UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL
INSTITUTO DE FÍSICA
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

Óptica Quest: Um Jogo de Tabuleiro para o Ensino de Óptica Geométrica no Ensino Médio

Aluno: Jonathan Carlos Moreira da Silva
Orientador: Prof. DR. Wagner Ferreira da Silva

MACEIÓ – AL
2025

JONATHAN CARLOS MOREIRA DA SILVA

Óptica Quest: Um Jogo de Tabuleiro para o Ensino de Óptica Geométrica no Ensino Médio

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Física da Universidade Federal de Alagoas como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Licenciatura em Física.

Orientador: Prof. Dr. Wagner Ferreira da Silva

MACEIÓ – AL
2025

Catalogação na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecário: Antonia Izabel da Silva Meyer – CRB-4 – 1558

S586a Silva, Jonathan Carlos Moreira da.

Óptica Quest: um jogo de tabuleiro para o ensino de óptica geométrica no ensino médio / Jonathan Carlos Moreira da Silva. – 2025.

[82] f. : il.

Orientador: Wagner Ferreira da Silva.

Monografia (Trabalho de conclusão de curso em Física: licenciatura) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Física. Maceió, 2025.

Bibliografia: f. 60-67.

Apêndices: 68- [82]

1. Óptica geométrica. 2. Jogos educativos. 3. Ensino de física. 4. Metodologias ativas. 5. Física – Ensino médio. I. Título.

CDU: 535.31:37

FOLHA DE APROVAÇÃO

Jonathan Carlos Moreira da Silva

Óptica Quest: Um Jogo de Tabuleiro para o Ensino de Óptica Geométrica no Ensino Médio

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito para obtenção do grau de licenciado em Física pela Universidade Federal de Alagoas.

gov.br Documento assinado digitalmente
WAGNER FERREIRA DA SILVA
Data: 26/05/2025 18:54:55-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

Prof. Dr. Wagner Ferreira da Silva - IF/UFAL (Orientador).

gov.br Documento assinado digitalmente
HARRISSON DAVID ASSIS SANTOS
Data: 27/05/2025 10:02:14-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

Prof. Dr. Harrisson David Assis Santos - SEDUC - AL (Membro externo)

gov.br Documento assinado digitalmente
ANDRE LUIS BAGGIO
Data: 27/05/2025 14:56:41-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

Prof. Dr. André Luis Baggio - IF/UFAL - IF/UFAL (Membro interno)

Dedico este trabalho a Deus, à minha família e, especialmente, à minha amada esposa e aos meus filhos, que são a razão do meu caminhar.

"A jornada de mil milhas começa com um único passo."

Lao Tzu

Agradecimentos

A gratidão é, sem dúvida, uma das expressões mais autênticas da condição humana. É por meio dela que reconhecemos que nossa caminhada não se faz sozinha, mas se constrói a partir do apoio, das contribuições e da generosidade daqueles que cruzam nosso caminho. Ser grato é valorizar cada gesto, cada palavra e cada presença que, de alguma forma, fortaleceu nossa jornada.

Em primeiro lugar, elevo minha gratidão a Deus, fonte de força, sabedoria e perseverança. Foi Ele quem me sustentou nas horas de incerteza, me fortaleceu diante dos desafios e me concedeu o privilégio de iniciar e concluir o curso de Licenciatura Plena em Física. Foram anos marcados por muitas provações, dificuldades pessoais e acadêmicas, mas também por crescimento, aprendizado e superação. A fé foi o alicerce que me manteve firme, mesmo nos momentos em que tudo parecia desmoronar.

A conclusão desta etapa da minha vida não é apenas uma conquista individual, mas o reflexo de uma rede de apoio construída ao longo do tempo. A todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte dessa história, minha eterna gratidão.

Sou profundamente grato à minha esposa, Polianna Silva, aos meus filhos, Nicolas Gabriel e João Miguel, e à minha mãe, Andréa Moreira, por existirem em minha vida, pelo apoio incondicional e por sempre estarem ao meu lado. Especialmente durante os momentos difíceis que enfrentamos em 2021 e 2022, a presença e o incentivo deles foram fundamentais para que eu me mantivesse forte e perseverante. Este trabalho é, também, de vocês — porque cada conquista minha carrega a marca do amor e do apoio que me oferecem todos os dias. Obrigado por existirem, por me inspirarem e por caminharem comigo.

Agradeço a todos os docentes que contribuíram para minha formação, especialmente ao professor Dr. Wagner Ferreira da Silva, que me orientou com paciência, soube me ouvir e esteve sempre à disposição para a realização e conclusão deste trabalho; e aos professores Dr. Guilherme Almeida e Dr. Sérgio Lira, que, ao longo da graduação, foram excelentes educadores, que demonstraram na prática o verdadeiro significado da dedicação ao ensino.

Agradeço também aos professores Dr. Harrisson David Assis Santos e Dr. André Luís Baggio por terem aceitado compor a banca de avaliação deste trabalho.

À minha avó, que foi a incentivadora da minha entrada no ensino superior.

A todos os colegas de curso, com quem compartilhei momentos de descontração e desafios ao longo desses anos.

RESUMO

No ensino básico brasileiro, as dificuldades nas ciências exatas — especialmente em Física e Matemática — perpetuam um ciclo de baixo desempenho e desmotivação entre os alunos. Esse cenário é agravado pela predominância de metodologias tradicionais, centradas na memorização e desarticuladas da aplicação prática dos conceitos. Como consequência, muitos estudantes desenvolvem aversão à Física, frequentemente associada a experiências negativas anteriores com a Matemática, o que reforça barreiras cognitivas e emocionais. Pesquisas recentes indicam que estratégias de ensino inovadoras, como a aprendizagem baseada em jogos e a gamificação, podem reverter esse quadro ao transformar conteúdos abstratos em experiências interativas e significativas. Nesse contexto, foi desenvolvido o jogo de tabuleiro *Óptica Quest*, uma ferramenta pedagógica voltada ao ensino de Óptica Geométrica. O jogo permite que os alunos revisem e aprendam, de forma lúdica e colaborativa, conceitos como reflexão, refração e formação de imagens. Ao integrar o *Óptica Quest* ao planejamento docente, os professores podem promover uma aprendizagem ativa, crítica, descontraída e motivadora, rompendo com o modelo tradicional que posiciona o discente como sujeito passivo no processo educativo — especialmente entre estudantes com baixa familiaridade com linguagens formais e dificuldades na assimilação de conteúdos. Embora o jogo ainda não tenha sido aplicado em ambiente escolar, seu formato foi projetado para permitir a aplicação em aulas de 50 minutos. Além disso, trata-se de um recurso de baixo custo, com tabuleiro e cartas que podem ser impressos facilmente em impressoras coloridas, amplamente disponíveis nas escolas. Por ser jogado em duplas, o jogo estimula a interação entre os alunos, favorecendo o aprendizado colaborativo. Espera-se, portanto, que o *Óptica Quest* se torne um instrumento didático útil para professores que desejam tornar suas aulas de Óptica Geométrica mais dinâmicas, acessíveis e significativas.

Palavras chaves: Ensino de Física. Óptica geométrica. Jogos educacionais. Metodologias ativas.

Óptica Quest: A Board Game for Teaching Geometrical Optics in High School

ABSTRACT

In Brazilian basic education, difficulties in the exact sciences—particularly Physics and Mathematics—perpetuate a cycle of low academic performance and student demotivation. This situation is exacerbated by the predominance of traditional teaching methodologies, which are focused on memorization and disconnected from the practical application of concepts. As a consequence, many students develop an aversion to Physics, often linked to prior negative experiences with Mathematics, thereby reinforcing cognitive and emotional barriers. Recent studies suggest that innovative teaching strategies, such as game-based learning and gamification, can help reverse this scenario by transforming abstract content into interactive and meaningful experiences. Within this context, the board game Óptica Quest was developed as a pedagogical tool aimed at teaching Geometrical Optics. The game enables students to review and learn concepts such as reflection, refraction, and image formation in a playful and collaborative manner. By integrating Óptica Quest into their lesson planning, teachers can foster active, critical, engaging, and motivating learning, breaking away from the traditional model that positions the student as a passive participant in the educational process—especially among those with limited familiarity with formal languages and difficulties assimilating content. Although the game has not yet been implemented in school settings, its format was designed for use in 50-minute class sessions. Furthermore, it is a low-cost resource, with a board and cards that can be easily printed using color printers commonly available in schools. Played in pairs, the game promotes student interaction and supports collaborative learning. It is thus expected that Óptica Quest will serve as a valuable didactic tool for teachers seeking to make their Geometrical Optics lessons more dynamic, accessible, and meaningful.

Keywords: Physics Education; Geometrical Optics; Educational Games; Active Learning Methodologies.

Sumário

1 INTRODUÇÃO 10

1.1 Objetivos 11

1.2 Estrutura desta monografia 12

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 14

2.1 A BNCC e os Conteúdos Fundamentais da Óptica Geométrica 17

2.1.1 Diretrizes da BNCC para o Ensino de Óptica 19

2.1.2 Conteúdos Fundamentais de Óptica no Ensino Médio 19

2.2 Desafios do Ensino Tradicional de Óptica e a Importância de Metodologias Lúdicas e Ativas 20

2.3 Metodologias Ativas e Lúdicas no Processo de Ensino-Aprendizagem 22

2.4 Exemplos de Ferramentas Didáticas para o Ensino de Óptica 24

2.4.1 Jogos educativos 24

2.4.2 Experimentos de Baixo Custo 28

2.4.3 Simuladores Digitais 30

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-PEDAGÓGICA 32

3.1 Aprendizagem Baseada em Jogos (Game-Based Learning - GBL) 32

3.2 Construtivismo (Piaget) 34

3.3 Teoria Sociocultural de Vygotsky (Sócio-Interacionismo) 35

3.4 Aprendizagem Significativa (David Ausubel) 37

4 ÓPTICA GEOMÉTRICA: PRINCIPAIS CONCEITOS FÍSICOS PRESENTES NO JOGO 37

4.1 Princípios da Óptica Geométrica 38

4.2 Lei da Reflexão e Refração 39

4.3 Difusão e Absorção da Luz 41

4.4 Imagens em Espelhos Planos e Esféricos 43

4.5 Imagens em Lentes Delgadas 46

4.6 Equação de Gauss para Lentes Delgadas 49

4.7 Ampliação de uma Imagem Formada Por um Espelho ou Por uma Lente..... 49

5 O JOGO DE TABULEIRO “ÓPTICA QUEST” 50

5.1 Descrição do jogo 50

5.2 Descrição detalhada dos componentes do jogo 51

5.3 Regras do jogo. 54

5.4 Sugestão de sequência didática para utilização do jogo 55

6 CONCLUSÃO E COMENTÁRIOS FINAIS 59

REFERÊNCIAS 60

APÊNDICE – Regras do Jogo, Tabuleiro e Cartas do Jogo 68

1 INTRODUÇÃO

Os desafios do ensino de Física na educação contemporânea são inúmeros: ausência de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) nas aulas, predominância do método de ensino por reprodução/transmissão, ensino centrado no docente em vez do aluno, aprendizagem mecânica e conteúdos desatualizados, entre outros (Moreira, 2017).

A aprendizagem baseada em jogos (*Game-Based Learning* – GBL) é uma abordagem pedagógica que utiliza jogos e atividades lúdicas para envolver os alunos no aprendizado de conceitos complexos. Segundo Pacheco (2023), os jogos digitais podem ser ferramentas eficazes para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem, promovendo maior engajamento e retenção dos conteúdos. Em 2011, McGonigal destacou que quatro elementos são fundamentais em qualquer jogo: voluntariedade, regras, objetivos e *feedbacks*. Dessa forma, na elaboração de um jogo educacional, espera-se que esses elementos também estejam presentes.

A GBL tem sido amplamente utilizada no ensino para tornar o aprendizado mais envolvente e dinâmico, baseada em princípios de jogos que motivam e engajam os alunos. Aplicada em diversas áreas do ensino, incluindo matemática, ciências e história, essa metodologia melhora a motivação dos alunos, aumenta o engajamento, aprimora o desempenho acadêmico e desenvolve habilidades essenciais, como resolução de problemas, pensamento crítico e colaboração (Pacheco & Costa, 2023; Werbach & Hunter, 2012).

Para Vygotsky (1934), a aprendizagem é um processo social que ocorre por meio da interação, sendo o desenvolvimento cognitivo influenciado pelo ambiente social. Nessa perspectiva, a aprendizagem baseada em jogos tem se mostrado particularmente eficaz no ensino de assuntos complexos, como a óptica, ao utilizar dinâmicas e elementos de jogos elaborados para promover fluidez e engajamento (Kalogiannakis; Papadakis; Zourmpakis, 2021). Essa abordagem facilita a compreensão de conceitos, dos mais simples aos mais complexos, por meio de uma experiência lúdica e envolvente.

Além disso, a metodologia ativa pode tornar o aprendizado mais acessível e inclusivo, quebrando o paradigma do ensino tradicional brasileiro, que vê o aluno como um agente passivo e o professor como o detentor do conhecimento (Li; Ma; Shi, 2023). A introdução da aprendizagem baseada em jogos na sala de aula desenvolve competências socioemocionais importantes, como curiosidade, criatividade, raciocínio lógico e analítico, e capacidade de tomada de decisões. Com isso, o ambiente educacional se torna mais atrativo e interativo para

os discentes, representando uma solução para combater as fragilidades do ensino tradicional brasileiro (Li; Ma; Shi, 2023).

Segundo o educador e filósofo Freire (1968), ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as condições para que ele seja produzido ou construído pelo próprio sujeito. Nesse sentido, ao refletirmos sobre o estudo da Óptica Geométrica — especialmente no que diz respeito à aplicação, absorção e compreensão dos conteúdos pelos discentes —, o jogo de tabuleiro que desenvolvemos, intitulado "Óptica Quest", configura-se como uma ferramenta didática que facilita o processo de ensino-aprendizagem. Os alunos podem aprender sobre óptica de uma maneira leve, divertida, intuitiva e interativa, incluindo desafios e recompensas que incentivam os alunos a aprenderem e progredir no jogo, como iremos detalhar posteriormente neste trabalho.

Pacheco (2023) destaca que os jogos digitais podem ser ferramentas eficazes para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem, promovendo maior engajamento e retenção dos conteúdos. O jogo de tabuleiro "Óptica Quest" foi desenvolvido com base em pesquisas sobre metodologias ativas, sendo destinado ao ensino médio como ferramenta didática para o ensino de alguns conceitos de óptica geométrica. Este jogo é especialmente útil para alunos que estão estudando óptica pela primeira vez e se deparam com diversas nomenclaturas e conceitos, auxiliando na compreensão dos tópicos abordados e favorecendo o desenvolvimento da destreza e a retenção dos conteúdos ministrados.

1.1 Objetivos

O objetivo deste trabalho foi criar um jogo de tabuleiro que aborde e contribua para a retenção de conceitos, palavras-chave, aspectos físicos presentes em nosso cotidiano e aqueles relacionados à óptica geométrica. Para alcançar esse objetivo geral, foi necessário implementar abordagens didáticas que se distanciassem do ensino tradicional. Além disso, buscou-se desenvolver uma atividade lúdica e interativa, capaz de envolver e engajar os alunos. Outro aspecto fundamental foi a criação de um ambiente de jogo colaborativo, com feedback positivo e mecanismos de suporte, permitindo que os estudantes esclarecessem dúvidas, quando necessário, e aprendessem de forma inclusiva, participativa e dinâmica.

Nesta dissertação, exploraremos como o jogo "Óptica Quest" pode auxiliar na compreensão dos tópicos abordados no ensino de Óptica Geométrica, permitindo que os alunos escapem da monotonia do ensino tradicional, mantendo sua atenção e interesse pelos assuntos abordados.

1.2 Estrutura desta monografia

No Capítulo 2, dedicado à Revisão Bibliográfica, serão explorados os fundamentos teóricos que embasam a proposta deste jogo. Inicialmente, serão abordadas a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e as diretrizes para o ensino de Óptica no Ensino Médio, com a identificação dos conteúdos fundamentais de Óptica Geométrica que devem ser trabalhados nessa etapa de ensino. Em seguida, serão discutidos os desafios do ensino tradicional de Óptica e a importância de metodologias lúdicas e ativas no processo de ensino-aprendizagem. Também serão analisadas as limitações das abordagens convencionais e os benefícios pedagógicos do uso de jogos como ferramentas didáticas no ensino de Física. Por fim, serão apresentados exemplos de recursos didáticos já descritos na literatura que buscam inovar o ensino da Óptica.

