



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

**JOANA VITÓRIA RODRIGUES LIMA**

**ENSINO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA COM USO DO SIMULADOR PHET:  
propostas de roteiros experimentais para o ensino médio**

**TERESINA**

**2025**

JOANA VITÓRIA RODRIGUES LIMA

ENSINO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA COM USO DO SIMULADOR PHET: propostas de roteiros experimentais para o ensino médio

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

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Ma. Leia Soares da Silva

TERESINA

2025

## ENSINO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA COM USO DO SIMULADOR PHET: propostas de roteiros experimentais para o ensino médio

Joana Vitoria Rodrigues Lima <sup>1</sup>  
Leia Soares da Silva <sup>2</sup>

### RESUMO

Este estudo discute o ensino de óptica geométrica no ensino médio através de simuladores digitais, concentrando-se na plataforma PhET Interactive Simulator. O estudo tem como objetivo analisar o potencial pedagógico dessa ferramenta na compreensão de conceitos ópticos, bem como propor roteiros experimentais que auxiliem o processo de ensino-aprendizagem. A metodologia adotada consistiu em uma pesquisa bibliográfica, realizada por meio de buscas no Google Acadêmico e no Portal de Periódicos da CAPES, utilizando descritores relacionados ao uso de simuladores no ensino de óptica. Foi realizada uma leitura prévia dos resumos dos trabalhos encontrados, seguida da seleção com base na relevância, atualidade e alinhamento com a temática proposta. A análise dos dados ocorreu de forma qualitativa, por meio de leitura crítica dos materiais selecionados. Como resultados, constata-se que a utilização de simuladores, em especial o PhET, favorece a observação de fenômenos abstratos, estimula uma interatividade superior e contribui para uma aprendizagem mais significativa. Conclui-se que a incorporação de tecnologias digitais no ensino da óptica geométrica constitui uma abordagem pedagógica eficiente, apesar de persistirem dificuldades ligadas à infraestrutura e à capacitação dos educadores.

**Palavras-chave:** ensino de óptica geométrica; simuladores virtuais; tecnologias educacionais; ensino de física.

### ABSTRACT

This study discusses the teaching of geometric optics in high school through digital simulators, focusing on the PhET Interactive Simulations platform. The study aims to analyze the pedagogical potential of this tool in understanding optical concepts, as well as to propose experimental guides to assist the teaching-learning process. The adopted methodology consisted of a bibliographic research, conducted through searches on Google Scholar and the CAPES Periodicals Portal, using descriptors related to the use of simulators in optics teaching. A preliminary reading of the abstracts of the identified works was performed, followed by a selection based on relevance, timeliness, and alignment with the proposed theme. Data analysis was carried out qualitatively through a critical reading of the selected materials. As results, it is observed that the use of simulators, especially PhET, favors the observation of abstract phenomena, stimulates superior interactivity, and contributes to more meaningful learning. It is concluded that the incorporation of digital technologies in the teaching of geometric optics constitutes an efficient pedagogical approach, despite persistent difficulties related to infrastructure and teacher training.

**Keywords:** geometric optics teaching; virtual simulators; educational technologies; physics teaching.

Data de aprovação: 18/07/2025

---

<sup>1</sup>Graduando em Licenciatura em Física. IFPI Campus Teresina Central. Email: [joana.vitoria56@gmail.com](mailto:joana.vitoria56@gmail.com)

<sup>2</sup>Pedagoga e Mestre em Educação pela Universidade Federal do Piauí-UFPI. Docente EBTB do IFPI Campus Teresina Central. E-mail: [leia.silva@ifpi.edu.br](mailto:leia.silva@ifpi.edu.br).

## 1 INTRODUÇÃO

Vivemos em uma sociedade cada vez mais mediada pelas tecnologias digitais, que estão profundamente integradas ao cotidiano e influenciam diretamente a forma como nos comunicamos, acessamos informações e aprendemos. Nesse contexto, o letramento digital tornou-se uma competência essencial para o século XXI, especialmente no ambiente escolar. Como destaca Hickmann (2022), essa habilidade já não se configura como uma possibilidade futura, mas como uma exigência concreta, que demanda a reestruturação das práticas pedagógicas em função das mudanças nos perfis dos estudantes e dos avanços constantes das tecnologias educacionais.

No campo da educação, a presença de tecnologias digitais tem contribuído significativamente para a emergência de inovações pedagógicas, favorecendo a adoção de metodologias mais ativas e centradas no aluno. Segundo Silva (2019), as tecnologias digitais têm promovido mudanças significativas nas práticas pedagógicas, favorecendo metodologias ativas, colaborativas e centradas no estudante, em consonância com as demandas da educação contemporânea.

No caso específico dos espelhos planos, conteúdos como formação de imagens, leis da reflexão e simetria entre objeto e imagem são frequentemente ensinados por meio de explicações teóricas e representações geométricas que, apesar de fundamentais, podem não ser suficientes para promover uma compreensão profunda por parte dos alunos. Muitos estudantes enfrentam obstáculos ao tentar relacionar essas representações com fenômenos reais, pois, conforme Gomes *et al.* (2025), a dificuldade na aprendizagem da Física está associada à abstração dos conceitos e à necessidade de articular conhecimentos matemáticos, o que compromete a compreensão e aplicação dos conteúdos. Nesse sentido, o uso de simuladores computacionais se apresenta como uma estratégia didática capaz de facilitar a aprendizagem ao permitir a experimentação virtual e a visualização dos fenômenos de forma interativa.

Dentre as ferramentas tecnológicas que podem tornar os conceitos mais acessíveis, proporcionando aos estudantes oportunidades de manipulação das variáveis envolvidas e de construção ativa do conhecimento, destaca-se a plataforma PhET Interactive Simulations, desenvolvida pela Universidade do Colorado, que oferece uma variedade de simulações voltadas ao ensino de conteúdos científicos, incluindo a óptica geométrica. Dito isso, o presente estudo parte da seguinte indagação: de que maneira a utilização da ferramenta PhET Interactive Simulations, associada a roteiros experimentais estruturados, pode contribuir para a

compreensão de conceitos ópticos e para o processo de ensino-aprendizagem de Física no Ensino Médio?

Partindo da hipótese de que o uso do PhET pode contribuir para a redução das lacunas conceituais, para a aproximação entre teoria e prática e para o desenvolvimento do raciocínio espacial dos alunos, esta pesquisa adota uma abordagem qualitativa, pautada na análise de trabalhos acadêmicos relevantes sobre o tema. Tem como objetivo geral analisar o potencial pedagógico da ferramenta PhET na compreensão de conceitos ópticos, bem como propor roteiros experimentais que auxiliem o processo de ensino-aprendizagem. Como objetivos específicos, busca-se: identificar as principais dificuldades de aprendizagem apresentadas pelos estudantes em conteúdos de óptica geométrica; investigar as potencialidades didáticas da ferramenta PhET Interactive Simulations para o ensino de conceitos ópticos; e elaborar roteiros experimentais baseados em simulações interativas voltadas ao ensino de conteúdos de óptica geométrica.

A estrutura deste trabalho compreende, além desta introdução, a fundamentação teórica que sustenta as discussões apresentadas; os procedimentos teóricos e metodológicos adotados; a análise dos resultados, que contempla a discussão dos estudos selecionados e a proposta de uma sequência didática elaborada com base no uso do simulador PhET, voltada para a realidade de turmas do Ensino Médio; e, por fim, as considerações finais.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 GERAÇÃO ALPHA E AS NOVAS DEMANDAS EDUCACIONAIS**

Pesquisas, como de Labre e Garcia (2021), investigam como a Geração Alpha - composta por crianças nascidas a partir de 2010 - está sendo moldada por um ambiente profundamente digitalizado desde os primeiros anos de vida. Esses chamados nativos digitais absolutos interagem com telas ainda antes da fala, imersos em um cotidiano permeado por smartphones, assistentes virtuais, inteligência artificial e vídeos curtos.

A autora destaca que essa exposição tecnológica precoce afeta o desenvolvimento cognitivo, emocional e social das crianças, e a hiperconectividade apresenta tanto benefícios quanto riscos. Entre os aspectos positivos, destacam-se a agilidade cognitiva e a familiaridade com múltiplas linguagens digitais. Por outro lado, os riscos envolvem dificuldades de foco, impulsividade, ansiedade, baixa tolerância à frustração e distúrbios do sono. As relações sociais também são impactadas: apesar de estarem constantemente conectadas, muitas crianças dessa

geração demonstram menos interação presencial, o que compromete o desenvolvimento da empatia e a leitura de expressões faciais, Labre e Garcia (2021).

