipos de espelho.

### **Prática com o PhET**

1. Apresentar aos alunos o simulador de laboratório virtual, PhET.
2. Iniciar a prática nomeada Óptica Geométrica.
3. Selecionar a prática em espelhos e aplicar o espelho esférico.
4. Apenas demonstrar para os alunos as diferentes posições do objeto em relação aos espelhos esféricos.
5. Demonstrar os dois espelhos e os diferentes comportamentos das formações das imagens.
6. Comentar para que observem as distâncias do objeto em relação aos espelhos e da imagem em relação ao espelho.
7. Variar a distância do objeto, o tamanho e observar a projeção da imagem.
8. Discutir em grupo sobre as observações e trazer à tona o conteúdo exposto. E deixar para a próxima aula a definição do comportamento das imagens e as características das imagens e do comportamento dos raios luminosos para os dois tipos de espelhos esféricos.

### **Recursos**

1. Lousa de quadro.
2. Pinceis.
3. Computador.

4. Projetor.
5. Simulador PhET.
6. Notas de aula.

### **Avaliação**

1. Avaliação se dará de forma contínua por meio de observação e comentários, a partir de discursões sobre o conteúdo apresentado durante a aula.

### **Bibliografia**

1. BÔAS, N. V. **Física**: termologia, ondulatória, óptica. 3. ed. v. 2. São Paulo: Saraiva, 2016.
2. PHET INTERACTIVE SIMULATIONS. **Óptica geométrica**. Boulder, CO: University of Colorado, 2017. Disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/geometric-optics](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/geometric-optics). Acesso em: 20 set. 2024.

## APÊNDICE C - AULA 3: A REFLEXÃO DA LUZ EM ESPELHOS CONVEXOS E CÔNCAVOS



Universidade Federal do Ceará

Centro de Ciências

Departamento de Física

Professor: Mario Cesar Candido da Silva Filho

Tempo: 50 minutos

### Objetivos

1. Estudar os raios particulares nos espelhos esféricos,
2. Aprender como construir e ler os gráficos das imagens formadas por espelhos esféricos.
3. Definir as características das imagens formadas nos dois tipos de espelhos esféricos.
4. Aplicar a equação para localizar o foco principal.
5. Assimilar o conteúdo à prática do simulador PhET e do laboratório virtual de Física da Universidade Federal do Ceará.

### Conteúdo programático

1. Três tipos de raios luminosos particulares dos espelhos côncavos e convexos, e regras desses raios.
2. Leis da reflexão para se certificar sobre as definições dos raios particulares.
3. Projeções gráficas dos espelhos convexos e características da formação das imagens.
4. Projeções gráficas dos espelhos côncavos e as variações que ocorrem na projeção da imagem de acordo com a posição do objeto.
5. A prática do PhET e para aplicação do conteúdo.

### **Estratégia de ensino e estrutura da aula**

1. Iniciar a aula expositiva com uso do quadro, apresentando três tipos de raios particulares.
2. Definir cada raio particular e comprovar com geometria e leis da reflexão, quando couber.
3. Projetar na lousa pelo menos dois raios luminosos, um do observador e um do objeto, para construir um sistema óptico em espelho convexo e projetar a formação da imagem.
4. Definir as características da projeção da imagem no espelho convexo.
5. Projetar na lousa pelo menos dois raios luminosos, um do observador e um do objeto, para construir os sistemas ópticos em espelhos côncavos e projetar as diferentes formações das imagens projetadas por eles.
6. Apresentar exemplos do cotidiano para fixar a aprendizagem.
7. Utilizar as aplicações do PhET sobre óptica geométrica para uma demonstração mais detalhada dos tipos de espelho.

### **Prática com o PhET**

1. Apresentar aos alunos o simulador de laboratório virtual, PhET.
2. Iniciar a prática nomeada Óptica Geométrica do PhET.
3. Selecionar a prática em espelhos e aplicar o espelho esférico convexo.
4. Demonstrar para os alunos as diferentes posições do objeto em relação ao espelho convexo.
5. Modificar o objeto para a seta e modificar características do objeto para averiguar o comportamento da imagem.
6. Estudar comportamento da imagem formada pelo espelho convexo, estudar características e assimilar ao conteúdo expositivo.
7. Após finalizar o estudo do espelho convexo, utilizar agora o espelho côncavo,
8. Demonstrar os exemplos que foram projetados na lousa para comprovar o conteúdo exposto em lousa.
9. Comentar as características das imagens formadas dadas as diferentes posições.

10. Modificar o objeto para a seta e modificar características do objeto, variar a distância, o tamanho e observar a projeção da imagem.

11. Discutir em grupo sobre as observações e trazer à tona o conteúdo exposto.

12. Comprovar com a turma sobre o conteúdo expositivo.

### **Recursos**

1. Lousa de quadro.

2. Pinceis.

3. Computador.

4. Projetor.

5. Simulador PhET.

6. Notas de aula.

### **Avaliação**

1. Avaliação se dará de forma contínua por meio de observação e comentários, a partir de discursões sobre o conteúdo apresentado durante a aula.

### **Bibliografia**

1. BÔAS, N. V. **Física**: termologia, ondulatória, óptica. 3. ed. v. 2. São Paulo: Saraiva, 2016.

2. PHET INTERACTIVE SIMULATIONS. **Óptica geométrica**. Boulder, CO: University of Colorado, 2017. Disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/geometric-optics](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/geometric-optics). Acesso em: 20 set. 2024.