O Capítulo 3 apresentará a Fundamentação Teórico-Pedagógica que sustenta a criação do jogo. Inicialmente, será abordada a Aprendizagem Baseada em Jogos (*Game-Based Learning* – GBL), explorando de forma detalhada como essa abordagem pedagógica, que utiliza jogos como ferramenta de ensino, pode promover a aprendizagem de maneira eficaz e engajadora. Ressalta-se que a metodologia GBL constitui o principal referencial teórico para o desenvolvimento e os objetivos do jogo elaborado nesta monografia, o Óptica Quest. Na sequência, serão discutidas as bases teóricas do Construtivismo, conforme os princípios de Piaget, conectando suas ideias com as estratégias pedagógicas utilizadas no jogo proposto. Também serão abordadas a Teoria Sociocultural, também conhecida como Sócio-interacionismo, de Vygotsky, e a proposta de Aprendizagem Significativa, de David Ausubel, completando o arcabouço teórico que fundamenta esta pesquisa.

O Capítulo 4, intitulado Óptica Geométrica: principais conceitos físicos presentes no jogo, apresentará os conceitos fundamentais necessários para a compreensão e a jogabilidade do Óptica Quest. Serão abordados os princípios da Óptica Geométrica, a lei da reflexão e da refração, os fenômenos de difusão e absorção da luz, a formação de imagens em espelhos planos e esféricos, a formação de imagens em lentes delgadas, bem como a equação das lentes e o conceito de ampliação de uma imagem formada por um espelho. Esses conteúdos serão integrados de maneira didática ao jogo, contribuindo para o processo de ensino-aprendizagem de forma interativa e contextualizada.

O Capítulo 5 será dedicado à apresentação do jogo de tabuleiro Óptica Quest. Inicialmente, será descrita uma visão geral do jogo, seguida da exposição detalhada de seus componentes. Na sequência, serão apresentadas as instruções de como jogar e a dinâmica envolvida na atividade. Por fim, será proposta uma sequência didática para a utilização do

Óptica Quest em sala de aula, oferecendo sugestões de implementação que integrem o jogo ao conteúdo curricular de forma eficaz e pedagógica.

Por fim, o Capítulo 6 apresentará a Conclusão e Comentários Finais deste estudo, reunindo as principais considerações sobre o desenvolvimento e o potencial didático do jogo, bem como sugestões para pesquisas futuras e aprimoramentos relacionados à aplicação de recursos lúdicos no ensino de Física.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O ensino de Física no nível médio abrange uma ampla gama de tópicos essenciais para a formação científica dos alunos, entre os quais a Óptica Geométrica desempenha um papel crucial. Conforme preconiza a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a compreensão dos fenômenos relacionados à luz é fundamental para o desenvolvimento do pensamento científico e tecnológico dos estudantes. A óptica geométrica, em particular, aborda conceitos como reflexão, refração e dispersão da luz, que são essenciais não apenas para o estudo avançado da física, mas também para diversas aplicações práticas no cotidiano. Portanto, integrar esses conceitos ao ensino de Física pode enriquecer a experiência educacional, tornando o aprendizado mais relevante e conectado com a realidade dos alunos. (Silva; Della Vechia, 2023).

A Óptica é uma área da Física responsável pelo estudo dos fenômenos relacionados à interação da luz com a matéria. Nesse contexto, a Óptica Geométrica oferece aos alunos uma base sólida para a compreensão de diversos fenômenos e tecnologias que envolvem a luz, dada a proximidade desses fenômenos com o cotidiano. Situações como a formação de imagens em espelhos e lentes, a correção da visão por meio de óculos e lentes de contato, bem como o funcionamento de instrumentos ópticos, como microscópios e telescópios, são explicadas a partir dos princípios da Óptica Geométrica (Salomão et al., 2023). Esses princípios incluem a propagação retilínea da luz, a reversibilidade dos raios luminosos e a independência entre eles (Teófilo et al., 2020).

É praticamente consenso entre os pesquisadores da área de ensino que a educação científica deve ir além da simples transmissão mecânica de conteúdos, promovendo uma compreensão crítica, reflexiva e contextualizada dos conceitos científicos. Tal abordagem é essencial para que os alunos não apenas memorizem fórmulas ou definam termos, mas sejam capazes de interpretar e compreender o mundo ao seu redor de forma mais clara, profunda e fundamentada (Krasilchik, 2000). Essa perspectiva amplia o papel da ciência na escola, reconhecendo-a como parte do processo de formação integral do indivíduo, em vez de um conjunto isolado de saberes.

Nesse sentido, Torres (2001) argumenta que a educação, quando compreendida em sua dimensão mais ampla, deve estar voltada à formação de sujeitos autônomos e críticos, capazes de compreender as complexidades da sociedade contemporânea e de atuar nela de forma consciente e participativa. Segundo o autor, o processo educativo deve cultivar a capacidade de

refletir sobre a realidade, de modo que o indivíduo desenvolva não apenas competências técnicas, mas também uma postura ativa e transformadora diante do conhecimento e da vida em sociedade.

Dessa forma, o ensino de Óptica Geométrica assume um papel relevante dentro do currículo de Física, não apenas pelo conteúdo em si, mas pelas possibilidades didáticas que oferece para o desenvolvimento de habilidades cognitivas mais amplas. Quando trabalhado por meio de atividades práticas e experimentais, esse tema permite que os alunos se envolvam em processos de investigação científica, nos quais são estimulados a formular hipóteses, testar ideias, observar fenômenos, analisar resultados e tirar conclusões com base em evidências. Esse tipo de abordagem contribui diretamente para o fortalecimento do raciocínio lógico, da capacidade de argumentação e do pensamento científico, aspectos fundamentais para uma educação crítica e significativa.

Além disso, ao lidar com temas da Óptica que estão diretamente ligados à realidade cotidiana — como formação de imagens, funcionamento de espelhos e lentes, percepção visual, entre outros —, os alunos são levados a estabelecer relações entre teoria e prática, conectando o conhecimento escolar ao seu contexto de vida. Assim, o ensino de Óptica Geométrica pode se tornar uma oportunidade valiosa para tornar a ciência mais acessível, interessante e relevante, despertando o interesse dos estudantes e favorecendo uma aprendizagem mais duradoura e significativa.

No entanto, o ensino de Óptica Geométrica ainda enfrenta desafios significativos, sobretudo quando se limita ao uso do quadro e do giz. Essa abordagem tradicional, centrada na exposição teórica e na resolução de cálculos, dificulta a visualização dos fenômenos ópticos, tornando o conteúdo abstrato, pouco atrativo e de difícil assimilação para os alunos. A ausência de experimentação e recursos práticos nas escolas, especialmente nas públicas, contribui para a baixa motivação e para a dificuldade na construção de significados durante o processo de aprendizagem (Souza et al., 2019). Soma-se a isso a persistência de práticas tradicionais de ensino, que, juntamente com esses obstáculos, tornam o processo de ensino-aprendizagem nessa área particularmente desafiador. Professores frequentemente relatam dificuldades em manter o interesse dos estudantes, além de observarem sinais de desmotivação ao abordar esses conteúdos, o que pode comprometer a eficácia do ensino e a assimilação dos conceitos (Moreira, 2017).

Para promover maior engajamento dos alunos nas aulas, podem ser utilizados jogos educativos, que permitem aos estudantes explorar e experimentar os fenômenos ópticos de forma lúdica, favorecendo uma compreensão mais profunda dos conceitos (Silva; Sales; Castro,

2019). Nesse contexto, o uso de ferramentas didáticas inovadoras, como os jogos, tem se mostrado uma abordagem promissora para enfrentar os desafios do ensino de Óptica. Consideradas práticas pedagógicas não tradicionais, essas metodologias incentivam o aluno a pensar, agir e assumir um papel mais ativo no processo de aprendizagem (Menezes, 2022).

De acordo com Silva, Sales e Castro (2019), a utilização de jogos educativos no ensino de Física, especialmente na Óptica Geométrica, tem o potencial de transformar a forma como os alunos se relacionam com os conceitos. Os autores argumentam que o uso de jogos no processo de aprendizagem torna o estudo mais dinâmico, interativo e prazeroso, promovendo maior envolvimento por parte dos estudantes. Além disso, destacam que essa abordagem permite que os alunos explorem e experimentem os fenômenos ópticos de maneira lúdica, facilitando a compreensão dos conceitos teóricos. Dessa forma, a inserção de jogos com finalidade educativa também incentiva a autonomia dos discentes, promovendo um papel mais ativo no processo de aprendizagem e o desenvolvimento de habilidades críticas e analíticas.

Estudos indicam que o uso de jogos educacionais contribui para o aumento da motivação e do interesse dos alunos (Prensky, 2001), ao facilitar a compreensão de conceitos complexos por meio de abordagens interativas (Gee, 2003) e ao promover a aprendizagem colaborativa e a construção conjunta do conhecimento, com o desenvolvimento de habilidades de comunicação e trabalho em equipe (Squire, 2011). Além disso, os jogos proporcionam um ambiente seguro para a experimentação e o erro, permitindo que os estudantes aprendam no próprio ritmo (Kafai & Resnick, 1996). Em contraste com o ensino tradicional, frequentemente caracterizado pela transmissão passiva de conteúdo, os jogos oferecem uma experiência de aprendizagem mais dinâmica e envolvente (Gee, 2003; Squire, 2011).

A revisão sistemática conduzida por Marques et al. (2021) sobre metodologias ativas evidencia seu potencial transformador no campo educacional, ao propor uma ruptura com o modelo tradicional de ensino centrado na figura do professor e na transmissão unidirecional do conhecimento. Ao contrário, as metodologias ativas posicionam o estudante como agente ativo e protagonista na construção do próprio aprendizado, favorecendo uma participação mais engajada e autônoma no processo educativo.

A análise de múltiplos estudos revisados pelos autores aponta uma série de benefícios associados à implementação dessas abordagens, como o aumento do engajamento em sala de aula, o estímulo à motivação intrínseca, a promoção do pensamento crítico e o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas. Além disso, observou-se uma maior retenção de conteúdos e melhor desempenho acadêmico, em comparação com métodos tradicionais.

Esse deslocamento do foco do ensino para a aprendizagem ativa permite que os estudantes construam o conhecimento de maneira mais significativa, a partir da interação com colegas, da experimentação, da argumentação e da resolução de desafios reais. Essa perspectiva está em consonância com os princípios orientadores da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que valoriza a formação de sujeitos críticos, criativos, colaborativos e preparados para enfrentar os desafios do século XXI.

Desse modo, a centralização do estudante como protagonista do processo educativo não apenas favorece uma aprendizagem mais eficaz, como também contribui para o desenvolvimento de competências gerais previstas na BNCC, como o pensamento científico, crítico e criativo, a responsabilidade, a argumentação e a empatia — consolidando, assim, uma formação mais integral e conectada à realidade dos alunos.

Neste Trabalho de Conclusão de Curso, as seções seguintes explorarão com maior profundidade os benefícios e as potencialidades do uso de jogos como ferramentas didáticas no ensino de Física, com foco específico na Óptica Geométrica. Tais benefícios estão alinhados às diretrizes da BNCC, que valoriza o uso de metodologias ativas e o desenvolvimento do pensamento científico nos estudantes. A BNCC, como será discutido mais adiante, enfatiza a importância de promover o protagonismo juvenil e a contextualização dos conteúdos, aspectos que podem ser significativamente potencializados com o uso de jogos, em comparação ao ensino tradicional, favorecendo uma aprendizagem mais engajadora e eficaz. Por meio desta revisão bibliográfica, busca-se demonstrar como a utilização de jogos educacionais pode não apenas facilitar a compreensão de conceitos de Óptica Geométrica — como reflexão, refração e o funcionamento de instrumentos ópticos —, mas também tornar o aprendizado mais dinâmico e interativo. Essa abordagem está em consonância com a competência específica de Ciências da Natureza da BNCC, que enfatiza a compreensão de fenômenos naturais e processos tecnológicos com base em conceitos e princípios da Física.

2.1 A BNCC e os Conteúdos Fundamentais da Óptica Geométrica

Nesta seção, são abordadas as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento normativo que define os direitos e os objetivos de aprendizagem e desenvolvimento dos estudantes brasileiros ao longo da Educação Básica. Instituída pelo Ministério da Educação (MEC) e homologada em 2017, a BNCC tem como objetivo garantir que todos os alunos, independentemente de sua localização geográfica ou contexto socioeconômico, tenham acesso

a um conjunto comum de conhecimentos e habilidades essenciais para seu pleno desenvolvimento pessoal, social e profissional.

No ensino de Física, a BNCC estabelece diretrizes que incentivam a contextualização dos fenômenos científicos, embora análises recentes apontem desafios, como a falta de clareza nos itinerários formativos e a necessidade de maior ênfase em práticas inclusivas (Gonçalves et al., 2022). Apesar disso, sua implementação tem motivado discussões sobre metodologias ativas, que podem tornar a aprendizagem mais significativa (MEC, 2018; Zabala, 2017).

A BNCC é estruturada em três etapas: Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio, e abrange uma ampla gama de áreas do conhecimento, incluindo Língua Portuguesa, Matemática, Ciências da Natureza, Ciências Humanas e suas respectivas Tecnologias, além de Educação Física e Arte. Cada uma dessas áreas é detalhada em competências e habilidades específicas que os estudantes devem desenvolver ao longo de sua trajetória escolar (Brasil, 2024).

A implementação da BNCC é um grande passo na busca por uma educação de qualidade e equitativa no Brasil. Ela guia o planejamento pedagógico e curricular das escolas, promovendo uma educação mais integrada e coerente, que valoriza a diversidade cultural e regional do país. Além disso, a BNCC serve como referência para a criação de materiais didáticos, formação de professores e avaliações educacionais, contribuindo para a melhoria contínua do processo de ensino-aprendizagem. As competências gerais da BNCC são fundamentais, pois o desenvolvimento dos conteúdos curriculares deve estar alinhado com essas competências ao longo das três etapas da Educação Básica.

No contexto do ensino de Física, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) enfatiza a importância de uma educação científica que favoreça a compreensão dos fenômenos naturais, o desenvolvimento do pensamento crítico e a capacidade de resolução de problemas. A Óptica Geométrica, componente essencial do currículo de Física, é fundamental para a compreensão de fenômenos relacionados à luz, como reflexão, refração e dispersão, além de suas aplicações práticas no cotidiano e na tecnologia. Nas aulas de Física, a Óptica Geométrica se destaca pela possibilidade de visualização dos fenômenos, o que facilita a aprendizagem e reforça a conexão dos conteúdos com situações concretas do cotidiano. Um exemplo disso é o trabalho de Gonçalves, Araujo e Rodrigues (2020), que desenvolveram experimentos utilizando lentes de gelatina para explorar, de forma lúdica, conceitos da Óptica Geométrica, incluindo a medição do índice de refração e a simulação do mecanismo de acomodação visual do olho humano.

A seguir, serão apresentadas as diretrizes e competências previstas pela BNCC para o ensino-aprendizagem da Óptica, bem como os conteúdos fundamentais dessa área do conhecimento.

2.1.1 Diretrizes da BNCC para o Ensino de Óptica

A BNCC estabelece as diretrizes e competências que devem ser desenvolvidas ao longo do Ensino Médio. No contexto da óptica, a BNCC orienta os seguintes aspectos:

- **Competências e habilidades:** Os alunos devem ser capazes de compreender e aplicar conceitos ópticos em diversos contextos. A BNCC destaca a importância do desenvolvimento de habilidades investigativas, como a realização de experimentos para observar fenômenos ópticos e a resolução de problemas envolvendo cálculos de reflexão e refração.

- **Objetivos de aprendizagem:** Os alunos devem entender os fenômenos ópticos, como a formação de imagens por lentes e espelhos, e reconhecer a importância dessas tecnologias no cotidiano. A BNCC também sugere a integração dos conteúdos de óptica com outras áreas do conhecimento, como tecnologia e engenharia, para demonstrar a aplicação prática dos conceitos.

- **Educação científica:** A BNCC enfatiza o desenvolvimento do pensamento crítico e científico dos alunos, promovendo uma abordagem investigativa e reflexiva sobre os conceitos estudados.

2.1.2 Conteúdos Fundamentais de Óptica no Ensino Médio

O currículo de física do ensino médio inclui tópicos de óptica que são divididos em três grandes áreas de conhecimento, sendo elas: óptica geométrica, óptica física e óptica moderna.

- **Óptica Geométrica:** Este segmento cobre o início do desenvolvimento do conhecimento a respeito sobre a luz e seus fenômenos, tais como: a reflexão e refração da luz, as leis de Snell, espelhos esféricos e lentes; além da formação de imagens e o estudo acerca de instrumentos ópticos como telescópios e

microscópios também são estudados. Estes conceitos são abordados por meio de teoria e experimentação prática do dia a dia.

- **Óptica Física:** Envolve a análise da interferência e difração da luz, polarização e a natureza ondulatória da luz. Este campo é mais abstrato e frequentemente exige que os alunos realizem experimentos mais complexos para observar e analisar esses fenômenos.