A presença dessa geração nas escolas de educação básica, mais precisamente no ensino médio, potencializa a necessidade de que os profissionais da educação tenham o domínio das ferramentas digitais e de métodos de ensino inovadores e ativos para contribuir com a formação dos jovens. As disciplinas escolares, como as de cálculos, a exemplo da Física, no processo de ensino pode ser utilizado ferramentas digitais como demonstração de conceitos físicos, através de laboratórios virtuais.

Na orientação da Base Nacional Comum Curricular para o Ensino Médio - BNCC-EM (2018) fica evidente a importância das metodologias ativas no processo de Educação 4.0., através das quais o processo de ensino e aprendizagem deve fazer dos alunos protagonistas na construção de seu conhecimento, longe do ensino tradicional de memorização de conteúdo. Sendo assim, com relação aos conteúdos de Física, os professores em suas atividades em sala de aula precisam se voltar para a investigação científica, mediação sociocultural e empreendedorismo, processos criativos voltados para o cotidiano do aluno de forma contextualizada. Para Martins (2023), as metodologias ativas, de acordo com a BNCC (2018) têm como objetivo principal o desenvolvimento de competências e habilidades tanto para os estudantes quanto para os professores.

As escolas precisam estar equipadas com uma infraestrutura adequada com equipamentos e acesso à internet para que professores e alunos desfrutem do melhor que a tecnologia pode oferecer. Consoante a isso, os estudos esclarecem que há falta de infraestrutura das escolas e de acesso à internet de alta velocidade em todas as áreas, conforme Scherer (2020). Além disso, o tempo dos professores é frequentemente limitado devido às suas rotinas, que incluem tarefas burocráticas, preparação de aulas, estudos e participação em formações sobre o uso de tecnologias digitais.

Embora o uso das tecnologias digitais no ensino de Física seja um desafio, como reconhece Moreira (2021), é importante destacar que, nos dias atuais, ainda persiste a urgência da adoção de recursos digitais na exposição dos conteúdos escolares, a fim de tornar a escola um local mais atrativo para as novas gerações, pois as novas Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) estão evoluindo a cada instante e adentrando ao contexto escolar.

## 2.1 ÓPTICA GEOMÉTRICA: A CONSTRUÇÃO DE IMAGENS EM ESPELHOS E LENTES ESFÉRICAS

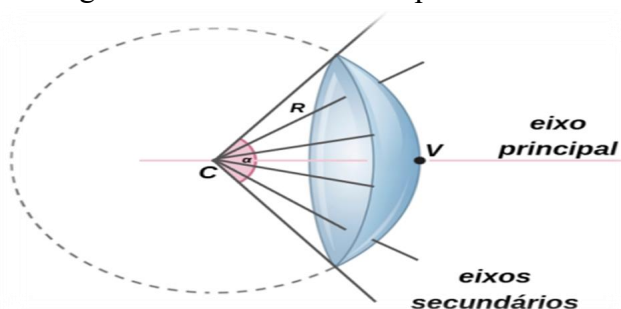
Segundo Ramalho *et al.* (2009), a óptica geométrica é o ramo da Física que estuda a propagação da luz por meio de raios luminosos, permitindo a análise de fenômenos como reflexão, refração e a formação de imagens em espelhos e lentes. Esta seção delimita-se à abordagem da formação de imagens em espelhos e lentes esféricas, restringindo-se aos aspectos essenciais desse processo. Não se pretende aprofundar o tratamento teórico, uma vez que o foco do trabalho está na análise de obras que utilizam simuladores como ferramenta para o ensino desses conteúdos.

## 2.3 ESPELHOS ESFÉRICOS

Os espelhos esféricos constituem um dos principais elementos ópticos utilizados tanto em instrumentos científicos quanto em objetos do cotidiano. Esses são superfícies refletoras que possuem a forma de uma calota esférica, podendo ser côncavas ou convexas. De acordo com Ramalho *et al.* (2009), a forma curvada desses espelhos permite a convergência ou a divergência dos raios de luz incidentes, o que possibilita a formação de imagens com diferentes características.

A análise detalhada dos elementos que compõem a geometria dos espelhos esféricos é essencial para compreender a formação das imagens. A figura (1) a seguir ilustra os principais componentes envolvidos nesse processo:

Figura 1 – Elementos dos espelhos esféricos



Fonte: Elaborada pela autora

O centro de curvatura (C) é o ponto correspondente ao centro da esfera da qual o espelho esférico foi originado, estando à mesma distância de todos os pontos da superfície refletora. O raio de curvatura (R) é a distância entre esse centro e o vértice (V), que é o ponto da superfície

do espelho onde o eixo principal a intercepta. O eixo principal é a reta que passa por C e V, constituindo o eixo de simetria do sistema óptico. Já os eixos secundários são quaisquer outras retas que passam pelo centro de curvatura e interceptam o espelho, sem coincidir com o eixo principal. O ângulo de abertura ( $\alpha$ ) do espelho é definido no centro de curvatura, sendo o ângulo formado entre as retas que ligam C às extremidades da superfície refletora.

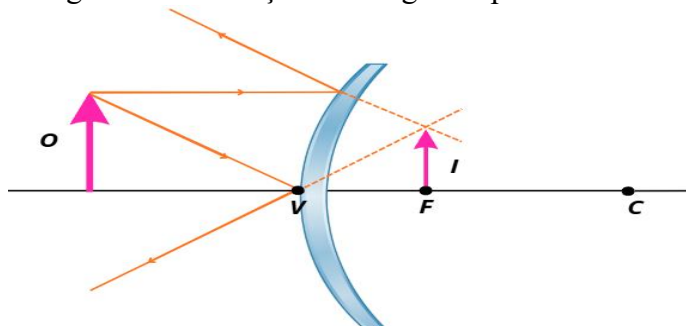
Essa estrutura é essencial para entender como a luz se comporta ao atingir espelhos esféricos. Aplicando as leis da reflexão, é possível prever onde a imagem será formada, seu tamanho e sua orientação.

### 2.3.1 Formação de imagem em espelhos esféricos

A formação de imagens em espelhos esféricos é entendida por meio da construção gráfica dos raios refletidos, técnica que permite visualizar a posição, tamanho, orientação e natureza da imagem. Dias (2015), destaca que a interseção de raios notáveis indica com precisão a localização da imagem de um ponto objeto. Além disso, os espelhos esféricos podem ser classificados em côncavos ou convexos, distinção que influencia diretamente o comportamento dos raios refletidos e, consequentemente, as características das imagens formadas.

No caso dos espelhos convexos, a construção é simples: para um objeto AB, traçam-se raios notáveis do ponto A - um paralelo ao eixo principal, refletido como se viesse do foco, e outro que vai ao centro de curvatura e volta sobre si mesmo. O ponto B, no eixo, tem sua imagem formada diretamente nele. A figura (2) abaixo ilustra a formação de imagem em espelhos convexos.

Figura 2 – Formação de imagem espelho convexo



Fonte: Elaborada pela autora

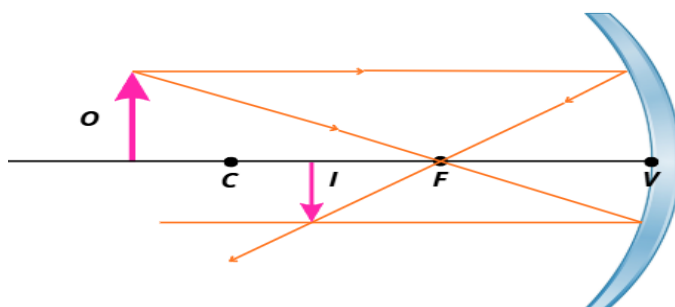
É importante ressaltar que, nos espelhos convexos, a imagem é sempre virtual, direita e menor, independentemente da distância entre o objeto e o espelho. Já nos espelhos côncavos, a



formação da imagem varia conforme a posição do objeto em relação ao vértice, foco e centro de curvatura. Ramalho *et al.* (2009), destaca cinco casos principais para essa análise:

Caso 1: Objeto antes do centro de curvatura (C) - Quando o objeto está posicionado antes do centro de curvatura, a imagem formada será real, invertida e menor do que o objeto.

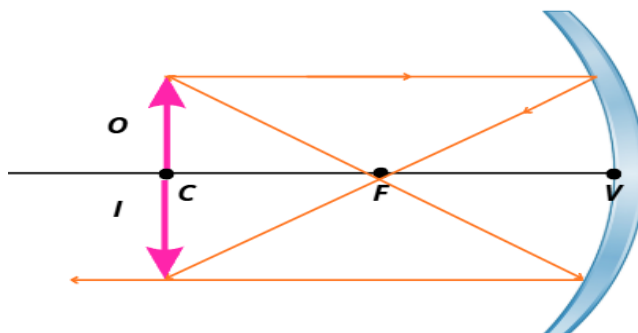
Figura 3 – Formação de imagem espelho côncavo (Caso 1)



Fonte: Elaborada pela autora

Caso 2: Objeto sobre o centro de curvatura (C) - Neste caso, a imagem formada será real, invertida e de mesmo tamanho que o objeto.