- **Óptica Moderna:** Introduz conceitos de óptica quântica e dualidade onda-partícula da luz, além de noções básicas sobre o funcionamento de lasers.

2.2 Desafios do Ensino Tradicional de Óptica e a Importância de Metodologias Lúdicas e Ativas

O ensino tradicional de óptica, ainda presente em muitas salas de aula, caracteriza-se por uma abordagem centrada na figura do professor como transmissor unilateral de informações, relegando aos alunos um papel predominantemente passivo na absorção do conteúdo, comumente focado na reprodução para avaliações (Reboul, 1982). Em sua análise sobre o processo de aprendizado, Reboul (1982) discute essa dinâmica onde o conhecimento é transmitido de forma vertical, o que pode limitar a autonomia e o engajamento dos estudantes. Esse modelo, apesar de sua ampla utilização, apresenta limitações significativas que impactam a profundidade da aprendizagem e a retenção do conhecimento. Corroborando essa visão, Paiva et al. (2016), em sua revisão sobre metodologias ativas de ensino-aprendizagem, apontam que as abordagens tradicionais, embora comuns, são frequentemente questionadas quanto à sua eficácia em promover uma compreensão aprofundada e a capacidade de aplicar o conhecimento de maneira prática e crítica.

Uma das principais críticas ao ensino tradicional (que se baseia apenas no uso do quadro e do lápis) reside na sua limitada capacidade de promover a interação e estimular a imaginação e a visualização dos fenômenos físicos. Em sua análise sobre as abordagens de ensino, Papert (1980) contrastava as restrições dos métodos pedagógicos tradicionais, focados na transmissão passiva de informações, com o potencial emancipador do construcionismo e da integração de tecnologias educacionais. Para o autor, a supervalorização da memorização e da reprodução de

conteúdo, em detrimento da exploração ativa, da experimentação e da construção individual do saber, não apenas restringia o envolvimento autêntico dos estudantes, mas também tornava-se um impasse para o desenvolvimento de um aprendizado intrinsecamente significativo e com impacto duradouro.

Andreata (2019), ao analisar a aula expositiva sob a perspectiva de Paulo Freire, observa que, mesmo quando o professor demonstra domínio do conteúdo, a passividade dos alunos pode persistir, refletindo a natureza unidirecional desse modelo. Essa passividade é, em parte, consequência da ênfase em representações bidimensionais, como quadros e diagramas, que não capturam a complexidade e a dinâmica dos fenômenos ópticos. Prensky (2001), ao discutir a relação entre “nativos digitais” e “imigrantes digitais”, ressalta o desafio de engajar uma geração imersa em tecnologia com uma linguagem pedagógica que, por vezes, se mostra defasada.

Freire (1987) descreve o modelo tradicional como uma "educação bancária", na qual os alunos são tratados como recipientes passivos de conhecimento, sem espaço para questionamentos ou construção crítica do saber. Mizukami (1986) corrobora essa crítica ao descrever a abordagem tradicional como centrada na transmissão unilateral de informações e em métodos expositivos, com pouca ênfase na participação ativa do aluno. Em contraposição a essa passividade, Piaget (1952) e Vygotsky (1978) defendem que o processo de aprendizagem é otimizado quando os alunos assumem um papel ativo. Piaget enfatiza a construção do conhecimento por meio da interação com o ambiente, enquanto Vygotsky ressalta a importância da mediação social e da zona de desenvolvimento proximal, onde o aprendizado ocorre de forma mais eficaz com o apoio de um mentor ou colega mais experiente.

A dificuldade em engajar os alunos do ensino médio no aprendizado de física, especialmente em temas abstratos como a óptica geométrica, é um desafio persistente no cenário educacional brasileiro. Montenegro et al. (2023) discutem como o ensino tradicional de Ciências, focado na transmissão de informações e distante da realidade dos estudantes, frequentemente resulta em desmotivação e baixo desempenho. Essa situação é agravada pela escassez de recursos práticos, como laboratórios de ciências. Nesse sentido, Castro (2017), ao analisar dados do Censo Escolar do Ministério da Educação, aponta que cerca de 70% dos alunos do ensino básico brasileiro – aproximadamente 27 milhões – estudam em escolas sem laboratórios de ciências minimamente equipados. Essa falta de acesso a experiências práticas limita as oportunidades de aprendizado significativo e contextualizado, reforçando a necessidade de abordagens pedagógicas inovadoras.

2.3 Metodologias Ativas e Lúdicas no Processo de Ensino-Aprendizagem

Para superar os desafios apontados na seção anterior, a BNCC enfatiza a importância das metodologias ativas no processo de ensino-aprendizagem, destacando abordagens como a Aprendizagem Baseada em Problemas (*Problem-Based Learning* – PBL), que promovem um aprendizado mais dinâmico e significativo. Complementarmente, o Plano Nacional de Educação (PNE) reforça, em suas metas e estratégias, a necessidade de inovação pedagógica e de práticas que estimulem o protagonismo do estudante e a construção do conhecimento de forma crítica e colaborativa. A PBL, por exemplo, propõe a apresentação de problemas contextualizados que incentivam os alunos a buscarem soluções relevantes, desenvolver o pensamento crítico e aprimorar competências essenciais para a vida acadêmica e profissional (Borochovicius; Tortella, 2014).

Nesse contexto, metodologias lúdicas, como a gamificação, surgem como uma estratégia promissora para enfrentar os desafios do ensino de Física, especialmente no que se refere à Óptica. Deterding et al. (2011) definem a gamificação como a aplicação de elementos de design de jogos em contextos não relacionados a jogos, como a educação, com o objetivo de aumentar o engajamento e a motivação dos participantes. Essa abordagem transforma atividades educacionais em experiências mais interativas e envolventes, fator essencial para superar o desinteresse dos alunos e promover uma aprendizagem ativa.

As ferramentas didáticas, como jogos, simulações digitais e experimentos práticos, desempenham um papel crucial no ensino de Física, facilitando a assimilação de conhecimentos e auxiliando na transposição didática. Barroso e Antunes (2020) destacam que essas ferramentas permitem contextualizar o aprendizado e trazer processos visuais ao aluno, o que é especialmente importante em temas abstratos como a óptica. Simulações digitais, por exemplo, permitem que os alunos manipulem variáveis e observem os efeitos em tempo real, enquanto jogos físicos proporcionam interação e aprendizado de maneira fluida e gratificante.

Benassi (2020) ressalta que os recursos lúdicos constituem uma alternativa eficaz para superar os desafios do ensino tradicional, frequentemente pautado na memorização de equações e na repetição de exercícios descontextualizados. Silva, Sales e Castro (2023) investigaram a gamificação de uma sequência didática voltada ao ensino de Óptica Geométrica e concluíram

que essa abordagem facilita a visualização e a experimentação dos fenômenos ópticos, promovendo maior interesse e engajamento dos estudantes. De modo semelhante, Ferreira et al. (2023) analisaram a eficácia do uso de vídeos, aplicativos e jogos para smartphones no ensino da mesma temática, constatando que esses recursos não apenas aumentaram o interesse dos alunos, mas também facilitaram a compreensão dos conceitos ao permitir uma visualização mais clara e uma experimentação interativa dos fenômenos.

Os jogos didáticos se caracterizam como alternativas que auxiliam a construção de conhecimento pelos alunos. Através de atividades lúdicas, os estudantes exploram, experimentam e aplicam o que aprendem de maneira prática. Almeida et al. (2021) destacam que os jogos lúdicos facilitam a construção do conhecimento pelos alunos, funcionando como ferramentas pedagógicas eficazes no processo de ensino-aprendizagem. Além disso, Rocha e Rodrigues (2018) dizem que os jogos didáticos estimulam "uma competição construtiva entre os alunos pela busca de conhecimento", transformando o processo de aprendizagem em uma experiência mais dinâmica e participativa.

De acordo com Martins (2018), o uso de jogos didáticos no ensino de Ciências pode promover a aprendizagem significativa e engajar os alunos, tornando o processo de ensino mais eficaz e envolvente. Os resultados obtidos pelo autor foram apenas moderadamente satisfatórios no que se refere aos conteúdos conceituais; por outro lado, mostraram-se surpreendentemente positivos em relação aos conteúdos atitudinais, que envolvem habilidades pessoais e interpessoais, atitudes positivas, motivação, senso de responsabilidade, autoconhecimento e capacidade de autoavaliação.

Além dos jogos de cartas e tabuleiro, destacam-se também os jogos educativos digitais. Barroso e Antunes (2020) afirmam que esse tipo de recurso facilita a prática docente ao proporcionar um ambiente interativo e motivador para os estudantes. Essa tecnologia permite que os alunos apliquem conceitos teóricos na resolução de problemas, promovendo maior engajamento e favorecendo uma aprendizagem ativa e significativa.

Essas práticas proporcionam um ambiente seguro para a experimentação e aprendizado experimental, onde os alunos podem explorar diferentes cenários e testar hipóteses sem medo de cometer erros, recebendo *feedback* imediato que os ajuda a corrigir mal-entendidos e ajustar suas estratégias de aprendizagem em tempo real. Além disso, os jogos educativos promovem um ambiente de aprendizado mais dinâmico e interativo, permitindo que os alunos desenvolvam habilidades cognitivas e emocionais enquanto se divertem (Prensky, 2001).

Diante do exposto, observa-se que a literatura pedagógica oferece uma ampla variedade de ferramentas didáticas alinhadas aos princípios das metodologias ativas e lúdicas,

evidenciando seu potencial transformador no processo de ensino-aprendizagem. Na próxima seção, serão apresentados alguns exemplos desses recursos para o ensino de óptica, ilustrando a diversidade de estratégias disponíveis para o contexto educacional.

2.4 Exemplos de Ferramentas Didáticas para o Ensino de Óptica

A literatura educacional oferece uma variedade de exemplos de ferramentas didáticas eficazes para o ensino de óptica, cada uma com suas próprias vantagens e contextos de aplicação. Essas ferramentas variam desde simulações digitais, que permitem a visualização e manipulação de fenômenos ópticos em um ambiente virtual controlado, até a elaboração e aplicação de um jogo de tabuleiro.

Um exemplo são as simulações disponíveis em plataformas digitais. Segundo Guerrero-Quiñonez et al. (2023), essas plataformas revolucionaram o processo de ensino-aprendizagem ao oferecerem flexibilidade e acesso a materiais educacionais a qualquer hora e em qualquer lugar. Além disso, facilitam a interação e a colaboração entre alunos e professores, bem como disponibilizam ferramentas para a personalização do aprendizado e o acompanhamento do progresso dos estudantes.

Outro exemplo é a utilização de kits experimentais de baixo custo, que facilitam a compreensão prática dos princípios físicos por meio de recursos acessíveis e dinâmicos. Além disso, jogos educativos — digitais ou físicos — também se mostram eficazes ao incentivar a aprendizagem interativa e colaborativa. Por exemplo, jogos físicos que utilizam espelhos e lentes para explorar a formação de imagens, ou atividades que envolvem a construção de dispositivos ópticos simples, oferecem abordagens práticas e envolventes para a compreensão dos princípios da Óptica. Nos parágrafos seguintes, serão apresentados exemplos dessas ferramentas, com destaque para suas características e benefícios específicos no ensino de Óptica.

2.4.1 Jogos educativos

Os jogos Educativos são ferramentas poderosas para o ensino de óptica, proporcionando um ambiente interativo onde os alunos podem explorar conceitos de forma prática e contextualizada. Groccia e Buskist (2011) enfatizam a centralidade da criação de ambientes de aprendizagem inclusivos e engajadores como um elemento crucial para otimizar a experiência educacional tanto no ensino médio como no ensino superior. Um exemplo disso é o trabalho

desenvolvido por Martins (2018), que conduziu uma pesquisa com 51 alunos do ensino fundamental. Parte do estudo envolveu a construção de jogos didáticos pelos próprios estudantes, promovendo o engajamento e o protagonismo no processo de aprendizagem. Alguns dos jogos desenvolvidos pelos estudantes foram estes:

a) **O Jogo Eco-Diversão** (Figura 2.1) foi o único que não atendia as regras pré-estabelecidas na pesquisa, pois o jogador deveria conhecer os conceitos de ecologia. Entretanto, Martins afirma que, mesmo com a falta de conhecimento prévio dos conteúdos de Ecologia, o jogo é acessível a qualquer criança, sendo bem organizado e visualmente atrativo.

Figura 2.1: Jogo Eco-Diversão.



Fonte: Martins, 2017.

b) **O Jogo de Tabuleiro 01** (Figura 2.2) utiliza perguntas sobre Ecologia, retiradas de exercícios de fixação, e inclui uma roleta para determinar a quantidade de perguntas a serem respondidas; os jogadores avançam ou retrocedem no tabuleiro conforme suas respostas.

Figura 2.2: Jogo de Tabuleiro 01.



Fonte: Martins, 2017.

c) O **Jogo de Tabuleiro 02 (**Figura 2.3) envolve perguntas numeradas que devem ser respondidas em ordem, com regras específicas para movimentação no tabuleiro, tornando o jogo mais dinâmico e competitivo.

Figura 2.3: Jogo de Tabuleiro 02.



Fonte: Martins, 2017.

d) O **Jogo de Ciências** (Figura 2.4) utiliza um dado para determinar a ordem dos jogadores e inclui perguntas que, se respondidas corretamente, permitem ao jogador avançar no tabuleiro, promovendo um aprendizado interativo e divertido.

Figura 2.4: Jogo de Ciências.



Fonte: Martins, 2017.

e) **Jogo de Tabuleiro 03 (**Figura 2.5) inclui perguntas sobre Ecologia que devem ser respondidas ao cair em casas amarelas; os jogadores avançam ou retrocedem no tabuleiro dependendo das respostas, e utilizam cartas com animais para determinar a ordem dos jogadores.

Figura 2.5: Jogo de Tabuleiro 03.



Fonte: Martins, 2017.

f) O **Jogo de Tabuleiro 04 (**Figura 2.6) destaca-se pela ausência de uma "casa de chegada", focando em responder corretamente o maior número de perguntas para ganhar "conquistas", com uma mecânica que incentiva a atenção às respostas dos outros jogadores.

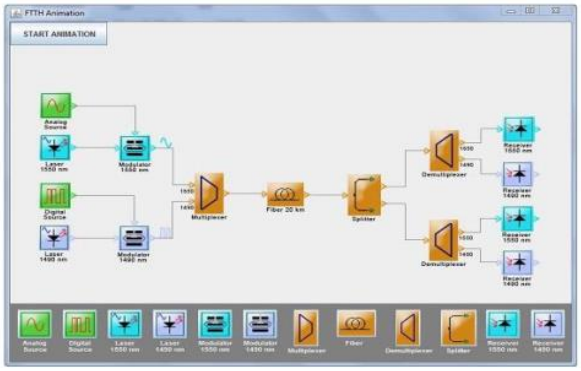
Figura 2.6: Jogo de Tabuleiro 04.



Fonte: Martins, 2017.

Um outro exemplo de jogo educacional é o trabalho desenvolvido por Arsad et al. (2015), que destaca a eficácia desses jogos no ensino de conceitos complexos, como fibra óptica. Nesse estudo, os autores investigaram a aplicação de um jogo educativo, o "Fiber Optic Game", no ensino de fibra óptica na Universidade Nacional da Malásia, com o objetivo de promover a aprendizagem ativa e engajar os alunos de maneira mais eficaz. O jogo foi estruturado com desafios e problemas relacionados à fibra óptica, integrados em um ambiente de jogo baseado em computador, com animações coloridas e efeitos sonoros para tornar a experiência mais envolvente, como podemos perceber logo mais na Figura 2.7.

Figura 2.7: Fiber Optic Game.



Fonte: Arsad et al, 2015.

A mecânica do jogo desenvolvido por Arsad et al. (2015) envolvia a resolução de cenários e problemas que exigiam a aplicação de conceitos de fibra óptica, com *feedback* imediato para os alunos. Esse formato ajudou a manter os alunos motivados e engajados, e a introdução de uma lista de pontuações altas foi planejada para aumentar ainda mais a motivação. Os resultados mostraram que 68% dos estudantes concordaram fortemente que gostariam de aprender sobre fibra óptica por meio do jogo, e 58% concordaram fortemente que o jogo facilitou a memorização dos princípios da fibra óptica, sugerindo que jogos educativos podem oferecer uma abordagem mais engajadora e eficaz para a aprendizagem.

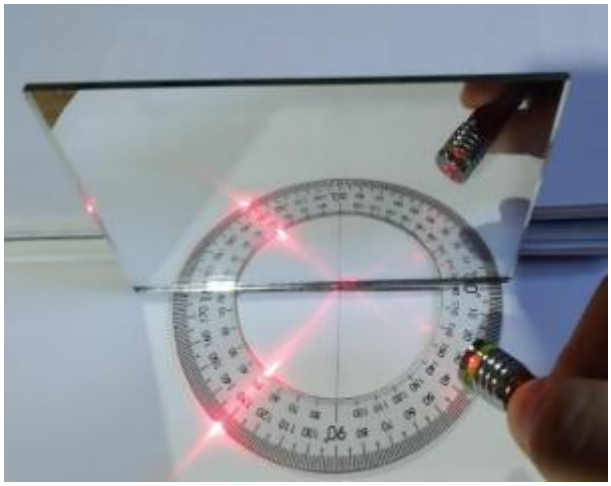
2.4.2 Experimentos de Baixo Custo

De acordo com Gonçalves e Silva (2022), a utilização da experimentação com materiais de baixo custo no ensino de física, particularmente em óptica geométrica, é uma estratégia fundamental para promover uma aprendizagem significativa e conectar a teoria com a prática. Esses experimentos permitem que professores utilizem materiais acessíveis e, muitas vezes, recicláveis para demonstrar os conceitos da óptica de maneira prática e envolvente, facilitando a compreensão dos alunos. A possibilidade de realizar experimentos com materiais simples não diminui a qualidade do aprendizado; ao contrário, estimula a capacidade de investigação, a tomada de decisão e a manipulação de conceitos por parte dos estudantes, além de auxiliar professores e alunos no processo de ensino-aprendizagem da óptica.

No tocante ao ensino de óptica, por exemplo, temos os experimentos de baixo custo descritos pelos autores Gonçalves e Rodrigues (2022) no artigo “Experimentos práticos e didáticos de baixo custo para o ensino de óptica: reflexão, refração e espelhos planos”,

projetados para facilitar o ensino de conceitos de óptica geométrica. Um dos experimentos, o Experimento 1, visa demonstrar que os ângulos de incidência e reflexão são iguais e visualizar a trajetória retilínea dos raios luminosos, como representado na Figura 2.8.

Figura 2.8: Experimento 1 para analisar a validade da lei de reflexão.



Fonte: Gonçalves e Rodrigues, 2022.

Para realizar o experimento de reflexão mostrado na Figura 2.8, são utilizados materiais simples como um espelho, transferidor, lápis, livros para apoio, folha de papel, *laser* e uma mesa. O procedimento envolve posicionar o espelho sobre o transferidor, utilizando os livros como suporte, e traçar uma reta no papel a partir do ângulo de 90° até o espelho. Em seguida, um feixe de laser é direcionado ao espelho, e os ângulos de incidência e reflexão são medidos com o transferidor. O experimento confirma que os ângulos de incidência e reflexão são sempre iguais, conforme a Lei da Reflexão (Gonçalves; Rodrigues, 2022).

Já num outro experimento de baixo custo da câmara escura, que foi desenvolvido por Carvalho e Silva (2024), são utilizados materiais simples como uma lata de achocolatado em pó, uma vela e um prego. O procedimento envolve fazer um pequeno furo no centro do fundo da lata com o prego e, em um ambiente escuro, acender a vela e posicioná-la em frente ao furo. A chama da vela é projetada na tampa da lata através do furo, resultando em uma imagem invertida. Este experimento demonstra o princípio da óptica geométrica que afirma que os raios de luz se propagam em linha reta. A luz emitida pela vela passa pelo furo e atinge a tampa da lata; a luz do ponto mais alto da vela, ao passar pelo furo, atinge a parte mais baixa da projeção, e vice-versa, criando uma imagem invertida. Este fenômeno é similar ao funcionamento da retina humana e das câmeras fotográficas (Carvalho; Silva, 2024).

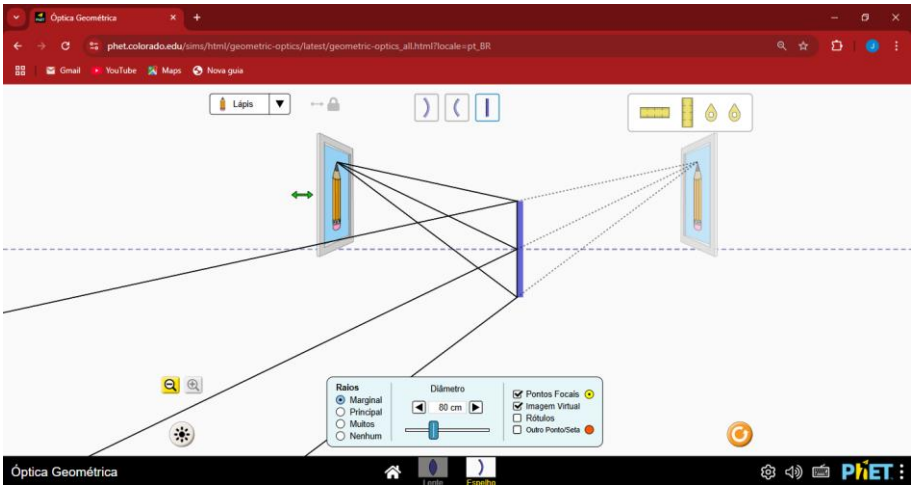
2.4.3 Simuladores Digitais

As simulações digitais são ferramentas poderosas para o ensino de Óptica, pois oferecem um ambiente interativo no qual os alunos podem explorar conceitos de forma prática e contextualizada. Segundo Jaime e Leonel (2024), essas simulações representam uma abordagem dinâmica que supera as limitações dos métodos tradicionais, permitindo melhor visualização de conceitos abstratos e tornando os estudantes agentes ativos no processo de aprendizagem. Além disso, contribuem para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e colaborativas, ao proporcionar feedback imediato que favorece a autoavaliação e a melhoria contínua do conhecimento. Ao discutir as potencialidades e limitações das simulações computacionais no ensino de Física, Medeiros *et al*. (2002) destacam a importância de integrá-las a um contexto de aprendizagem mais amplo, evitando o uso isolado dessas ferramentas.

Como exemplo, a simulação intitulada *Geometric Optics*, disponível na plataforma PhET, permite que os alunos compreendam como uma imagem é formada por lentes convergentes ou divergentes, bem como por espelhos, por meio de diagramas de raios (Figura 2.9). Os usuários podem ajustar parâmetros ópticos, como o raio de curvatura e o índice de refração, para observar como essas alterações influenciam a posição e a aparência da imagem, incluindo aspectos como ampliação, brilho e inversão. Além disso, a simulação facilita a previsão da formação de imagens com base na distância do objeto e nas características ópticas do sistema, proporcionando uma compreensão mais profunda dos princípios fundamentais da Óptica Geométrica.

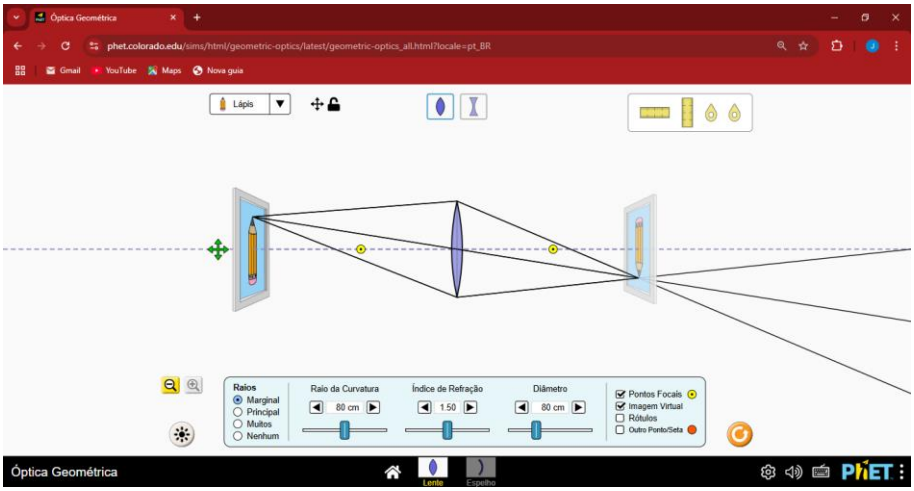
No trabalho de Barroso et al. (2018), os autores exploram o uso de simulações interativas com o simulador PhET no ensino da formação de imagens por lentes delgadas (Figura 2.10). Durante a atividade, os estudantes manipularam lentes virtuais para observar a formação de imagens e identificar os pontos conjugados, promovendo uma compreensão mais concreta dos conceitos envolvidos. Os autores concluem, em sua investigação, que a combinação do método gráfico de Pierre Lucie com as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) constitui uma ferramenta eficaz para o ensino de Óptica Geométrica, promovendo uma aprendizagem mais significativa.

Figura 2.9: Tela do simulador PhET – Óptica Geométrica Espelhos.



Fonte: Autor, 2024.

Figura 2.10: Tela do simulador PhET – Óptica Geométrica: Lentes delgadas.



Fonte: Autor, 2024.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-PEDAGÓGICA

Conforme discutido anteriormente, o ensino de Física enfrenta desafios, como a falta de motivação e engajamento dos alunos, devido à abordagem tradicional expositiva, na qual o professor transmite conhecimento de forma unidirecional e os alunos atuam como receptores passivos. Esse modelo, criticado por sua eficácia limitada, resulta em aprendizado superficial e dificuldade de aplicação prática (Reboul, 1982; Freire, 1987). Em contraste com as abordagens tradicionais, metodologias ativas como a Aprendizagem Baseada em Jogos (ABJ), também conhecida como *Game-Based Learning* (GBL), o Construtivismo de Piaget, a Teoria Sociocultural de Vygotsky e a Aprendizagem Significativa de Ausubel têm ganhado destaque por sua capacidade de promover um aprendizado mais dinâmico, interativo e engajador, em que os alunos assumem o papel principal na construção do conhecimento.

Este capítulo tem como objetivo apresentar essas abordagens teórico-pedagógicas, Onde a GBL será explorada como uma metodologia que utiliza jogos educativos para promover a aprendizagem ativa e significativa, enquanto o Construtivismo de Piaget será analisado como uma abordagem que valoriza a construção ativa do conhecimento por meio da interação com o ambiente, a Teoria Sociocultural de Vygotsky será discutida em relação ao papel da interação social e da mediação no processo de aprendizagem e a Aprendizagem Significativa de Ausubel será abordada como uma teoria que enfatiza a importância de conectar novos conhecimentos a estruturas cognitivas pré-existentes.

Ao integrar essas abordagens, este capítulo busca demonstrar como a combinação de metodologias ativas e lúdicas pode superar as limitações do ensino tradicional, proporcionando um ambiente de aprendizagem mais inclusivo, interativo e eficaz. A análise dessas teorias e práticas pedagógicas é fundamental para embasar a proposta do jogo “Óptica Quest”, que será detalhado nos capítulos subsequentes, como uma ferramenta didática para o ensino de óptica geométrica.

3.1 Aprendizagem Baseada em Jogos (Game-Based Learning - GBL)

A GBL é uma abordagem pedagógica que evoluiu significativamente ao longo do tempo, impulsionada pelos avanços tecnológicos e pela crescente compreensão da importância dos processos de aprendizagem. Embora a ideia de aprender brincando remonte à antiguidade, a formalização da GBL como um campo de estudo e prática pedagógica ganhou força no final

do século XX e início do século XXI. Um marco importante nesse desenvolvimento foi a popularização dos videogames e softwares educacionais, que demonstraram o potencial dos ambientes interativos e desafiadores para engajar os alunos de maneiras inovadoras.

As bases teóricas da GBL podem ser encontradas em trabalhos como o de Papert e Harel (1991) em "Situating Constructionism". Nesse artigo, os autores argumentam que a exploração da aprendizagem através da criação e da interação em ambientes digitais, investigada por Papert já na década de 1980, estabeleceu alicerces cruciais para a GBL. Essa abordagem pioneira enfatiza a importância da aprendizagem ativa, onde os estudantes se engajam na construção do conhecimento, desenvolvendo habilidades de resolução de problemas, pensamento crítico, utilizando o *feedback* imediato para a reflexão e ajuste, compreendendo a natureza iterativa do aprendizado e fomentando a autonomia em sua jornada educacional.

Com o avanço da tecnologia, a expansão da internet e a proliferação de jogos digitais nas décadas seguintes ampliaram ainda mais as possibilidades de integrar mecânicas de jogos em contextos educacionais, culminando no reconhecimento da GBL como uma metodologia com potencial para transformar a maneira como o ensino e a aprendizagem ocorrem. Fazendo o uso dos jogos como um instrumento catalisador para um aprendizado mais dinâmico, profundamente envolvente e intrinsecamente contextualizado.

Segundo Prensky (2001), os jogos educativos proporcionam aos alunos a oportunidade de aprender de maneira ativa, fomentando o desenvolvimento integrado de habilidades cognitivas cruciais, competências sociais indispensáveis e a inteligência emocional, elementos essenciais para uma formação acadêmica. Ao contrário da simples utilização de jogos recreativos, a GBL foca na construção de experiências de aprendizado significativas, promovendo a absorção, retenção e aplicação prática do conhecimento, sempre alinhada aos objetivos educacionais.

A eficácia da integração de jogos no ambiente educacional também é defendida por diversos autores, como Gee (2003), que argumenta que os jogos possuem a capacidade singular de criar ambientes de aprendizagem imersivos. Esses ambientes desafiam os alunos a solucionar problemas complexos, tomar decisões ponderadas e aplicar conceitos abstratos de forma concreta e contextualizada — o que se mostra particularmente valioso em disciplinas como a Física. Além disso, a natureza intrinsecamente motivadora dos jogos torna o processo de ensino mais atrativo, contribuindo para a redução da resistência ao aprendizado de conteúdos complexos.

No contexto específico do jogo "Óptica Quest", a GBL demonstra seu potencial ao oferecer um ambiente onde os conceitos da óptica geométrica, previamente aprendidos, podem

ser aplicados de forma prática e imediata. A dinâmica do tabuleiro, juntamente com as perguntas, estabelece um cenário ideal para a revisão, o aprofundamento do conhecimento e o desenvolvimento de uma compreensão intuitiva dos fenômenos ópticos.

Falk et al. (2023) também ressaltam o impacto significativo da aprendizagem experiencial mediada por jogos na modelagem mental e na promoção de mudanças comportamentais duradouras, transcendendo a memorização. Assim, a GBL, exemplificada no "Óptica Quest", surge como uma metodologia pedagógica eficaz na construção de um conhecimento significativo, duradouro e aplicável.

Ademais, a GBL se destaca por sua capacidade de adaptação a diferentes estilos de aprendizagem. Ao reconhecer a diversidade cognitiva dos alunos, oferece múltiplos caminhos para a aquisição do conhecimento. O jogo "Óptica Quest", por exemplo, permite a exploração lúdica dos conceitos de óptica, ao mesmo tempo em que desenvolve habilidades como pensamento crítico, resolução de problemas e trabalho em equipe, seja através da competição saudável ou da colaboração.

3.2 Construtivismo (Piaget)

O construtivismo, influenciado por Jean Piaget e Lev Vygotsky, estabelece que a aprendizagem é um processo intrinsecamente ativo, dinâmico e de natureza social. Nessa visão, os alunos não são meros receptores de conhecimento, mas sim construtores ativos, que edificam sua compreensão do mundo através de interações significativas tanto com o ambiente físico e conceitual quanto com a rica teia de relações sociais que os cercam.

Jean Piaget (1970) afirma que a aprendizagem floresce na interação dialética entre o sujeito que aprende e o objeto do conhecimento. Para Piaget, o aluno é um agente proativo, que incessantemente busca dar sentido ao mundo através da assimilação de novas informações ao conhecimento preexistente e da acomodação desse conhecimento para integrar novas experiências. Essa abordagem pedagógica demonstra a importância da exploração da curiosidade, da experimentação prática e da reflexão sobre o que está sendo ensinado/aprendido como pilares fundamentais do processo de aprendizagem, nos quais o erro se configura como uma oportunidade valiosa para a reestruturação do pensamento. A busca pela autonomia intelectual dos alunos, conforme destacado por Kamii (1986), visa capacitá-los a pensar criticamente e a construir suas próprias compreensões.

Lev Vygotsky (1978), complementando essa perspectiva, introduz o conceito da mediação social e cultural no desenvolvimento cognitivo. Para Vygotsky, a mente não se

desenvolve isoladamente, mas sim em um contexto de interações sociais e práticas culturais. A interação colaborativa com colegas, a orientação experiente de professores e o uso da linguagem como ferramenta de pensamento e comunicação são cruciais para a construção do conhecimento. Através da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), Vygotsky nos mostra como a interação guiada pode impulsionar o aprendizado para além do nível de desenvolvimento imediato do aluno, promovendo a internalização de conceitos complexos e o desenvolvimento de habilidades de pensamento de ordem superior. No ensino de física, essa teoria pedagógica pode ser implementada em atividades que envolvam trabalho em grupo, debates estimulantes e a colaboração na resolução de problemas autênticos.