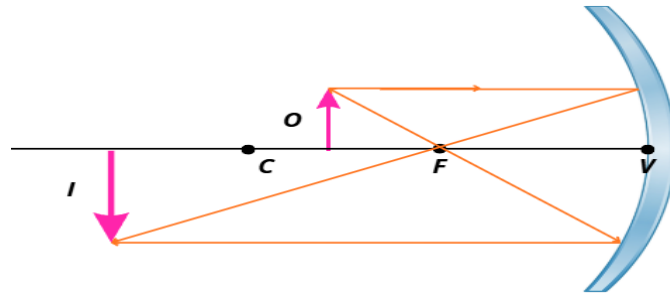
Figura 4 – Formação de imagem espelho côncavo (Caso 2)



Fonte: Elaborada pela autora

Caso 3: Objeto entre o centro de curvatura (C) e o foco (F) - Quando o objeto é posicionado entre o centro de curvatura e o foco, a imagem gerada será real, invertida e maior que o objeto.

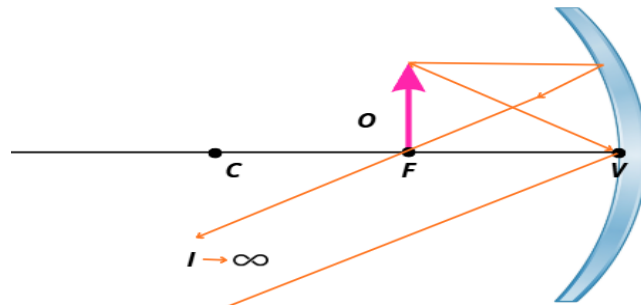
Figura 5 – Formação de imagem espelho côncavo (Caso 3)



Fonte: Elaborada pela autora

Caso 4: Objeto sobre o foco (F) - Neste caso, os raios refletidos tornam-se paralelos entre si, o que implica em uma imagem imprópria ou no infinito. Portanto, não há uma imagem visível formada, já que os raios não se cruzam nem se prolongam de maneira a permitir essa formação.

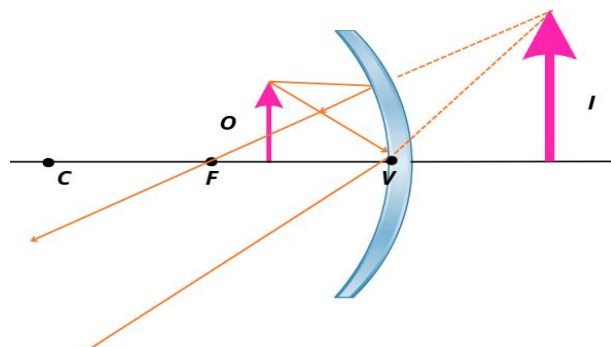
Figura 6 – Formação de imagem espelho côncavo (Caso 4)



Fonte: Elaborada pela autora

Caso 5: Objeto entre o vértice (V) e o foco (F) - A imagem formada neste arranjo será virtual, direita e maior que o objeto. É importante ressaltar que, dentre os cinco casos, este é o único em que a imagem é virtual em espelhos côncavos.

Figura 7 – Formação de imagem espelho côncavo (Caso 5)



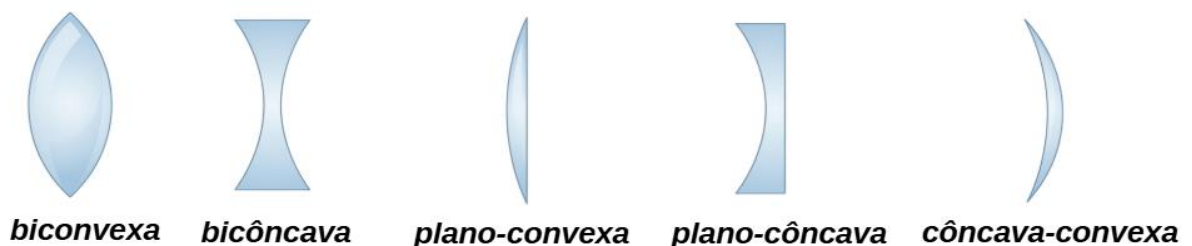
Fonte: Elaborada pela autora

Dessa forma, a análise dos diferentes casos de formação de imagens em espelhos esféricos permite compreender como a posição do objeto e a geometria do espelho influenciam as características da imagem formada. Na seção seguinte, será abordada a formação de imagens em lentes esféricas, ampliando a discussão para outros sistemas ópticos.

## 2.4 LENTES ESFÉRICAS

As lentes são objetos ópticos feitos de materiais transparentes e homogêneos, como vidro ou certos plásticos, e também podem usar meios como ar ou água em casos específicos. Elas possuem duas superfícies curvas, ou uma curva e outra plana, geralmente com formato esférico, podendo ser côncavas ou convexas Nussenzveig (1999). A figura (7) ilustra essas diferentes configurações geométricas, evidenciando os principais tipos de lentes e suas variações estruturais.

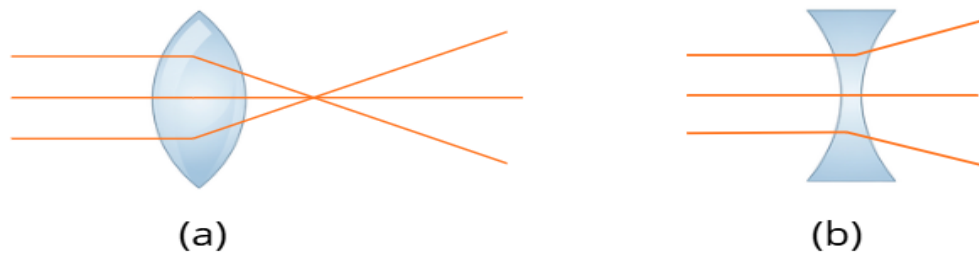
Figura 8 – Tipos de Lentes Esféricas



Fonte: Elaborada pela autora

Segundo Gaspar (2010), as lentes são divididas em dois tipos principais: lentes convergentes (ou convexas), que têm a parte central mais grossa e fazem os raios paralelos convergirem para um foco real; e lentes divergentes (ou côncavas), que têm bordas mais grossas e espalham os raios paralelos, como se viessem de um foco virtual. Na Figura (8) a parte (a), uma lente convergente faz com que os raios paralelos se encontrem em um foco real. Já a a parte (b) mostra uma lente divergente, que espalha os raios, fazendo parecer que eles vêm de um foco virtual antes da lente.

Figura 9 – Lente (a) convergente e (b) divergente



Fonte: Elaborada pela autora

As lentes desviam os raios de luz paralelos ao eixo principal por meio da refração, fazendo com que eles mudem de direção. Conforme o formato da lente e a diferença dos índices de refração dos meios, os raios podem se encontrar em um ponto real (convergir) ou parecer sair de um ponto virtual (divergir). Esse comportamento está alinhado com o que Gaspar (2010) explica, ressaltando a importância de usar a análise gráfica dos raios principais para entender a posição e o tipo das imagens formadas pelas lentes.

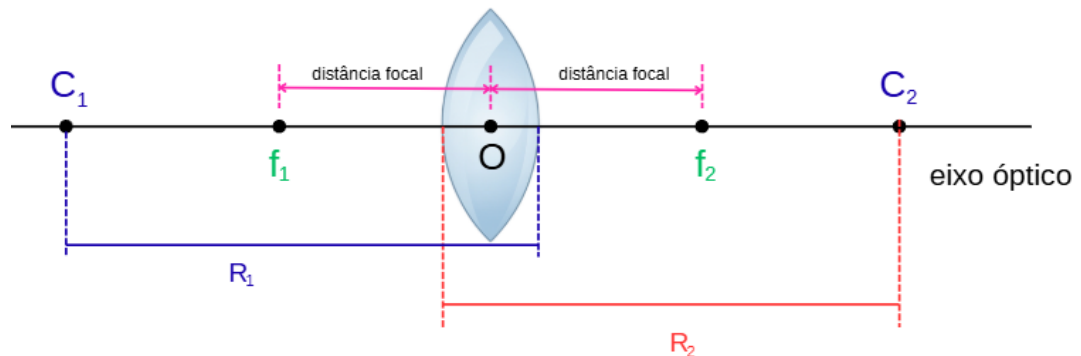
As lentes ópticas podem ser classificadas em delgadas e espessas, conforme sua espessura. Lente delgada é aquela cuja espessura é muito pequena em comparação aos raios de curvatura das suas superfícies, o que facilita simplificações no estudo do comportamento dos raios de luz Nussenzveig (1999).