No cenário educacional contemporâneo, o construtivismo propõe que o educador deixe de ser um mero transmissor de informações, assumindo a função de um facilitador e engajador do aprendizado. Inspirados pelas ideias de Brooks e Brooks (1999), educadores construtivistas se esforçam para criar ambientes de aprendizagem ricos e estimulantes, que nutrem a curiosidade inata e o espírito investigativo dos alunos. Nesses espaços, o questionamento é valorizado, a exploração ativa é incentivada e os alunos são empoderados a construir suas próprias compreensões profundas e significativas.

A utilização estratégica de recursos pedagógicos diversificados — como jogos educativos que estimulam o raciocínio, a exemplo do *Óptica Quest*, experimentos práticos de laboratório que concretizam conceitos abstratos e simulações interativas que possibilitam a manipulação de variáveis — oferece aos alunos oportunidades valiosas para aplicar os conhecimentos físicos em contextos práticos e significativos. Essa abordagem contribui para a consolidação do aprendizado por meio de experiências concretas.

Além disso, o construtivismo enfatiza a centralidade da aprendizagem significativa, um conceito articulado por David Ausubel (1968). Para Ausubel, a aprendizagem genuína ocorre quando os alunos conseguem estabelecer conexões substantivas e não arbitrárias entre os novos conhecimentos e o conjunto de experiências e conhecimentos anteriores. Ao relacionar o novo com o conhecido, o aprendizado ganha relevância, torna-se pessoal e, como resultado, dura mais e pode ser usado com mais facilidade.

3.3 Teoria Sociocultural de Vygotsky (Sócio-Interacionismo)

A Teoria Sociocultural de Vygotsky, também conhecida na Educação como Sócio-interacionismo, destaca que o desenvolvimento cognitivo ocorre por meio da interação social e da mediação de instrumentos culturais, especialmente a linguagem. Um dos conceitos centrais dessa abordagem é a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), que representa a distância entre aquilo que a criança pode realizar sozinha e o que consegue fazer com a ajuda de um adulto ou de um par mais experiente. Esse conceito evidencia que o aprendizado se antecipa ao desenvolvimento e que o apoio social é essencial para que o estudante supere desafios que não conseguiria vencer de forma autônoma (Vygotsky, 1978).

Para Wertsch (1991), a construção do conhecimento ocorre por meio da linguagem e das interações sociais, permitindo que os alunos desenvolvam novas habilidades cognitivas ao compartilhar ideias e solucionar problemas em conjunto. Isso sugere que atividades pedagógicas que promovam a cooperação e o diálogo são essenciais para um ensino mais eficaz.

O jogo de tabuleiro "Óptica Quest" alinha-se com os princípios da Teoria Sociocultural de Vygotsky e do Sócio-Interacionismo ao promover ativamente a interação social e a colaboração entre os estudantes. A dinâmica do jogo, formulada para ser jogada em duplas, como veremos mais adiante, estimula um ambiente onde a linguagem surge como ferramenta principal de discussão de ideias e a construção compartilhada do conhecimento em torno dos conceitos de óptica geométrica. Nessa interação, a ZDP manifesta-se quando um aluno oferece suporte ao seu parceiro, facilitando a compreensão de perguntas e em sua resolução, evidenciando como o apoio social impulsiona o aprendizado para além das capacidades isoladas.

Outro ponto importante do jogo "Óptica Quest" é que as próprias cartas do jogo, atuam como instrumentos culturais que mediam a internalização dos conceitos, à medida que os jogadores discutem seus significados e aplicações. Embora a interação principal ocorra entre os alunos, o papel do professor como mediador indireto é fundamental, podendo ser complementado por intervenções pontuais que direcionam a reflexão e aprofundam a compreensão. O objetivo compartilhado de sucesso no jogo fomenta a colaboração na resolução das perguntas, exigindo que os parceiros tomem decisões conjuntas, um processo que desenvolve habilidades cognitivas como argumentação e pensamento crítico, em consonância com as ideias de Wertsch sobre a construção do conhecimento através da interação social. Dessa forma, o jogo "Óptica Quest" ultrapassa a mera atividade lúdica, configurando-se como um ambiente de aprendizagem socialmente mediado, onde a colaboração e a linguagem são catalisadores para a internalização e a aplicação significativa dos conceitos de óptica geométrica.

3.4 Aprendizagem Significativa (David Ausubel)

A teoria da aprendizagem significativa, proposta por David Ausubel (1968), defende que o aprendizado ocorre de maneira mais eficaz quando os novos conhecimentos se conectam a estruturas cognitivas pré-existentes, chamadas de subsunçores. Segundo o autor, a simples memorização de informações sem conexão com conhecimentos prévios resulta em um aprendizado superficial e de curta duração, enquanto a assimilação significativa de conceitos favorece a compreensão e a retenção das informações a longo prazo.

Ausubel distingue dois tipos de aprendizagem: a mecânica, caracterizada pela repetição sem compreensão, e a significativa, na qual o novo conhecimento se relaciona com aquilo que o aluno já sabe. Para que esse processo ocorra, o material deve ser potencialmente significativo e o aluno deve estar disposto a aprender. Novak e Gowin (1984) complementam essa ideia ao destacar a importância de organizadores prévios, ou seja, conceitos introdutórios que auxiliam na assimilação de novos conteúdos.

O jogo “Óptica Quest” está alinhado com essa teoria, pois possibilita que os alunos revisem e apliquem os conceitos de óptica geométrica que já foram abordados nas aulas teóricas. Dessa forma, ao invés de apenas memorizar definições, os estudantes utilizam seus conhecimentos para responder às perguntas e superar os desafios dentro do jogo, estabelecendo conexões entre teoria e prática do jogo. Isso contribui para um aprendizado mais duradouro e eficaz, conforme preconizado por Ausubel.

O jogo “Óptica Quest”, além de revisar conteúdos, promove aprendizagem significativa ao envolver os alunos na aplicação ativa e contextualizada dos conceitos de óptica geométrica. Ao enfrentarem os desafios, os estudantes recorrem aos conhecimentos adquiridos em sala, percebendo sua relevância. Essa abordagem favorece a compreensão e a retenção dos conteúdos, superando a simples memorização passiva.

4 ÓPTICA GEOMÉTRICA: PRINCIPAIS CONCEITOS FÍSICOS PRESENTES NO JOGO

A óptica geométrica é um ramo da física que estuda a propagação da luz em meios homogêneos, onde a luz se comporta como raios que viajam em linhas retas. Este campo da óptica é fundamentado em conceitos e leis que descrevem como a luz interage com diferentes

superfícies e meios, sem considerar a natureza ondulatória de forma detalhada ou a sua descrição quântica. As principais premissas da óptica geométrica incluem os princípios de reflexão e refração, bem como a formação de imagens por lentes e espelhos, o funcionamento de diversos instrumentos ópticos e as correções ópticas utilizadas para tratar defeitos da visão.

No ensino de física, a óptica geométrica oferece uma oportunidade única para os professores explicarem aos alunos questões intrigantes como: Por que os objetos parecem invertidos horizontalmente em um espelho plano? Como as lentes de óculos corrigem defeitos de visão? Qual é a diferença entre um espelho côncavo e um convexo? Como o telescópio capta e amplia a luz dos astros para que possamos vê-los? Como o microscópio amplia as imagens dos objetos microscópicos para que possamos observá-los em detalhe?

Além de proporcionar um entendimento teórico sobre a luz e sua interação com diversos meios, a óptica geométrica desempenha um papel fundamental no desenvolvimento de tecnologias que utilizamos no dia a dia. Desde os óculos que corrigem nossa visão até os complexos instrumentos científicos como telescópios e microscópios, os princípios da óptica geométrica são aplicados para melhorar nossa qualidade de vida e expandir os limites do conhecimento humano. A compreensão dos fenômenos ópticos é essencial não apenas para a ciência, mas também para a engenharia, a medicina e inúmeras outras áreas que dependem da manipulação precisa da luz.

Assim, a óptica geométrica não é apenas uma área de estudo fundamental, mas também uma chave para inúmeras aplicações práticas. Na próxima seção, discutiremos os princípios, leis e fenômenos abordados no estudo da óptica geométrica.

4.1 Princípios da Óptica Geométrica

O **Princípio de Fermat**, também conhecido como Princípio do Tempo Mínimo, é um conceito fundamental na óptica geométrica e na física. Esse princípio foi formulado pelo matemático francês Pierre de Fermat no século XVII e afirma que a trajetória seguida por um raio de luz entre dois pontos é aquela que leva o menor tempo possível. Isso significa que a luz não pode necessariamente percorrer o caminho mais curto em termos de distância, mas sim o caminho mais rápido, levando em consideração os diferentes índices de refração dos meios atravessados. Ele pode ser usado, por exemplo, para se obter a Lei de Snell-Descartes (lei da refração).

Outro princípio importante na Óptica é o **Princípio da Propagação Retilínea da Luz**, que estabelece que, em um meio homogêneo, a luz se propaga em linha reta. Esse princípio explica fenômenos como a formação de sombras, a criação de feixes colimados e a impossibilidade de enxergar através de objetos opacos. Ele também serve como base para a construção de modelos ópticos simplificados, como os raios luminosos.

É importante destacar também o **Princípio da Reversibilidade dos Raios de Luz**, que afirma que o caminho seguido pela luz em um determinado meio é reversível. Ou seja, se um raio de luz percorre um trajeto do ponto A ao ponto B, ele poderá seguir exatamente o mesmo percurso no sentido inverso. Esse princípio é essencial para a compreensão de fenômenos como a reflexão e a refração, sendo amplamente aplicado na construção de dispositivos ópticos, como os telescópios.

Outro princípio que merece destaque é o **Princípio da Independência dos Raios de Luz**, que afirma que, em um sistema óptico onde múltiplos raios incidem sobre uma superfície refletora ou refratora, cada raio pode ser tratado de forma independente, obedecendo às leis da reflexão e da refração sem sofrer interferência dos demais. Na Óptica Geométrica, esse princípio é fundamental, pois permite simplificar a análise de sistemas ópticos, como a formação de imagens em espelhos e lentes, o traçado de raios e o funcionamento de instrumentos ópticos, como óculos e telescópios.

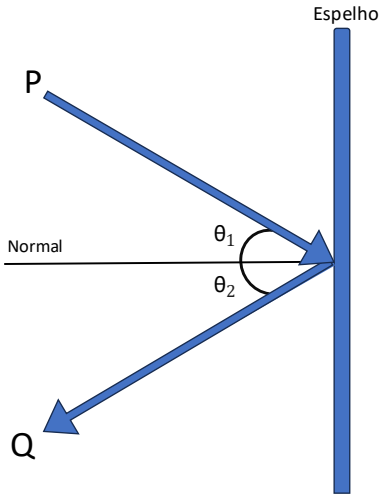
4.2 Lei da Reflexão e Refração

Vamos inicialmente destacar nesta seção um fenômeno físico fundamental e muito importante no estudo da óptica geométrica, que é a reflexão. Esse fenômeno ocorre quando a luz incide sobre uma superfície, seja ela regular ou irregular, e retorna ao meio de origem. A Lei da Reflexão afirma que o ângulo de incidência (θ_i) é igual ao ângulo de reflexão (θ_r), ela pode ser expressa matematicamente através da seguinte equação:

$$\boldsymbol{\theta_i = \theta_r}. \tag{4.1}$$

Na qual, θ_i e θ_r são os ângulos de incidência e reflexão do raio incidente em relação à reta normal à superfície, respectivamente, como mostrado na Figura 4.1

Figura 4.1: Esquema mostrando um raio incidindo sobre uma superfície e sendo refletido.



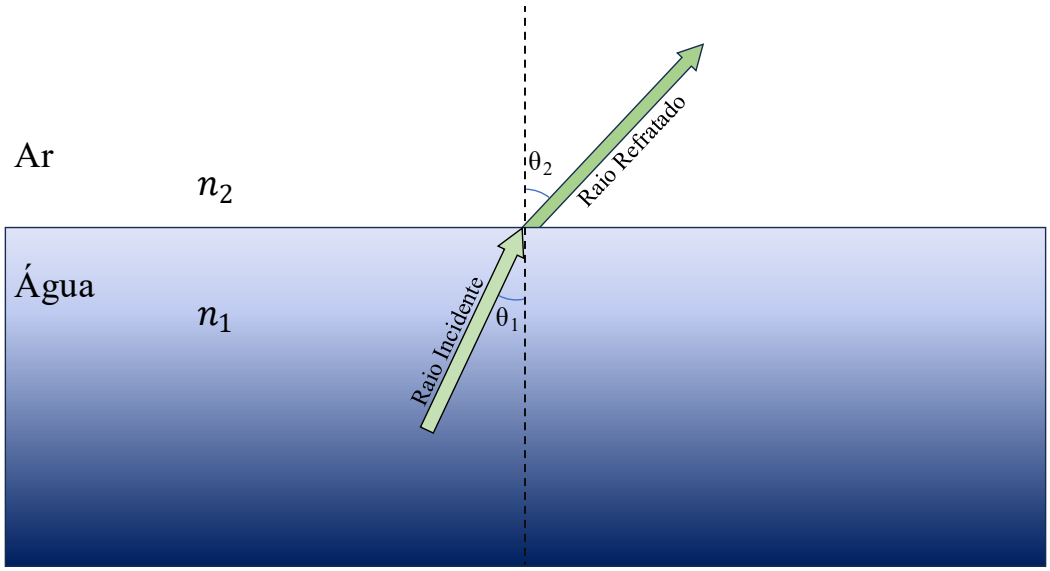
Fonte: Autor, 2025.

Outro fenômeno importante no estudo da óptica geométrica é a refração. Esse fenômeno ocorre quando a luz passa de um meio para outro, mudando sua velocidade e direção. A Lei da Refração, também conhecida como Lei de Snell-Descartes (equação 4.2), descreve a relação entre os ângulos de incidência (θ_1) e refração (θ_2) quando a luz atravessa a interface entre dois meios com índices de refração diferentes (n_1 e n_2), e é dada por:

$$n_1 sin(\theta_1) = n_2 sin(\theta_2). \quad (4.2)$$

Na qual, θ_1 e θ_2 são os ângulos de incidência e refração do raio de luz em relação à reta normal à superfície, respectivamente, como mostrado na Figura 4.2. Nesta figura, vemos que a trajetória da luz foi mudada. Na situação ilustrada, a trajetória da luz é representada por setas que indicam sua mudança de direção ao passar da água para o ar — ou seja, de um meio mais denso para um menos denso. Nesse processo, observa-se que a trajetória da luz é alterada devido ao fenômeno da refração.

Figura 4.2: Refração da luz entre dois meios com diferentes índices de refração.



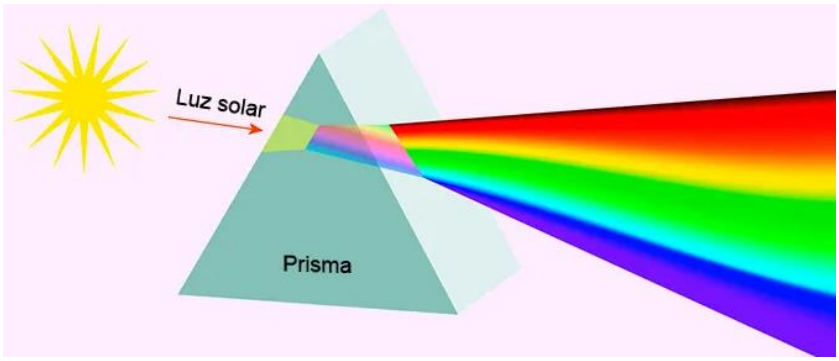
Fonte: Autor, 2025.

4.3 Difusão e Absorção da Luz

A difusão da luz ocorre quando ela incide em uma superfície irregular ou encontra partículas suspensas no ar, espalhando-se em várias direções, como ilustrado na Figura 4.3. Esse fenômeno é o responsável pela coloração azul do céu durante o dia, pelos tons avermelhados ao pôr do sol e o surgimento do arco-íris (formado pela refração e reflexão da luz solar nas gotas de água presentes na atmosfera), mostrado na Figura 4.4.

Quando a luz encontra partículas cujo tamanho é menor ou comparável ao seu comprimento de onda, ela se difunde em diversas direções. A intensidade da luz difusa depende do tamanho das partículas e do comprimento de onda da luz incidente. Superfícies irregulares e partículas em suspensão redistribuem a luz visível de maneira heterogênea, contribuindo para vários dos efeitos ópticos observados na natureza.

Figura 4.3: Difusão da luz por um prisma.



Fonte: Mundo Educação, 2025.

Figura 4.4: Difusão da Luz resultando na formação do Arco-íris.



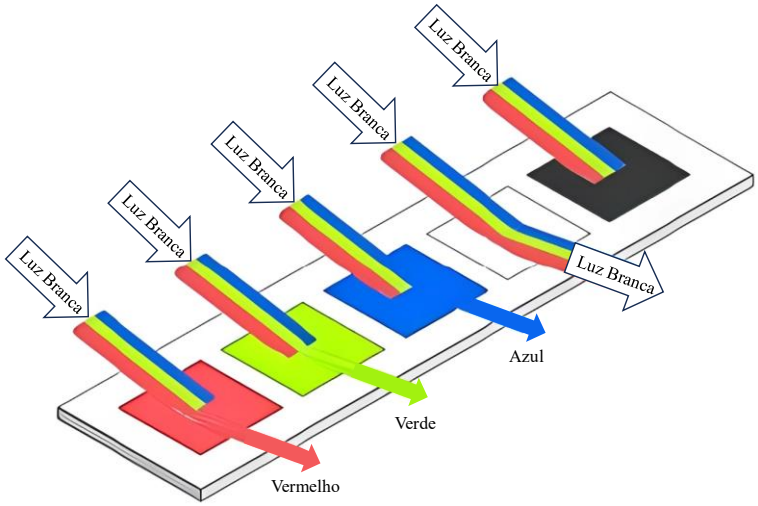
Fonte: Mundo Educação, 2025.

A absorção da luz ocorre quando a radiação luminosa incide sobre um material e é por ele absorvida, sendo convertida em outras formas de energia, como o calor. Esse fenômeno é fundamental para diversos processos naturais e tecnológicos. A cor de um objeto, por exemplo, é determinada pelas frequências de luz que ele absorve e reflete. Um corpo de cor preta absorve quase toda a luz incidente no espectro visível, enquanto um corpo branco reflete a maior parte das frequências desse espectro. Já um objeto vermelho absorve predominantemente as demais cores do espectro e reflete principalmente a luz na faixa do vermelho, como ilustrado na Figura 4.5.

A quantidade de luz absorvida por um material depende de suas propriedades, como a composição química e a estrutura da superfície, bem como do comprimento de onda da luz

incidente. Diferentes materiais apresentam diferentes capacidades de absorção, caracterizadas pelo coeficiente de absorção, que define a eficiência do material em absorver determinadas faixas do espectro eletromagnético.

Figura 4.5: Absorção da Luz.



Fonte: Adaptado de Teixeira et al. (2016).

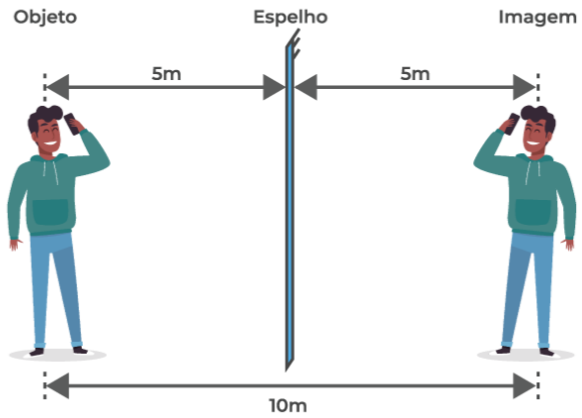
4.4 Imagens em Espelhos Planos e Esféricos

A formação de imagens em espelhos segue os princípios da Lei da Reflexão, que estabelece que o ângulo de incidência (θ_i) é igual ao ângulo de reflexão (θ_r). Quando um objeto é colocado diante de um espelho plano, a luz proveniente do objeto incide no espelho e reflete, formando uma imagem. A imagem formada por um espelho plano possui algumas características:

- É virtual, o que significa que não pode ser projetada em uma tela (anteparo), pois a luz parece divergir de um ponto atrás do espelho;
- É direita, ou seja, mantém a mesma orientação vertical do objeto;
- É do mesmo tamanho do objeto;
- A imagem apresenta inversão lateral, ou seja, os lados, esquerdo e direito, da imagem são trocados em relação ao objeto. Essa inversão ocorre porque o espelho reflete a luz mantendo a relação espacial da frente e do fundo do objeto, mas modificando a orientação lateral.

Na Figura 4.6, pode-se ver a formação de uma imagem por um espelho plano, mostrando que ela é do mesmo tamanho do objetivo e invertida lateralmente.

Figura 4.6: Imagem Formada por um espelho plano.



Fonte: Realize Educação, 2025.

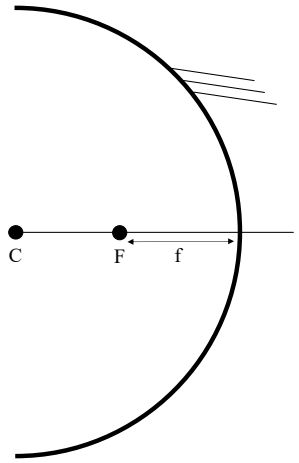
A formação de imagens por espelhos esféricos ocorre quando a luz incide sobre uma superfície curva e é refletida, podendo formar imagens reais ou virtuais. Esses espelhos seguem as mesmas leis da reflexão dos espelhos planos, mas devido à curvatura, apresentam propriedades únicas na formação das imagens. Eles são classificados em dois tipos: espelhos côncavos e espelhos convexos.

Espelhos Côncavos

Um espelho côncavo tem uma superfície refletora que curva para dentro, como o interior de uma esfera, como mostrado na Figura 4.7. A imagem formada por um espelho côncavo pode variar dependendo da posição do objeto em relação ao espelho:

- Quando o objeto está mais distante do vértice do espelho que o centro de curvatura (C), a imagem é real, invertida e menor que o objeto.
- Quando o objeto está entre o foco (F) e o centro de curvatura (C), a imagem é real, invertida e maior que o objeto.
- Quando o objeto está entre o foco (F) e o espelho, a imagem é virtual, direita e maior que o objeto.

Figura 4.7: Espelho Côncavo.



Fonte: Autor, 2025.

Essa propriedade torna os espelhos côncavos muito úteis em aplicações como refletores de luz em holofotes, telescópios, faróis de veículos e instrumentos ópticos, pois permitem a formação de imagens ampliadas e focadas. Essas características podem ser descritas pela Equação dos Espelhos Esféricos (Equação de Gauss), que relaciona a distância focal (f), a distância do objeto (d_o) e a distância da imagem (d_i):

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i}. \tag{4.3}$$

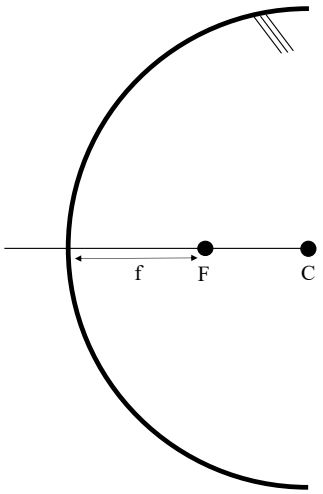
Na Figura 4.7, pode-se ver a representação de um espelho côncavo, onde os raios de luz podem ser refletidos e convergir para formar a imagem de um objeto.

Espelhos Convexos

Um espelho convexo tem uma superfície refletora que curva para fora, como o exterior de uma esfera, como mostrado na Figura 4.8. A imagem formada por um espelho convexo tem as seguintes características:

- A imagem é virtual, o que significa que não pode ser projetada em uma tela, pois os raios refletidos parecem divergir de um ponto atrás do espelho;
- A imagem é direita, mantendo a mesma orientação vertical do objeto;
- A imagem é menor que o objeto;
- A imagem é invertida lateralmente, com os lados direita e a esquerda trocados.

Figura 4.8: Espelho Convexo.



Fonte: Autor, 2025.

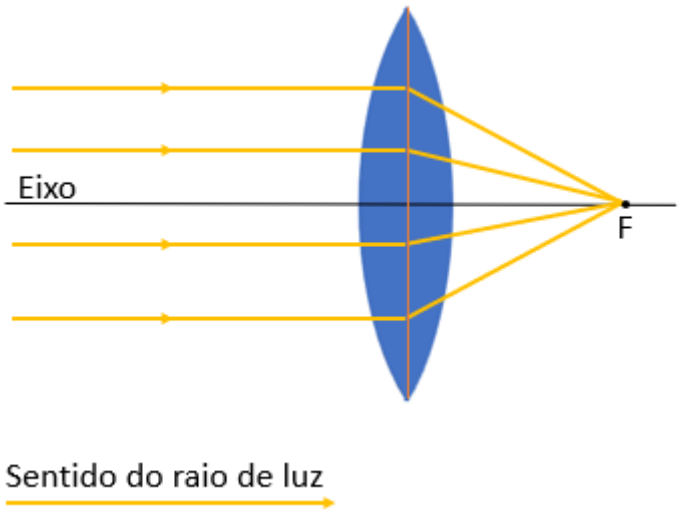
A equação dos espelhos esféricos (Equação 4.3) também se aplica aos espelhos convexos, mas com a distância focal (f) sendo negativa, pois o foco está localizado atrás do espelho, no prolongamento dos raios refletidos. Além disso, independentemente da posição do objeto, os espelhos convexos sempre formam imagens virtuais (não podem ser projetadas em um anteparo), direitas (mantêm a orientação do objeto) e menores que o objeto. Essa propriedade torna os espelhos convexos muito úteis para aplicações como retrovisores de veículos e sistemas de segurança, já que eles ampliam o campo de visão.

4.5 Imagens em Lentes Delgadas

As lentes delgadas são caracterizadas por terem um comprimento muito pequeno em comparação com os raios de curvatura de suas superfícies. Existem dois tipos principais de lentes delgadas:

- **Lentes convergentes (ou lentes convexas):** São aquelas que possuem a parte central mais espessa que as bordas, com superfícies curvadas para fora (como uma bola cortada ao meio). Sua principal função é convergir raios de luz paralelos para um ponto chamado foco (F), como representado pela Figura 4.9**:** Lente convergente.

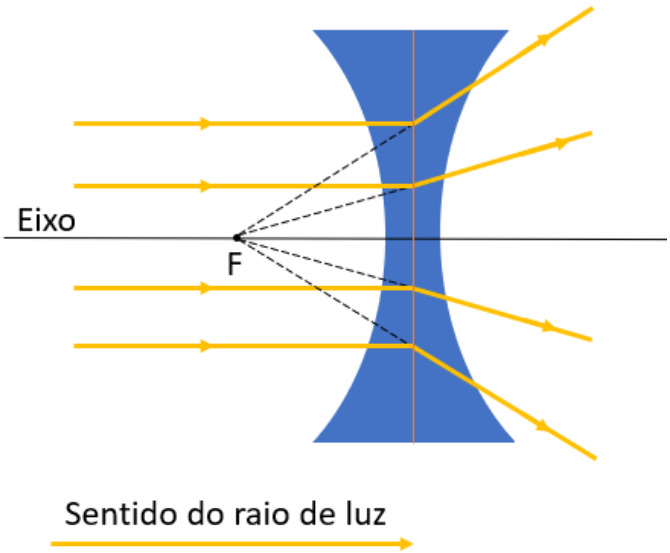
Figura 4.9: Lente convergente.



Fonte: Autor, 2025.

- **Lentes divergentes (ou côncavas):** São aquelas que possuem a parte central mais fina do que as bordas e apresentam superfícies curvadas para dentro. Elas fazem com que raios de luz paralelos divirjam, parecendo se originar de um ponto focal virtual, como representado pela Figura 4.10**:** Lente divergente.

Figura 4.10: Lente divergente



Fonte: Autor, 2025.

Formação de Imagens por Lentes Convergentes

As lentes convergentes possuem superfícies que curvam para fora, fazendo com que raios de luz paralelos que passam por elas se concentrem em um ponto chamado foco. A formação de imagens por lentes convergentes varia de acordo com a posição do objeto em relação à lente:

- **Objeto além de duas vezes a distância focal (*2f*)**: A imagem formada será real, invertida e menor que o objeto.
- **Objeto entre duas vezes a distância focal (*2f*) e a distância focal (*f*)**: A imagem será real, invertida e maior que o objeto.
- **Objeto na distância focal (*f*)**: Não há formação de imagem definida, pois os raios emergem paralelos.
- **Objeto entre a distância focal (*f*) e a lente**: A imagem será virtual, direita e ampliada.

Formação de Imagens por Lentes Divergentes

As lentes divergentes possuem superfícies que curvam para dentro e fazem com que os raios de luz paralelos que passam por elas se espalhem, como se estivessem emergindo de um foco virtual localizado atrás da lente. As imagens formadas por lentes divergentes apresentam as seguintes características:

- A imagem é virtual, o que significa que não pode ser projetada em uma tela, pois os raios parecem divergir de um ponto atrás da lente;
- A imagem é direita, mantendo a mesma orientação vertical do objeto;
- A imagem é menor que o objeto.

4.6 Equação de Gauss para Lentes Delgadas

A formação de imagens por lentes delgadas pode ser descrita pela Equação das Lentes (Equação de Gauss). Ela relaciona a distância focal (*f*), a distância do objeto (θ_o) e a distância da imagem (θ_i). Essa equação é semelhante à equação dos espelhos e é expressa como:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{\theta_o} + \frac{1}{\theta_i} \tag{4.4}$$

4.7 Ampliação de uma Imagem Formada Por um Espelho ou Por uma Lente

A ampliação (M) da imagem formada por um espelho ou por uma lente é dada pela relação entre a altura da imagem (h_i) e a altura do objeto (h_o), e também pode ser expressa em termos das distâncias do objeto (d_0) e da imagem (d_i), como representado pela equação 4.5.

$$M = \frac{h_i}{h_o} = -\frac{d_i}{d_0}. \tag{4.5}$$

Onde temos as seguintes características:

- Se |M| for maior que 1, a imagem é ampliada (maior que o objeto).
- Se |M| for menor que 1, a imagem é reduzida (menor que o objeto).
- Se |M| for positivo, a imagem é direita (ocorre em espelhos convexos e em imagens virtuais de espelhos côncavos ou lentes convergentes quando $d_i < 0$).
- Se |M| for negativo, a imagem é invertida (ocorre em imagens reais formadas por espelhos côncavos ou lentes convergentes quando $d_i > 0$).

O sinal negativo na Equação (4.5) surge da conversão de sinais em óptica geométrica, em que imagens invertidas têm altura negativa (h_i). A mesma fórmula se aplica tanto a espelhos quanto a lentes delgadas, com as devidas convenções para d_i (positivo para imagens reais e negativo para virtuais).

5 O JOGO DE TABULEIRO “ÓPTICA QUEST”

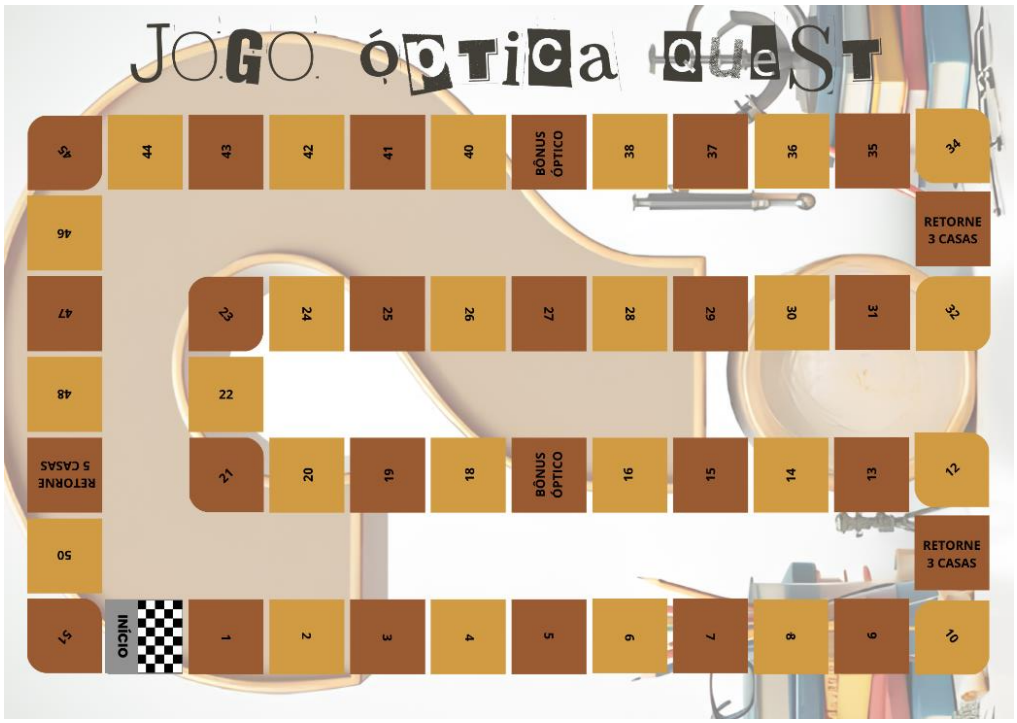
O jogo desenvolvido neste trabalho, intitulado “Óptica Quest”, é um jogo de tabuleiro criado com o objetivo de ensinar e revisar conceitos de Óptica Geométrica de forma prática e interativa, sendo voltado para estudantes do ensino médio. Utiliza mecânicas lúdicas que permitem a revisão de tópicos como reflexão, refração, formação de imagens e instrumentos ópticos. Durante a partida, os participantes lançam o dado, avançam pelo tabuleiro e respondem às perguntas presentes nas cartas, todas relacionadas aos conteúdos da Óptica Geométrica.