#### 2.4.1 Formação de imagem em lentes convergentes delgadas

As lentes delgadas convergentes são descritas por elementos geométricos fundamentais: os centros de curvatura ( $C_1$  e  $C_2$ ) e seus respectivos raios ( $R_1$  e  $R_2$ ), o eixo óptico como linha de simetria, e o centro óptico ( $O$ ), ponto pelo qual os raios passam sem desvio.

Além disso, apresentam focos ( $F_1$  e  $F_2$ ), associados à convergência de raios paralelos, e a distância focal ( $f$ ), que mede a separação entre o centro óptico e o foco Tipler & Mosca (2009). Tais aspectos podem ser observados na imagem 10.

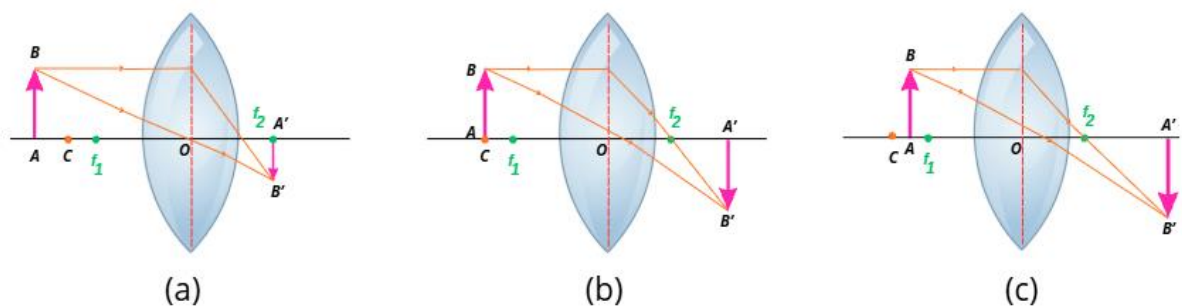
Figura 10 – Lente convergente



Fonte: Elaborada pela autora

A formação de imagens em lentes convergentes ocorre a partir da intersecção dos raios refratados, cujas trajetórias seguem os princípios da óptica geométrica. Dependendo da posição do objeto em relação aos elementos notáveis da lente (como o centro de curvatura  $C$  e o foco  $F_1$ ), diferentes tipos de imagens podem ser formados. A figura (11) apresenta três situações em que a lente convergente forma imagens reais e invertidas, variando apenas o tamanho relativo da imagem em relação ao objeto.

Figura 11 – formação de imagens lentes delgadas



Fonte: Elaborada pela autora

Na figura (11) (a), o objeto está localizado antes do ponto  $C$ . Nessa configuração, os raios refratados se cruzam após a lente, formando uma imagem real, invertida e menor do que o objeto. Na figura (11) (b), o objeto está posicionado sobre o ponto  $C$ , resultando em uma imagem real, invertida e de mesmo tamanho do objeto. Já na figura (11) (c), o objeto encontra-se entre o ponto  $C$  e o foco  $F_1$ . Como consequência, os raios se cruzam em um ponto mais afastado, formando uma imagem real, invertida e ampliada.

### 3 METODOLOGIA

Este trabalho adota uma abordagem qualitativa, de caráter bibliográfico e exploratório, com o objetivo de investigar, à luz da literatura científica, os benefícios do uso do simulador PhET, especialmente da simulação “Óptica Geométrica”. A partir dessa análise, são propostos roteiros de atividades experimentais, localizados nos Apêndices A e B, que visam promover uma aprendizagem mais significativa da Física. A abordagem qualitativa privilegia a interpretação e a compreensão das ideias presentes nas fontes analisadas, em detrimento da simples quantificação de dados. Dessa forma, enfatiza-se a análise dos resultados e a articulação entre as contribuições teóricas, o que se mostra adequado para compreender como os simuladores podem ser percebidos e utilizados como recursos pedagógicos.

A coleta de dados foi realizada por meio de levantamento bibliográfico em materiais previamente publicados, como livros, artigos científicos e periódicos especializados. Para isso, conduziu-se uma busca sistemática nas plataformas Google Acadêmico e no Portal de Periódicos da CAPES, utilizando descritores específicos, como “ensino de óptica geométrica com simuladores”, “uso do PhET no ensino de óptica” e “simulador PhET em formação de imagens”. Inicialmente, foi realizada uma leitura prévia dos resumos dos trabalhos encontrados, a fim de verificar sua pertinência. A seleção das obras considerou critérios como relevância temática, atualidade das publicações e relação direta com o objeto de estudo.

A análise dos dados ocorreu por meio de leitura crítica e reflexiva dos materiais selecionados, buscando identificar contribuições, limitações e relações entre os estudos. Foram considerados aspectos como o potencial dos simuladores na compreensão de conceitos abstratos, a promoção da aprendizagem ativa e os desafios de sua aplicação em sala de aula, especialmente no ensino de óptica geométrica.

Ademais, elaborou-se um quadro síntese com a finalidade de organizar, de forma sistemática, as informações extraídas dos estudos selecionados, contemplando os temas tratados, os aportes mais relevantes e as fragilidades identificadas em cada produção. Tal estrutura favoreceu uma visualização mais clara e articulada do conjunto analisado. Em seguida, procedeu-se à comparação entre os achados, acompanhada de uma discussão crítica, com o intuito de evidenciar aproximações, distanciamentos e possíveis lacunas na literatura, contribuindo para uma compreensão mais aprofundada.

Por fim, com base nas análises realizadas, foi elaborada uma proposta de sequência didática utilizando o simulador “Óptica Geométrica” do PhET, estruturada em roteiros experimentais voltados ao estudo da formação de imagens em espelhos e lentes esféricas. Essa

proposta tem como objetivo facilitar a compreensão dos conteúdos, promover a participação ativa dos alunos e contribuir para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem, tornando o ensino de Física mais dinâmico, acessível e significativo para os estudantes do ensino médio.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção, são apresentados os resultados obtidos por meio da pesquisa bibliográfica realizada com cinco trabalhos publicados no período de 2016 a 2024. Os estudos selecionados foram organizados em forma de quadro, com o objetivo de sistematizar as principais informações extraídas das produções analisadas. Posteriormente, é realizada uma análise comparativa entre os trabalhos, buscando identificar convergências, divergências e possíveis lacunas presentes na literatura. Essa abordagem possibilita uma compreensão crítica e estruturada do tema investigado, servindo de base para a elaboração dos roteiros de aula desenvolvidos nesta pesquisa.

### 4.1 ANÁLISE COMPARATIVA DOS TRABALHOS

Nos Quadros 1 e 2 são apresentados, de forma sistematizada, os estudos selecionados para esta pesquisa, bem como as principais informações extraídas de cada trabalho. A organização dos dados em dois quadros visa facilitar a análise e a comparação dos estudos quanto aos seus objetivos, metodologias, resultados, benefícios associados ao uso do simulador PhET e limitações identificadas pelos autores.

Essa disposição possibilita uma visualização mais clara das convergências e divergências encontradas na literatura, além de contribuir para a identificação de lacunas e perspectivas para futuras investigações. Dessa forma, busca-se proporcionar uma compreensão abrangente e integrada do panorama das produções analisadas.

Quadro 1 – Caracterização dos estudos selecionados: objetivos e metodologia

| <b>Autor(es)</b> | <b>Objeto de Estudo</b>                                                                                                                          | <b>Metodologia</b>                                                                                     |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sant'Anna (2018) | Desenvolver e aplicar uma sequência didática com uso de simulações PhET para o ensino de Óptica Geométrica na Educação de Jovens e Adultos (EJA) | Pesquisa aplicada com elaboração de produto educacional (sequência didática), uso de simuladores PhET. |

| <b>Autor(es)</b>          | <b>Objeto de Estudo</b>                                                                                  | <b>Metodologia</b>                                                                    |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Silva (2023)              | Analisar o uso de simulações virtuais no ensino de óptica como estratégia para facilitar a aprendizagem. | Pesquisa aplicada com uso de simuladores PhET em atividades de ensino de óptica.      |
| Lima <i>et al.</i> (2025) | Investigar o uso do PhET como ferramenta didática no ensino de Física Contemporânea                      | Aplicação de UEPS, com cinco encontros, atividades experimentais, vídeos e simulações |
| Santos (2023)             | Propor uma sequência didática para o ensino de óptica geométrica utilizando simulações virtuais          | Pesquisa bibliográfica e elaboração de sequência didática em cinco aulas              |
| Silva Filho (2024)        | Avaliar o potencial do PhET como recurso complementar no ensino de Física                                | Aplicação pedagógica com uso do simulador em aulas de Física.                         |

Fonte: Elaborado pela autora baseado nos trabalhos selecionados (2025).

A caracterização dos estudos selecionados, apresentada no Quadro 1, evidencia que as pesquisas analisadas compartilham um objetivo comum: investigar o potencial das simulações do PhET como recurso didático para o ensino de Física, com destaque para os conteúdos de Óptica. Embora adotem diferentes abordagens metodológicas, os trabalhos de Lima *et al.* (2025), Silva (2023), Sant’Anna (2018), Silva Filho (2024) e Santos (2023) convergem ao utilizar o simulador como estratégia para favorecer a aprendizagem de conceitos abstratos e de difícil visualização pelos estudantes.

Observa-se, ainda, que os objetivos dos estudos estão voltados não apenas para verificar a eficácia da ferramenta, mas também para compreender de que forma sua incorporação pode contribuir para a inovação das práticas pedagógicas. Enquanto Silva (2023), Lima *et al.* (2025) e Silva Filho (2024) priorizam a análise dos efeitos das simulações sobre a aprendizagem e a compreensão conceitual dos estudantes, Sant’Anna (2018) e Santos (2023) direcionam suas pesquisas para a elaboração de sequências didáticas que integrem o PhET ao planejamento das aulas. Essa diferença de enfoque revela que as investigações não se restringem à avaliação da ferramenta tecnológica, mas buscam propor estratégias de ensino que favoreçam sua utilização de forma planejada e pedagogicamente fundamentada.

No que se refere aos aspectos metodológicos, os estudos demonstram a predominância de pesquisas de natureza aplicada, característica esperada em pesquisas voltadas à inovação no ensino. Em vez de apenas discutir teoricamente as potencialidades das simulações, os autores desenvolvem e implementam intervenções pedagógicas em contextos reais de ensino, permitindo avaliar seus efeitos na aprendizagem dos estudantes.



Quadro 2 – Síntese dos principais resultados, benefícios e limitações do PhET

| <b>Autor(es)</b>          | <b>Principais Resultados</b>                                                | <b>Benefícios do PhET</b>                                                                    | <b>Limitações</b>                                                                                          |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sant’Anna (2018)          | Recursos digitais podem renovar o ensino e ampliar a participação discente. | Inovação metodológica, dinamização das aulas e protagonismo estudantil                       | Dificuldades com uso de tecnologia, necessidade de suporte inicial e possibilidade de distração dos alunos |
| Silva (2023)              | Melhor compreensão dos conceitos e maior envolvimento.                      | Manipulação de variáveis, observação em tempo real, aulas dinâmicas e acessíveis.            | Planejamento detalhado, mediação constante, dificuldades tecnológicas e tempo de execução                  |
| Lima <i>et al.</i> (2025) | Avanço conceitual dos estudantes, maior interesse e participação.           | Visualização concreta dos fenômenos, interatividade, motivação e facilitação da aprendizagem | Dificuldades iniciais, lacunas prévias, adaptação ao uso da ferramenta e acompanhamento da turma           |
| Santos (2023)             | Potencial para tornar o ensino mais significativo e contextualizado         | Demonstração imediata dos fenômenos, teoria-prática e organização pedagógica.                | Recursos tecnológicos disponíveis, tempo para aplicação e preparação prévia do professor                   |
| Silva Filho (2024)        | Favoreceu o engajamento e auxiliou na compreensão de conceitos complexos    | Experiência transformadora, dinamismo, participação ativa e entendimento conceitual          | Dependência da mediação docente, organização prévia e limitações de acesso a equipamentos                  |

Fonte: Elaborado pela autora baseado no trabalhos selecionados (2025).

Conforme sintetizado no Quadro 2, os resultados obtidos pelos estudos apontam que o uso das simulações PhET favorece a compreensão de conceitos físicos ao proporcionar a visualização dos fenômenos de forma mais concreta. Lima *et al.* (2025) destacam que o simulador contribui para minimizar as dificuldades decorrentes da abstração dos conteúdos, enquanto Santos (2023) ressalta que as simulações permitem demonstrar os fenômenos de maneira imediata, aproximando teoria e prática e favorecendo a construção de aprendizagens mais significativas.

Outro aspecto evidenciado no Quadro 2 refere-se ao potencial das simulações para tornar o processo de ensino e aprendizagem mais dinâmicos, interativos e centrado no estudante. Silva (2023) observa que a possibilidade de manipular variáveis e acompanhar, em tempo real, as alterações nos fenômenos físicos favorece uma postura investigativa dos alunos,

estimulando a construção ativa do conhecimento. Em perspectiva semelhante, Silva Filho (2024) caracteriza a utilização do PhET como uma experiência transformadora, capaz de ampliar o engajamento discente, incentivar a participação ativa nas aulas e facilitar a compreensão de conceitos considerados complexos. Esses resultados reforçam o potencial pedagógico das tecnologias digitais para superar práticas de ensino excessivamente expositivas, promovendo metodologias mais participativas e investigativas.

A análise conjunta dos Quadros 1 e 2 também revela diferenças nas estratégias metodológicas adotadas para integrar o PhET às práticas pedagógicas. Enquanto Santos (2023) estrutura sua proposta por meio de uma sequência didática organizada em cinco aulas, Lima *et al.* (2025) fundamentam suas atividades nas Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS). Já Sant'Anna (2018) propõe um produto educacional voltado à Educação de Jovens e Adultos (EJA), evidenciando que o uso das simulações pode ser adaptado a diferentes contextos educacionais. Essas diferenças metodológicas demonstram que a eficácia do PhET não está vinculada a um único modelo de ensino, mas à forma como o recurso é articulado com objetivos pedagógicos bem definidos e estratégias de mediação adequadas.

Por outro lado, os estudos sintetizados no Quadro 2 também evidenciam limitações importantes para a utilização das simulações. Entre os principais desafios destacam-se as dificuldades iniciais dos estudantes no uso da tecnologia, a necessidade de infraestrutura adequada, o tempo destinado ao planejamento e à execução das atividades, bem como a dependência da mediação docente para potencializar a aprendizagem. Lima *et al.* (2025) atribuem parte dessas dificuldades às lacunas conceituais apresentadas pelos estudantes, enquanto Sant'Anna (2018), Silva (2023), Santos (2023) e Silva Filho (2024) convergem ao afirmar que o simulador não substitui o papel do professor, constituindo-se como um recurso complementar ao ensino.

Em síntese, a análise dos estudos demonstra consenso quanto ao potencial das simulações PhET para favorecer a aprendizagem de conteúdos de Física, especialmente aqueles que envolvem fenômenos abstratos e de difícil observação. Entretanto, os resultados também indicam que a efetividade desse recurso depende de um planejamento pedagógico consistente, da mediação qualificada do professor e de condições adequadas de utilização. Assim, as evidências apresentadas nos Quadros 1 e 2 sustentam a compreensão de que o PhET constitui uma ferramenta didática promissora, desde que sua incorporação ao processo de ensino ocorra de forma intencional, articulada aos objetivos de aprendizagem e às metodologias adotadas.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das leituras e dos artigos selecionados ao longo deste trabalho evidenciou que as simulações computacionais disponibilizadas pela plataforma PhET representam um importante recurso didático no ensino de Física. No contexto do ensino médio regular, essas simulações contribuem significativamente para a melhoria da assimilação dos conteúdos, principalmente ao permitir que conceitos abstratos se tornem mais acessíveis por meio da exploração visual e interativa.

Ao tratar de conteúdos como o da Óptica Geométrica: reflexão da luz, refração, espelhos e lentes, o uso dos simuladores PhET se mostrou uma alternativa viável para complementar a teoria ensinada em sala de aula, especialmente em escolas que enfrentam dificuldades na realização de atividades experimentais por falta de laboratórios. Os simuladores permitem que os alunos observem o comportamento de raios de luz em diferentes situações e manipulem variáveis de forma segura e intuitiva, promovendo uma compreensão mais sólida dos fenômenos estudados.

Não obstante suas potencialidades, é imprescindível reconhecer as limitações inerentes ao uso do PhET no contexto educacional. Dentre os principais desafios, destacam-se a dependência de infraestrutura tecnológica adequada, como acesso a dispositivos computacionais e conexão à internet, o que pode restringir sua aplicabilidade em determinadas realidades escolares. Além disso, a utilização da ferramenta sem a devida mediação pedagógica pode comprometer a profundidade da aprendizagem, uma vez que a simples interação com a simulação não garante, por si só, a compreensão conceitual dos fenômenos. Soma-se a isso o fato de que as simulações representam modelos idealizados da realidade, podendo omitir variáveis relevantes presentes em situações experimentais concretas, o que exige do docente uma atuação crítica na contextualização e problematização dos conteúdos abordados.