A seguir, será apresentado o detalhamento de cada parte do jogo.

5.1 Descrição do jogo

A Figura 5.1 apresenta o tabuleiro do jogo “Óptica Quest”, composto por uma trilha com 51 casas numeradas, além da casa “INÍCIO”, todas dispostas sobre um plano de fundo que exibe um ponto de interrogação. As casas possuem cores alternadas em tons de marrom claro e escuro, proporcionando contraste visual que facilita a navegação dos jogadores.

Figura 5.1: Tabuleiro do Jogo Óptica Quest.



Fonte: Autor, 2024.

No início do jogo, os participantes posicionam-se na casa designada como “INÍCIO”. A cada lançamento de dado, avançam pelo tabuleiro enfrentando desafios e respondendo a perguntas contidas em cartas específicas sobre tópicos de Óptica Geométrica. Ao longo do percurso, encontram casas especiais e cartas de penalidade que podem alterar o andamento da partida.

O objetivo do jogo é fazer com que vença a dupla de participantes que primeiro conseguir reunir as quatro cartas de instrumento óptico. Ao parar em uma casa do tabuleiro, a dupla deve responder à pergunta correspondente, retirada de um baralho composto por dois tipos de cartas: cartas de perguntas e cartas de penalidade. As cartas de perguntas abordam tópicos da Óptica Geométrica, testando e reforçando os conhecimentos adquiridos, sem aplicação de penalidades em caso de erro. Já as cartas de penalidade, ao serem sorteadas, devem ser aplicadas imediatamente. Quando indicado na carta, uma resposta correta pode conceder bônus à dupla. Na próxima seção, iremos detalhar cada um destes elementos do jogo.

5.2 Descrição detalhada dos componentes do jogo

- **Tabuleiro:** O tabuleiro é composto por 51 casas numeradas e a casa INÍCIO. Dentre estas, todas as casas são perguntas, com exceção de duas casas de bônus óptico e três casas de penalização.
- **Dados:** O jogo utiliza um dado tradicional de seis faces, que determina o número de casas que cada jogador avança em seu turno.
- **Pinos:** Cada jogador escolhe um pino de cor distinta para representar sua posição no tabuleiro.
- **Baralho:** É constituído por cartas de perguntas e cartas de penalidade, que farão parte da dinâmica do jogo ao serem puxadas por cada dupla em sua respectiva rodada. No total, são 72 cartas de perguntas e 8 cartas de penalidade.
- **Instrumento Óptico:** São cartas de instrumentos ópticos (telescópio, microscópio, câmera fotográfica e óculos) à disposição dos jogadores, que serão coletadas para a conclusão do objetivo do jogo.

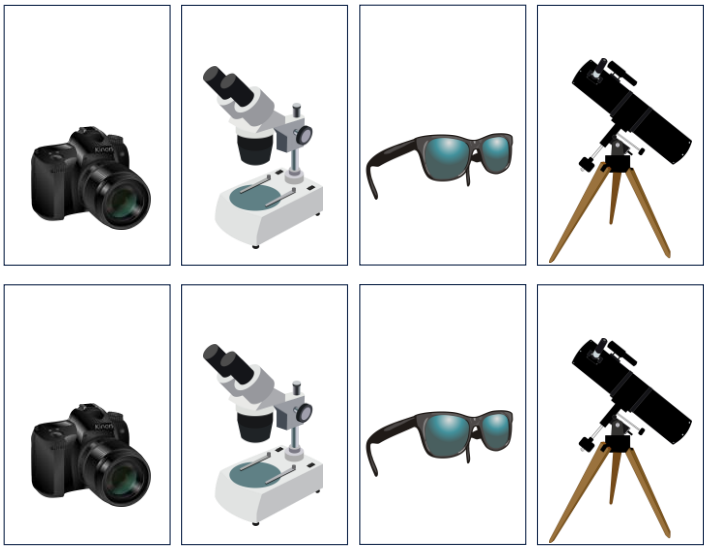
A seguir será mostrado exemplos de figuras das cartas perguntas, instrumento óptico e de penalização, respectivamente nas Figura 5.2, Figura 5.3 e Figura 5.4. Sendo a Figura 5.5 o modelo escolhido para a parte da carta que ficará virada para cima durante o desenrolar do jogo. O desenho utilizado na parte frontal das cartas foi gerado com o uso de inteligência artificial generativa. No Apêndice, encontram-se o tabuleiro e as cartas em tamanho original, disponíveis para impressão por todos aqueles que desejarem utilizar o jogo.

Figura 5.2: Exemplos de cartas-perguntas.



Fonte: Autor, 2024.

Figura 5.3: Cartas de Instrumentos Ópticos.



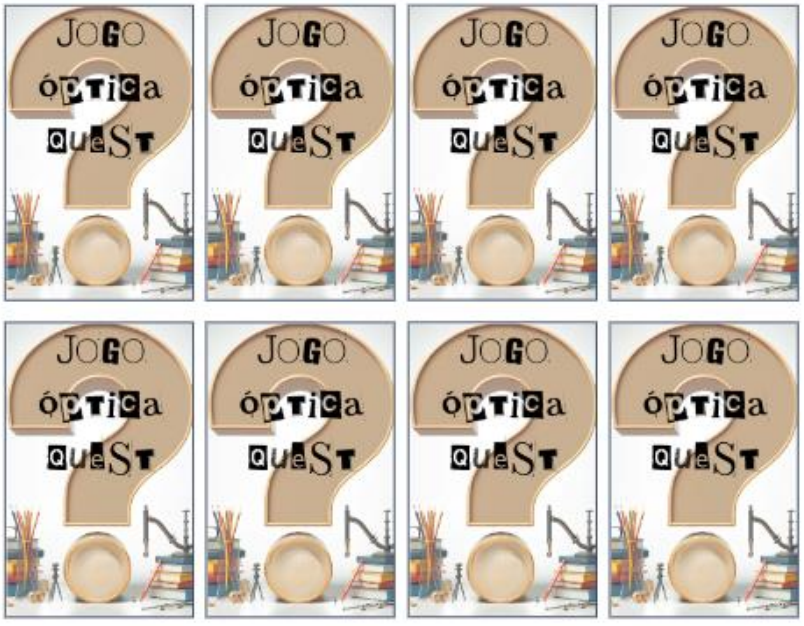
Fonte: Autor, 2024.

Figura 5.4: Cartas de Penalização.



Fonte: Autor, 2024.

Figura 5.5: "Frente" das cartas.



Fonte: Autor, 2024.

Embora o tabuleiro e as cartas possam ser impressos em folhas brancas simples no formato A4, recomenda-se a utilização de papel com maior gramatura, como o papel cartão 180 g, que permita a impressão em frente e verso. Essa escolha torna o tabuleiro e as cartas mais resistentes e fáceis de manusear pelos alunos.

5.3 Regras do jogo.

As regras do jogo são as seguintes:

- O jogo “Óptica Quest” deve ser jogado em duas duplas de jogadores;
- Cada dupla de jogadores escolhe seu respectivo pino, o pino escolhido deve ser posicionado na casa "INÍCIO";
- As cartas deverão ser embaralhadas, com o baralho contendo as cartas perguntas e cartas de penalidade;
- Para determinar a ordem dos jogadores, cada dupla deverá lançar o dado uma vez. A sequência será definida pelo maior valor obtido. Em caso de empate, um novo lançamento será realizado, e a dupla que obtiver o valor superior vencerá o desempate;
- Após definir a sequência de duplas, a dupla da vez rola o dado e avança com o pino o número de casas correspondente ao valor obtido;
- Após a dupla de jogadores da vez rolar o dado e avançar para a casa correspondente no tabuleiro, a dupla adversária deverá puxar uma carta do baralho. Sem permitir que a dupla da vez veja a carta, a equipe adversária deverá lê-la em voz alta para que a dupla da vez possa responder. O baralho contém dois tipos de cartas: cartas de perguntas e cartas de penalidade.
- Em caso de acerto da resposta na carta de pergunta, o bônus descrito na carta deverá ser aplicado;
- Em caso de erro da resposta na carta pergunta a dupla não terá penalização alguma, apenas não irá ganhar o bônus descrito na carta;
- Sempre que o pino cair em uma casa do tipo **BÔNUS ÓPTICO**, a dupla poderá escolher uma das cartas de instrumento óptico disponíveis: câmera, microscópio, óculos ou telescópio. Vence o jogo a dupla que conseguir reunir, primeiro, os quatro instrumentos ópticos.
- Sempre que a dupla completar uma volta no tabuleiro, ao passar pela casa **INÍCIO**, poderá escolher uma das cartas de instrumento óptico.
- O jogo continua até que uma das duplas de jogadores consiga reunir todas as cartas de instrumentos ópticos, dando quantas voltas no tabuleiro forem necessárias.

5.4 Sugestão de sequência didática para utilização do jogo

A sequência didática é uma ferramenta essencial para a organização e o planejamento das aulas, contribuindo para evitar a repetitividade e proporcionar uma experiência de aprendizagem mais eficiente e estruturada. Por meio dessa metodologia, busca-se integrar o conteúdo teórico à prática, utilizando o jogo "Óptica Quest" como recurso pedagógico para reforçar e aprofundar os conceitos de Óptica Geométrica previamente estudados pelos alunos. O objetivo desta proposta é orientar a aplicação do jogo em sala de aula de forma sistematizada e eficaz. A sequência didática está dividida em sete encontros, culminando na utilização prática do jogo. A seguir, apresenta-se a proposta de plano de aula correspondente a esses sete encontros, descrita nos Quadros 1 a 7.

Quadro 5.1: Plano de Aula 1.

<table>
<tr><td colspan="2">Título: Introdução à Óptica Geométrica</td></tr>
<tr><td>Série: 2º ano do Ensino Médio.</td><td>Disciplina: Física.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Duração da Aula: 2 aulas (100 minutos).</td></tr>
<tr><td colspan="2">Conteúdo: Natureza da luz e Propagação retilínea da luz.</td></tr>
<tr><td>Objetivo da Aula</td><td>• Compreender a natureza da luz e seus conceitos fundamentais;
• Explicar como a luz se propaga em linha reta.</td></tr>
<tr><td>Recursos Utilizados</td><td>• Quadro branco e marcadores;
• Projetor multimídia;
• Slides de apresentação.</td></tr>
<tr><td>Metodologia</td><td>• Aula expositiva dialogada;
• Discussão em sala de aula.</td></tr>
<tr><td>Descrição da Atividade</td><td>1. Apresentação inicial sobre a natureza da luz e sua importância;
2. Explicação dos conceitos de propagação retilínea da luz com exemplos práticos;
3. Perguntas e respostas para verificar a compreensão dos alunos.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Avaliação: Atividade de fixação com questões sobre a natureza da luz e propagação retilínea.</td></tr>
</table>

Quadro 5.2: Plano de Aula 2.

Título: Reflexão da Luz e Espelhos Planos	
Série: 2º ano do Ensino Médio.	**Disciplina:** Física.
Duração da Aula: 2 aulas (100 minutos).	
Conteúdo: Leis da reflexão e Formação de imagens em espelhos planos.	
Objetivo da Aula	• Entender a lei da reflexão; • Analisar a formação de imagens em espelhos planos.
Recursos Utilizados	• Quadro branco e marcadores; • Espelhos Planos; • Projetor multimídia; • Slides de apresentação.
Metodologia	• Aula expositiva dialogada; • Demonstração prática com espelhos.
Descrição da Atividade	1. Explicação da lei da reflexão e exemplos práticos; 2. Demonstração da formação de imagens em espelhos planos; 3. Discussão e resolução de problemas com a turma.
Avaliação: Atividade de fixação com questões sobre a lei da reflexão e espelhos planos.	

Quadro 5.3: Plano de Aula 3.

Título: Reflexão em Espelhos Esféricos	
Série: 2º ano do Ensino Médio.	**Disciplina:** Física.
Duração da Aula: 2 aulas (100 minutos).	
Conteúdo: Espelhos côncavos e convexos e Formação de imagens em espelhos esféricos.	
Objetivo da Aula	• Diferenciar espelhos côncavos e convexos; • Explicar a formação de imagens em espelhos esféricos.
Recursos Utilizados	• Quadro branco e marcadores; • Espelhos esféricos (côncavo e convexo); • Sites de Simulação Virtual (PhET); • Projetor multimídia; • Slides de apresentação.
Metodologia	• Aula expositiva dialogada; • Demonstração prática com espelhos esféricos.
Descrição da Atividade	1. Explicação das características de espelhos côncavos e convexos; 2. Demonstração da formação de imagens com espelhos esféricos; 3. Resolução de problemas e atividades práticas.
Avaliação: Atividade de fixação com exercícios sobre espelhos côncavos e convexos.	

Quadro 5.4: Plano de Aula 4.

Título: Refração da Luz e a Lei de Snell-Descartes	
Série: 2º ano do Ensino Médio.	**Disciplina:** Física.
Duração da Aula: 2 aulas (100 minutos).	
Conteúdo: Conceito de refração da luz e Lei de Snell-Descartes	
Objetivo da Aula	• Compreender o conceito de refração da luz; • Aplicar a lei de Snell-Descartes em problemas práticos.
Recursos Utilizados	• Quadro branco e marcadores; • Sites de Simulação Virtual (PhET); • Projetor multimídia; • Slides de apresentação; • Prismas e Lentes.
Metodologia	• Aula expositiva dialogada; • Experimentos práticos com prismas e lentes.
Descrição da Atividade	1. Introdução ao conceito de refração e exemplos no dia a dia; 2. Explicação da lei de Snell-Descartes com exercícios; 3. Experimentos práticos para observar a refração da luz.
Avaliação: Atividade de fixação com problemas de refração e aplicação da lei de Snell-Descartes.	

Quadro 5.5: Plano de Aula 5.

Título: Lentes Delgadas e Formação de Imagens.	
Série: 2º ano do Ensino Médio.	**Disciplina:** Física.
Duração da Aula: 2 aulas (100 minutos).	
Conteúdo: Tipos de lentes (convergentes e divergentes) e Formação de imagens por lentes delgadas.	
Objetivo da Aula	• Diferenciar lentes convergentes e divergentes; • Explicar a formação de imagens por lentes delgadas.
Recursos Utilizados	• Quadro branco e marcadores; • Sites de Simulação Virtual (PhET); • Projetor multimídia; • Slides de apresentação; • Lentes Convergentes e Divergentes.
Metodologia	• Aula expositiva dialogada; • Experimentos práticos com lentes.
Descrição da Atividade	1. Explicação das características e usos de diferentes tipos de lentes; 2. Demonstração da formação de imagens usando lentes convergentes e divergentes; 3. Discussão e resolução de problemas práticos.
Avaliação: Atividade de fixação com exercícios sobre lentes delgadas.	

Quadro 5.6: Plano de Aula 6.

Título: Instrumentos Ópticos.	
Série: 2º ano do Ensino Médio.	**Disciplina:** Física.
Duração da Aula: 1 aula (50 minutos).	
Conteúdo: Funcionamento de instrumentos ópticos, como: Lupa, máquina fotográfica, microscópios e telescópios.	
Objetivo da Aula	• Compreender o funcionamento básico de instrumentos ópticos.
Recursos Utilizados	• Quadro branco e marcadores; • Sites de Simulação Virtual (PhET); • Projetor multimídia; • Slides de apresentação; • Uso de telescópio e microscópio (se disponível).
Metodologia	• Aula expositiva dialogada; • Demonstrações reais e/ou simuladas.
Descrição da Atividade	1. Introdução aos principais instrumentos ópticos e suas aplicações; 2. Demonstração prática/simulada de microscópios e telescópios; 3. Realização de cálculos ópticos simples relacionados aos instrumentos.
Avaliação: Atividade de fixação com exercícios sobre instrumentos ópticos e seus cálculos.	

Quadro 5.7: Plano de Aula 7.

Título: Aplicação do Jogo “Óptica Quest”.	
Série: 2º ano do Ensino Médio.	**Disciplina:** Física.
Duração da Aula: 1 aula (50 minutos).	
Conteúdo: Conceitos básicos de reflexão, refração, lentes, dispersão da luz, instrumentos ópticos e Aplicação dos conceitos através do jogo "Óptica Quest".	
Objetivo da Aula	• Compreender os conceitos básicos de reflexão, refração, lentes, dispersão da luz e instrumentos ópticos.
Recursos Utilizados	• O Jogo Óptica Quest.
Metodologia	• Aula expositiva participativa com o jogo.
Descrição da Atividade: O jogo “Óptica Quest” será apresentado pelo professor aos alunos, que explicará as regras e como deverá ser jogado. A sala será organizada de modo que os alunos formem duplas. Cada dupla receberá um tabuleiro com suas respectivas cartas, pinos e instrumentos ópticos. Os alunos iniciarão o jogo e o professor assumirá a posição de observador, oferecendo orientações apenas quando solicitado.	
Avaliação: Acompanhamento da interação entre os alunos pelo professor.	