De acordo com os estudos analisados, as práticas pedagógicas que utilizam os simuladores PhET apresentam potencial para favorecer a participação ativa dos estudantes, estimular o raciocínio lógico e despertar maior interesse pela Física, além de contribuir para a contextualização dos conhecimentos científicos. Embora as simulações virtuais não substituam integralmente as atividades experimentais presenciais, elas constituem uma importante ferramenta didática, possibilitando maior aproximação dos estudantes com o caráter investigativo da ciência e contribuindo para o fortalecimento do processo de ensino-aprendizagem.

Considerando esses aspectos, foi elaborada neste trabalho uma proposta de sequência didática composta por roteiros experimentais para o ensino da Óptica Geométrica no ensino médio, utilizando os simuladores PhET como recurso central nas atividades experimentais virtuais. Essa sequência, apresentada como apêndice, oferece ao professor um conjunto de aulas com roteiros estruturados que integram teoria e prática, possibilitando o uso pedagógico da tecnologia de forma crítica, reflexiva e significativa.

Com esta proposta, espera-se contribuir com as práticas pedagógicas voltadas para o ensino de Física, incentivando a adoção de metodologias que valorizem a experimentação, mesmo que de forma virtual, e que promovam um ambiente de aprendizagem mais dinâmico e colaborativo. O uso consciente e bem orientado dos simuladores pode transformar a maneira como os alunos percebem a ciência, tornando o conhecimento físico mais próximo, concreto e atrativo.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 10 fev. 2025.

DIAS, R.; SIQUEIRA, H. **Física: Ensino Médio – Volume 2: Óptica, Ondas e Termologia**. São Paulo: Moderna, 2015. Disponível em: [https://lfeditorial.com.br/wp-content/uploads/2023/07/9788578613273\\_reduced.pdf?srsId=AfmBOorYgeBNLhLytrLWsKFy5eHRhx8KUBuQBikv-APLaQFnJRdenbaG](https://lfeditorial.com.br/wp-content/uploads/2023/07/9788578613273_reduced.pdf?srsId=AfmBOorYgeBNLhLytrLWsKFy5eHRhx8KUBuQBikv-APLaQFnJRdenbaG). Acesso em: 12 fev. 2025.

GASPAR, A. **Física: Volume único**. São Paulo: Ática, 2010. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/867593396/Fisica-Alberto-Gaspar-Vol-Unico-copia>. Acesso em: 20 fev. 2025.

GOMES, D. M. *et al.* Dificuldade na aprendizagem de física e conhecimentos matemáticos: a importância de uma relação interdisciplinar no ensino médio. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [S. l.], v. 11, n. 12, p. 4838-, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.51891/rease.v11i12.23454>. Acesso em: 15 fev. 2025.

HICKMANN, J. *et al.* Tecnologias digitais na educação contemporânea: letramento digital em perspectiva no século XXI. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 15, 2022. Disponível: [https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/38190?utm\\_source=chatgpt.com](https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/38190?utm_source=chatgpt.com). Acesso em: 25 fev. 2025.

LABRE, Tatiara Helena Marques; GARCIA, Gladys Roberta. O desafio pedagógico da geração Alpha. **Revista Culturas & Fronteiras**, Porto Velho: GEIFA/UNIR, v. 5, n. 1, dez. 2021. Disponível em: <http://www.periodicos.unir.br/index.php/index/user>. Acesso em: 01 mar. 2025.

LIMA, Carlos Henrique Moreira; SILVA, Marcelo Castanheira da; SANTOS, Tiago de Jesus; SILVA, Sabrita Cruz da. Aplicação do software de simulação PhET como ferramenta didática

no ensino de física contemporânea: exploração de conceitos de pinças ópticas. **Revista Amazônica de Ensino de Física**, [S.l.], 2025. Disponível em: <https://share.google/V6lz2Vvdxl6sFLlub>](<https://share.google/V6lz2Vvdxl6sFLlub>). Acesso em: 05 mar. 2025.

MARTINS, R. N. O Novo Ensino Médio nos Moldes da Educação 4.0. **Revista Ilustração**, Cruz Alta: v. 4, n. 3, p. 3-9, 2023. Disponível em: <https://journal.editorailustracao.com.br/index.php/ilustracao/article/view/172>. Acesso em: 10 mar. 2025.

MOREIRA, Marco Antonio. Desafios no ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 43, suppl. 1, e20200451 (2021). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/xpwKp5WfMJsfCRNFCxFhqLy/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 15 mar. 2025.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica 4: óptica, relatividade e Física quântica** 3. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1999. Disponível: [https://books.google.com.br/books?id=utSsDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs\\_vpt\\_read#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?id=utSsDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_vpt_read#v=onepage&q&f=false). Acesso em: 25 mar. 2025.

RAMALHO JÚNIOR, Francisco; FERRARO, Nicolau Gilberto; TOLEDO SOARES, Paulo Antônio de. **Os fundamentos da física: termologia, óptica e ondas**. 9. ed. São Paulo: Moderna, 2009. Disponível: [https://retempo.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/01/8516063368m\\_parte11.pdf](https://retempo.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/01/8516063368m_parte11.pdf). Acesso em: 20 mar. 2025

SANT'ANNA, Agnaldo de Carvalho. **Sequência didática para ensino de óptica: um olhar para a modalidade CEJA**. Volta Redonda: Universidade Federal Fluminense, 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física). Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/handle/1/7285>. Acesso em: 20 fev. 2025.

SANTOS, Ádila Larissa Costa. **O uso de simulações virtuais em óptica geométrica: uma proposta de sequência didática aplicada ao ensino de ciências**. Bragança: Universidade Federal do Pará, 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Naturais). Disponível em: <https://bdm.ufpa.br/server/api/core/bitstreams/1d686b68-70f4-4ab4-8caf-46c70e9921b1/content>. Acesso em: 30 mar. 2025.

SCHERER, S.; BRITO, G. **Integração de tecnologias digitais ao currículo: diálogos sobre desafios e dificuldades**. Educar em Revista, v. 36, p. e76252, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/er/a/FCR5M56M6Chgp4xknpPdKmx/>. Acesso em: 05 abr. 2025.

SILVA FILHO, Mario Cesar Candido da. **Uma proposta de sequência didática para o ensino de óptica geométrica utilizando a reflexão em espelhos**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física). Disponível em: <https://share.google/nVe7qHBKeZR4NEGJI>. Acesso em: 20 abr. 2025.

SILVA, Kétia Kellen Araújo da; BEHAR, Patrícia Alejandra. Competências digitais na educação: uma discussão acerca do conceito. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 35, n. e209940, p. 1-32, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-4698209940>. Acesso em: 10 abr. 2025.

SILVA, Sabrita Cruz da; LIMA, Carlos Henrique Moreira. **Utilização do simulador PhET sobre pinças ópticas como recurso metodológico no ensino de conceitos de física contemporânea.** Rio Branco: Universidade Federal do Acre, 2023. Produto educacional. Disponível em: <https://share.google/COMGhy24hhRapfflH>. Acesso em: 27 abr. 2025.

TIPLER, Paul A.; MOSCA, Gene. **Física para cientistas e engenheiros:** eletricidade e magnetismo, óptica. v. 2. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. Disponível em: <https://pdfcoffee.com/qdownload/fisica-volume-2-6-ediao-paul-tipler-pdf-pdf-free.html>. Acesso em: 09 mar 2025.

## APÊNDICE A – ROTEIRO SIMULAÇÃO ESPELHO ESFERICO

### 1 INTRODUÇÃO

Nesta atividade, você irá investigar a formação de imagens em espelhos esféricos côncavos e convexos utilizando o simulador de Óptica Geométrica. O objetivo é compreender como a geometria do espelho e a posição do objeto influenciam a natureza, o tamanho e a orientação da imagem.

### 2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Compreender o funcionamento dos espelhos esféricos côncavos e convexos.
- Identificar as condições de formação de imagens reais e virtuais.
- Analisar a influência da posição do objeto em relação ao foco.
- Relacionar os resultados observados com os conceitos teóricos da óptica geométrica.

### 3 MATERIAIS NECESSÁRIOS

- Computador ou dispositivo com acesso à internet.
- Simulador PhET: Óptica Geométrica (Geometric Optics). Óptica Geométrica
- Caderno para anotações e cálculos.

### 4 PROCEDIMENTOS

#### Etapa I: Ambientação ao simulador

**Passo 01** — Acesse o simulador pelo link fornecido (Óptica Geométrica) e selecione a opção “Espelho”.

**Passo 02** — Explore a interface e identifique os elementos disponíveis: Objeto; Espelho; Raios de luz; Controles de posição do objeto e características do espelho (centro de curvatura).

**Passo 3** – Movimente o objeto aleatoriamente e observe como a imagem se comporta na tela.

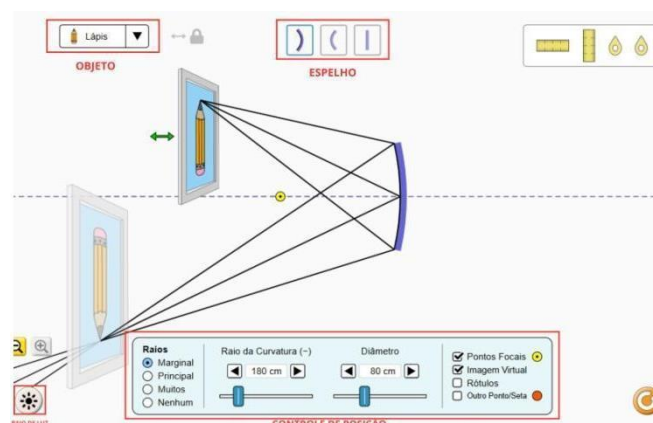


Imagem I de referência: passo 02 e 03.

#### Etapa II: Espelho côncavo

**Passo 01** – Selecione o espelho e selecione uma seta como objeto.

**Passo 02** – Posicione o objeto entre o foco (F) e o vértice. Para facilitar, marque a opção “rótulos” no canto inferior direito do painel de controle.

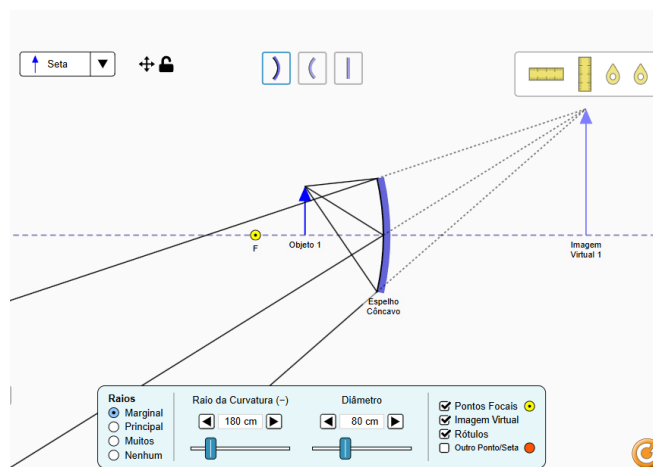


Imagem II de referência: passo 01 e 02

**Descreva as características da imagem formada no passo 02:**

---



---



---

**Passo 03** – Posicione o objeto sob a distância focal ( $F$ ).

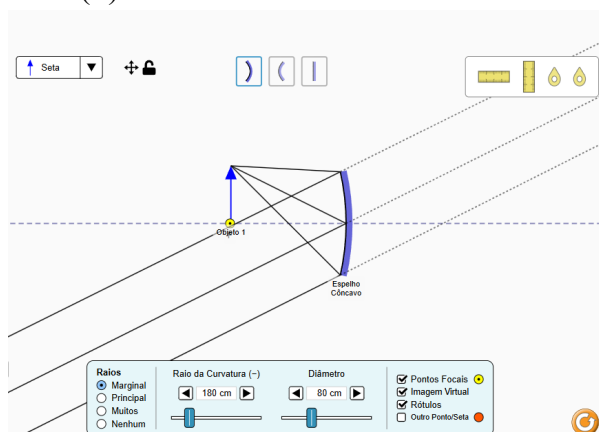


Imagem III de referência: passo 03

**Descreva as características da imagem formada no passo 03:**

---



---



---

**Passo 04** – Posicione o objeto entre o centro de curvatura e o foco.

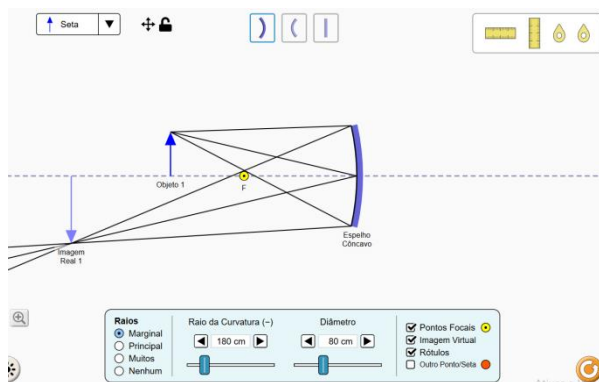


Imagem IV de referência: passo 04

**Descreva as características da imagem formada no passo 04:**

---



---



---

**Passo 05** — Posicione exatamente sob o centro de curvatura.

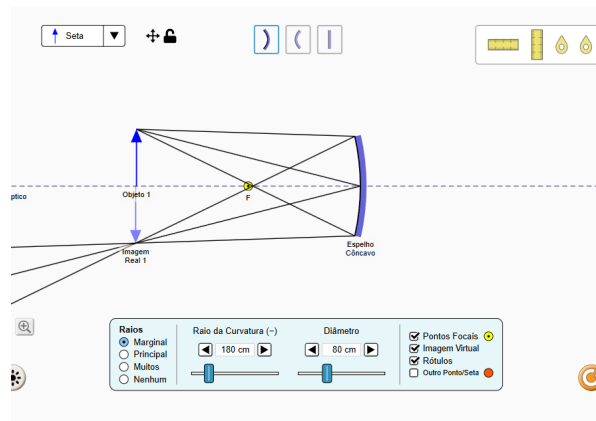


Imagem V de referência: passo 05.

**Descreva as características da imagem formada no passo 05:**

---



---



---

### Etapa III: Espelho Convexo

**Passo 1** – Clique no botão de voltar o simulador para configurações iniciais (localizado no canto inferior direito).

**Passo 2** - Selecione o espelho convexo e selecione uma seta como objeto.

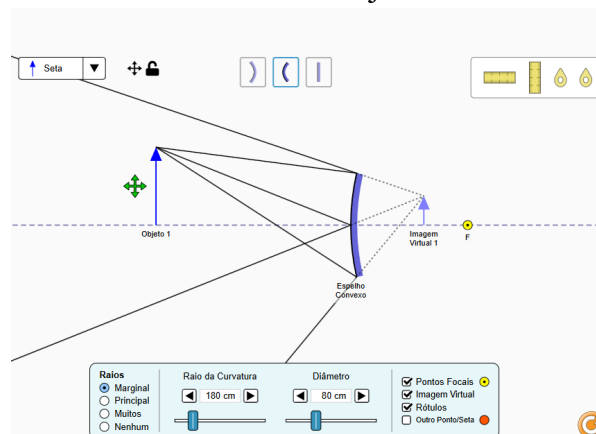


Imagem VI de referência: passo 01 e 02 .

**Passo 3** – Mova o objeto para diferentes posições à frente do espelho, aproximando-o e afastando-o livremente. Para cada nova posição escolhida, observe a imagem formada e registre sua posição, tamanho, orientação e natureza. Ao final, descreva



quais características da imagem permaneceram iguais em todas as situações e quais mudanças você conseguiu perceber.

**Descreva as características da imagem formada no passo 03:**

---

---

---

### **Desafio 1 – Espelhos**

**Tarefa:** resolva os questionamentos abaixo. Utilize-se dos conhecimentos teóricos aprendidos e das simulações feitas anteriormente.

**Q1** — Em quais situações o espelho côncavo formou imagens reais?

---

---

---

**Q2** — O que acontece com a imagem quando o objeto é colocado na distância focal de um espelho côncavo?

---

---

---

**Q3** — Qual é a natureza das imagens formadas por um espelho convexo?

---

---

---

**Q4** — No cotidiano, onde encontramos aplicações de espelhos côncavos e convexas?

---

---

---

## APÊNDICE B – ROTEIRO SIMULAÇÃO LENTES ESFERICAS

### 1 INTRODUÇÃO

Nesta atividade experimental, serão investigadas as relações entre a posição do objeto, a distância focal da lente e as características da imagem formada. O objetivo central é compreender como sistemas ópticos produzem imagens reais e virtuais e como esses princípios são aplicados em instrumentos ópticos e situações do cotidiano.

### 2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar a relação entre posição do objeto, distância focal e posição da imagem em diferentes tipos de lente.
- Identificar características da imagem: tamanho, orientação e natureza (real ou virtual).
- Relacionar os conceitos estudados com aplicações práticas.

### 3 MATERIAIS NECESSÁRIOS

- Computador ou dispositivo com acesso à internet.
- Simulador PhET: Óptica Geométrica (Geometric Optics). Óptica Geométrica
- Caderno para anotações e cálculos.

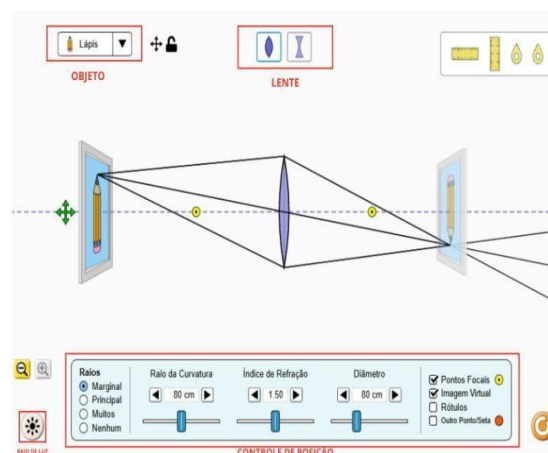
### 4 PROCEDIMENTOS

#### Etapa I: Ambientação ao simulador

**Passo 01** — Acesse o simulador pelo link fornecido (Óptica Geométrica) e selecione a opção “Lente”.

**Passo 02** — Explore a interface e identifique os elementos disponíveis: Objeto; Lente; Raios de luz; Controles de posição do objeto e da lente.

**Passo 03** — Movimente o objeto aleatoriamente e observe como a imagem se comporta na tela.

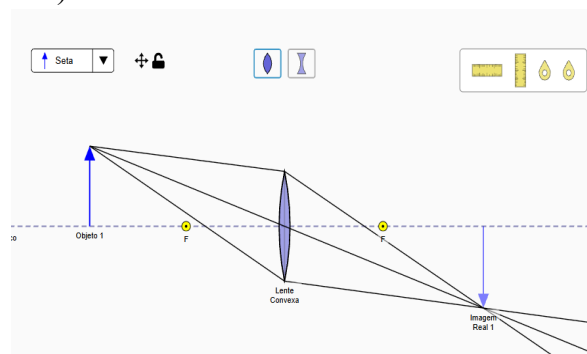


*Imagem I de referência: passo 02 e 03.*

#### Etapa II: Lente Convergente

**Passo 01** — Selecione uma lente convergente e selecione uma seta como objeto.

**Passo 02** — Posicione o objeto a uma distância maior que o dobro da distância focal ( $2F$ ). Observe a imagem formada na tela (para facilitar, ative os rótulos no canto direito da tela).



*Imagem II de referência: passo 02 e 03.*

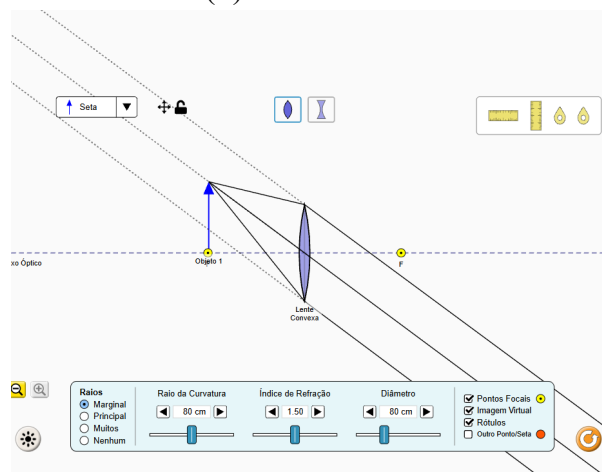
**Descreva as características da imagem formada no passo 02:**

---



---

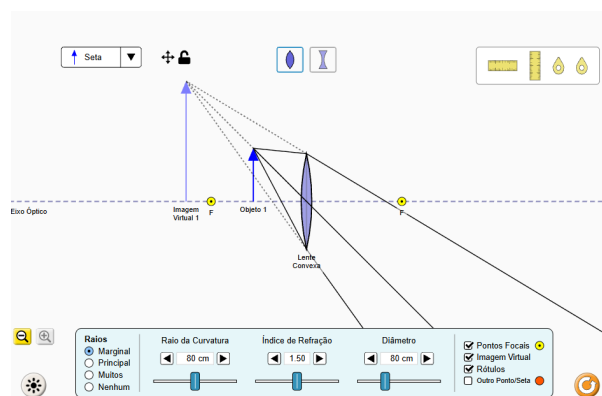
**Passo 03** – Posicione o objeto sob a distância focal (F).



*Imagem III de referência: passo 03.*

**Descreva as características da imagem formada no passo 03:**

**Passo 04** – Posicione o objeto entre a lente e o foco.



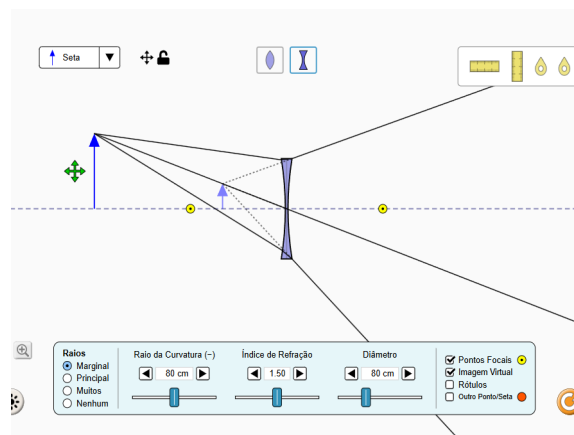
*Imagem IV de referência: passo 04.*

**Descreva as características da imagem formada no passo 04:**

### **Etapas III: Lente Divergente**

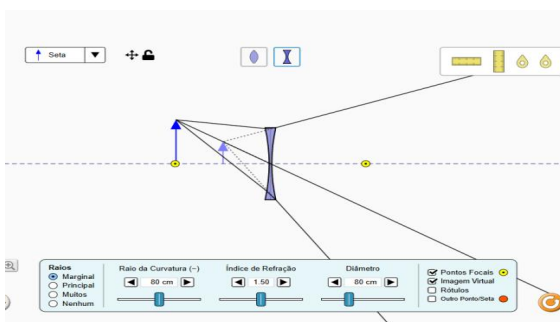
**Passo 01** – Clique no botão de voltar para configurações iniciais (localizado no canto inferior direito).

**Passo 02** – Selecione uma lente divergente e selecione uma seta como objeto.



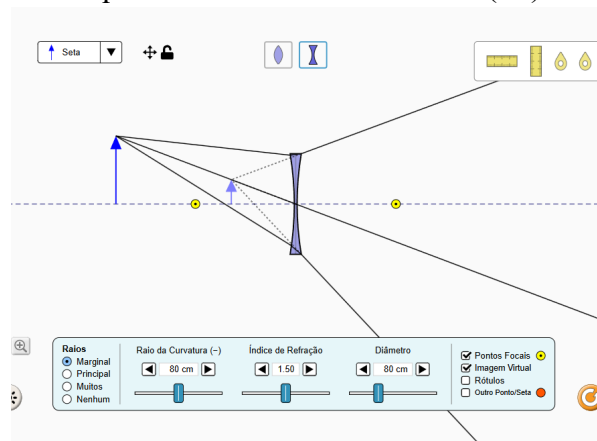
*Imagem V de referência: passo 01 e 02.*

**Passo 03** – Posicione o objeto sob a distância focal (F). (para facilitar, ative os rótulos no canto direito da tela).



**Descreva as características da imagem formada no passo 03:**

**Passo 04** - Posicione o objeto a uma distância maior que o dobro da distância focal (2F).



*Imagem VII de referência: passo 04.*

**Descreva as características da imagem formada no passo 04:**

---



---



---



---



---



---



---

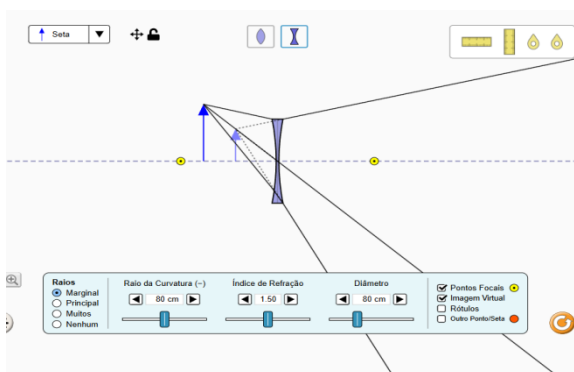


---



---

**Passo 05** – Posicione o objeto entre a lente e o foco.



**Descreva as características da imagem formada no passo 04:**

---



---



---

### **Desafio 1 – Qual lente está escondida?**

Um sistema óptico desconhecido apresenta o seguinte comportamento:

- A imagem é sempre direita.
- A imagem é sempre menor que o objeto.
- Ao afastar o objeto, a imagem se aproxima da lente.

**Tarefa:** Tente reproduzir esse comportamento no simulador. Teste com lentes convergentes e divergentes.

### **Pergunta:**

Qual tipo de lente está sendo utilizada? Justifique sua resposta com base nas características observadas e no comportamento dos raios.