6 CONCLUSÃO E COMENTÁRIOS FINAIS

Este trabalho evidencia que o ensino tradicional, centrado na memorização, tem contribuído para a desmotivação e as dificuldades na aprendizagem de disciplinas complexas, como a Física. Esse cenário reforça a necessidade de repensar as práticas pedagógicas, de modo que o aluno deixe de ser um receptor passivo de informações e passe a atuar ativamente em seu próprio processo de aprendizagem. Nesse contexto, a proposta do jogo de tabuleiro Óptica Quest revela-se uma ferramenta pedagógica capaz de transformar a assimilação de conceitos teóricos em experiências práticas, significativas e colaborativas.

O desenvolvimento do Óptica Quest demonstra, de forma clara, que a integração entre teoria e prática, por meio de atividades lúdicas, é fundamental para facilitar a compreensão de conceitos abstratos, como os fenômenos de reflexão, refração e formação de imagens na Óptica Geométrica. A dinâmica do jogo — que envolve desafios, sorteios e resolução colaborativa de questões — cria um ambiente de baixa pressão, possibilitando que os alunos aprendam por meio de uma atividade lúdica. Essa abordagem não apenas revitaliza a experiência de aprendizagem, como também estimula o pensamento crítico e o trabalho em equipe, habilidades essenciais para o desenvolvimento acadêmico e pessoal.

Embora o jogo ainda não tenha sido aplicado em sala de aula, o planejamento e a fundamentação teórica apresentados atestam sua viabilidade e seu valor como recurso didático. Ao permitir que o docente utilize apenas um período de 50 minutos para consolidar conteúdos, o jogo oferece uma alternativa dinâmica e de baixo custo para superar os desafios impostos pelos métodos tradicionais. Trata-se de uma ferramenta que possibilita novas formas de trabalhar os conceitos da Óptica Geométrica, tornando o aprendizado mais fluido, atrativo e contribuindo para a desconstrução dos estereótipos negativos frequentemente associados às Ciências Exatas.

Por fim, espera-se que o Óptica Quest seja adotado como uma ferramenta didática capaz de tornar as aulas mais divertidas e envolventes, contribuindo para um aprendizado mais efetivo e significativo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Francine Silva; OLIVEIRA, Patrícia Batista de; REIS, Deyse Almeida dos. The importance of didactic games in the teaching-learning process: An integrative review. *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 10, n. 4, p. e41210414309, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i4.14309. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/14309. Acesso em: 15 set. 2024.

ANDREATA, Mauro. Aula expositiva e Paulo Freire. *Educação & Realidade*, Porto Alegre, v. 44, n. 3, p. 700-719, 2019. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-17302019000300700. Acesso em: 14 ago. 2024.

ARSAD, Norazah Mohd et al. Active learning in fiber optic course using applied education game. *Jurnal Teknologi,* v. 77, n. 29, p. 45-58, 2015. Disponível em: https://journals.utm.my/jurnalteknologi/article/download/4550/3175/12760. Acesso em: 15 ago. 2024.

AUSUBEL, David Paul. *Educational psychology: A cognitive view.* New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

BARROSO, Fábio F.; CARVALHO, Saulo A.; HUGUENIN, Jacques A. O.; TORT, A. C. Formação de imagens na óptica geométrica por meio do método gráfico de Pierre Lucie. *Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo*, v. 40, e2501, 2018. DOI: https://www.google.com/search?q=https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-40-02-e2501. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbef/a/745zkMdrRb4fPJvv99X9D9z/. Acesso em: 17 ago. 2024.

BARROSO, Felipe; ANTUNES, Mariana. Tecnologia na educação: ferramentas digitais facilitadoras da prática docente. *Pesquisa e Debate em Educação,* Juiz de Fora, v. 12, n. 3, p. 45-60, jul./set. 2020. Disponível em: https://periodicos.ufjf.br/index.php/RPDE/article/view/31969/. Acesso em: 16 ago. 2024.

BENASSI, Cassiane Beatrís Pasuck; FERREIRA, Mariane Grando; STRIEDER, Dulce Maria. O lúdico no ensino de Física: perfil apresentado no Encontro Nacional de Jogos e Atividades Lúdicas no Ensino de Química, Física e Biologia (JALEQUIM). *Arquivos do Mudi*, Maringá, v. 24, n. 3, p. 157-171, dez. 2020. DOI: 10.4025/arqmudi.v24i3.55703. Disponível em:

https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/article/view/55703. Acesso em: 11 out. 2024.

BOROCHOVICIUS, Eli; TORTELLA, Jussara Cristina Barboza. Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, Rio de Janeiro, v. 22, n. 83, p. 263-294, 2014. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ensaio/a/QQXPb5SbP54VJtpmvThLBTc/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 15 ago. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br. Acesso em: 13 ago. 2024.

BROOKS, Jacqueline Grennon; BROOKS, Martin G. *In search of understanding: the case for constructivist classrooms.* Alexandria: ASCD, 1999.

CARVALHO, Maria. *Jogos educativos como ferramenta didática no ensino de física*. Rio de Janeiro: Editora Ciência, 2020.

CARVALHO, Poliana de Sousa; SILVA, Edneide Maria Ferreira da. Manual de apoio didático: experimentos de química e física para o ensino médio. Picos: [s.n.], 2024. 29 p. Disponível em: https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/778187/2/POLIANA%20Experimentos%20de%20baixo%20custo%20TCC%20atualizado.pdf. Acesso em: 15 ago. 2024.

CASTRO, Fábio de. Escassez de laboratórios de ciências nas escolas brasileiras limita interesse dos alunos pela física. *Revista Educação*, 8 maio 2017. Disponível em: https://revistaeducacao.com.br/2017/05/08/escassez-de-laboratorios-de-ciencias-nas-escolas-brasileiras-limita-interesse-dos-alunos-pela-fisica/. Acesso em: 16 ago. 2024.

CAVALCANTE, Marisa Almeida; TEIXEIRA, Anderson de Castro; BALATON, Mariana. *Estudo das cores com Arduino, Scratch e Tracker*. 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/311805029_Estudo_das_cores_com_Arduino_Scratch_e_Tracker. Acesso em: 23 jan. 2025.

DETERDING, Sebastian et al. From game design elements to gamefulness: defining gamification. In: INTERNATIONAL ACADEMIC MINDTREK CONFERENCE, 15., 2011, Tampere. *Proceedings...* New York: ACM, 2011. p. 9-15. Disponível em: https://dl.acm.org/doi/10.1145/2181037.2181040. Acesso em: 10 jul. 2022.

FALK, Thomas et al. Games for experiential learning: triggering collective changes in commons management. *Ecology and Society*, v. 28, n. 1, art. 30, 2023. https://doi.org/10.5751/ES-13862-280130.

FERREIRA, Marcello et al. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre óptica geométrica apoiada por vídeos, aplicativos e jogos para smartphones. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 42, e20190191, 2020. DOI: 10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0057. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbef/a/dJv9Vkft6434ffg5tJDPbpM/?lang=pt. Acesso em: 11 out. 2024.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia do Oprimido.* Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1968.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia do Oprimido.* 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987. Disponível em: https://www.gepec.ufscar.br/publicacoes/livros-e-colecoes/paulo-freire/pedagogia-do-oprimido.pdf. Acesso em: 15 ago. 2024.

GEE, James Paul. *What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy*. New York: Palgrave Macmillan, 2003.

GONÇALVES, Lucas Lourenço Barbosa; RODRIGUES, Clóves Gonçalves. Experimentos práticos e didáticos de baixo custo para o ensino de óptica: reflexão, refração e espelhos planos. *Conjecturas*, Montes Claros, v. 12, n. 5, p. 1-14, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Cloves-Rodrigues/publication/361047790_Experimentos_praticos_e_didaticos_de_baixo_custo_para_o_ensino_de_optica_reflexao_refracao_e_espelhos_planos/links/629bd3166886635d5cbfd0df/Experimentos-praticos-e-didaticos-de-baixo-custo-para-o-ensino-de-optica-reflexao-refracao-e-espelhos-planos.pdf. Acesso em: 14 ago. 2024.

GONÇALVES, Maria Helena; ARAUJO, Luis E. E. de; RODRIGUES, Varlei. Lentes de gelatina. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 42, n. 1, p. 1-10, 2020. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbef/a/y3DmfPN43fSSwqYz7VWBJCq/?lang=pt. Acesso em: 14 ago. 2024.

GONÇALVES, Rogério; LAVOR, Otávio Paulino; OLIVEIRA, Elrismar Auxiliadora Gomes. Ensino de Física no Ensino Médio: Análise das Determinações da BNCC. *Revista Pesquisa Qualitativa*, v. 10, n. 25, p. 488, 2022. DOI: 10.33361/RPQ.2022.v.10.n.25.488. Acesso em: 13 ago. 2024.

GROCCIA, James E.; BUSKIST, William. *The Handbook of College and University Teaching: A Global Perspective*. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2011.

GUERRERO-QUIÑONEZ, Anghelo Josué et al. Educational Platforms: Digital Tools for the teaching-learning process in Education. *IBERO-AMERICAN JOURNAL OF EDUCATION & SOCIETY RESEARCH*, v. 3, n. 1, p. 259-263, maio 2023. Recebido em: 14 jan. 2023. Aceito em: 19 mar. 2023. Publicado em: 30 maio 2023. DOI: 10.56183/iberoeds.v3i1.626. Acesso em: 17 ago. 2024.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. *Fundamentos de Física*. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014. v. 4.

JAIME, Danay Manzo; LEONEL, André Ary. Uso de simulações: um estudo sobre potencialidades e desafios apresentados pelas pesquisas da área de ensino de física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 46, e20230309, 2024. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbef/a/PvcqYmVLssjYpggDb4Jmz8N/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 17 ago. 2024.

KAFAI, Yasmin B.; RESNICK, Mitchel (Eds.). *Constructionism in Practice: Designing, Thinking, and Learning in a Digital World*. New York: Routledge, 1996.

KALOGIANNAKIS, Michail.; PAPADAKIS, Stamatios.; ZOURMPAKIS, Alkinoos-Ioannis. Gamification in Science Education: A Systematic Review of the Literature. *Educational Sciences*, v. 11, n. 1, p. 22, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.3390/educsci11010022. Acesso em: 5 abr. 2023.

KAMII, Constance. *Young children reinvent arithmetic, 2nd Grade: Implications of Piaget's theory*. New York: Teachers College Press, 1986.

KRASILCHIK, Myriam. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 6, n. 1, p. 9-18, 2000. Disponível em: https://www.scielo.br/j/spp/a/y6BkX9fCmQFDNnj5mtFgzyF/?lang=pt. Acesso em: 09 ago. 2024.

LI, Minzi.; MA, Siyu.; SHI, Yuyang. Examining the effectiveness of gamification as a tool promoting teaching and learning in educational settings: a meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, v. 14, p. 1253549, 2023. DOI: 10.3389/fpsyg.2023.1253549. Acesso em: 5 abr. 2023.

MARQUES, Humberto Rodrigues et al. Inovação no ensino: uma revisão sistemática das metodologias ativas de ensino-aprendizagem. Avaliação: *Revista da Avaliação da Educação Superior*, Campinas, v. 26, n. 3, p. 718-741, 2021. DOI: 10.1590/S1414-40772021000300005. Disponível em: https://www.scielo.br/j/aval/a/C9khps4n4BnGj6ZWkZvBk9z/. Acesso em: 20 abr. 2024.

MARTINS, Luana. *Jogos didáticos como metodologia ativa no ensino de ciências*. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Física) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Jaraguá do Sul, 2018. Disponível em: https://repositorio.ifsc.edu.br/bitstream/handle/123456789/851/TCC_LIC2018LuanaMartins.pdf?sequence=1. Acesso em: 11 jul. 2024.

MCGONIGAL, Jane. *Reality Is Broken: Why Games Make Us Better and How They Can Change the World*. New York: Penguin Press, 2011.

MEDEIROS, Alexandre; MEDEIROS, Cleide Farias de. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, [S. l.], v. 24, n. 2, p. 77-86, jun. 2002. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbef/a/4gsZ3kVfMKNxGzMcyRBZzFq/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 17 ago. 2024.

MENEZES, Jéssica Alencar Faial de. *Jogos didáticos no ensino de ciências: uma proposta contextualizada para promoção do processo de ensino-aprendizagem*. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências com Habilitação em Biologia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, Guajará-Mirim, 2022. Disponível em: https://repositorio.ifro.edu.br/server/api/core/bitstreams/b7a23144-6390-4085-b269-17b25b40467c/content. Acesso em: 13 ago. 2024.

MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. *Ensino: as abordagens do processo*. São Paulo: EPU, 1986.

MONTENEGRO, Rúbia Kátia Azevedo; PARANHOS, William Roslindo; AZEVEDO, Hugo José Coelho Corrêa de. *A educação na contemporaneidade: desafios pedagógicos e tecnológicos*. Volume 2. Campina Grande: Amplla Editora, 2023. Disponível em: https://ampllaeditora.com.br/books/2023/04/EducacaoContemporaneidadeV2.pdf. Acesso em: 15 ago. 2024.

MOREIRA, Marco Antônio. Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea. *Revista do Professor de Física*, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 1–13, 2017. DOI: 10.26512/rpf.v1i1.7074. Disponível em: https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/7074. Acesso em: 12 ago. 2024.

NOVAK, Joseph D.; GOWIN, D. Bob. *Learning how to learn*. Cambridge: Cambridge University Press, 1984.

PAIVA, Marlla Rúbya Ferreira et al. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem: revisão integrativa. *SANARE - Revista de Políticas Públicas*, Sobral, v. 15, n. 2, p. 145-153, jun./dez. 2016. Disponível em: https://sanare.emnuvens.com.br/sanare/article/view/1049/595. Acesso em: 28 ago. 2024.

PAPERT, Seymour; HAREL, Idit. *Situating Constructionism*. The Daily Papert, 1991. Disponível em: https://dailypapert.com/situating-constructionism/. Acesso em: 15 de abril de 2025.

PAPERT, Seymour. *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York: Basic Books, 1980.

PIAGET, Jean. *A epistemologia genética*. Tradução de Nathanael C. Caixeira. Petrópolis: Vozes, 1970.

PIAGET, Jean. *The origins of intelligence in children*. New York: International Universities Press, 1952.

PHET INTERACTIVE SIMULATIONS. *Geometric Optics*. Boulder: University of Colorado, [20--]. Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/geometric-optics/latest/geometric-optics_en.html. Acesso em: 6 ago. 2024.

PRENSKY, Marc. *Digital Game-Based Learning*. New York: McGraw-Hill, 2001.

PRENSKY, Marc. *Digital Natives, Digital Immigrants*. On the Horizon, v. 9, n. 5, p. 1-6, 2001. Disponível em: https://marcprensky.com/writing/Prensky - Digital Natives, Digital Immigrants - Part1.pdf. Acesso em: 16 ago. 2024.

REALIZE EDUCAÇÃO. *Espelhos planos*. 2023. Disponível em: https://realizeeducacao.com.br/blog/espelhos-planos/. Acesso em: 23 jan. 2025.

REBOUL, Oliver. *O que é aprender*. Coimbra, Portugal: Livraria Almedina, 1982.

ROCHA, Diego Floriano da; RODRIGUES, Marcello da Silva. Jogo didático como facilitador para o ensino de biologia no ensino médio. Cippus, Canoas, v. 8, n. 2, p. 1-8, 2018. ISSN 2238-9032. Disponível em: https://www.academia.edu/106142829/Jogo_did%C3%A1tico_como_facilitador_para_o_ensino_de_biologia_no_ensino_m%C3%A9dio. Acesso em: 15 set. 2024.

SALOMÃO, Francisco Carlos Carneiro et al. Metodologias ativas para ensino de óptica geométrica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, Cuiabá, v. 45, n. 2, p. e20230060, 2023. Disponível em: https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/1364. Acesso em: 09 ago. 2024.

SILVA, João Batista da; SALES, Gilvandenys Leite; CASTRO, Juscileide Braga de. Gamificação como estratégia de aprendizagem ativa no ensino de Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 41, n. 4, 2019. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbef/a/Tx3KQcf5G9PvcgQB4vswPbq/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 13 ago. 2024.

SILVA, Silvio Luiz Rutz da; DELLA VECHIA, Francieli Jaqueline Noll. Proposta de ensino de óptica da visão para o ensino médio. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 18, n. 4, p. 30-45, 2023. Disponível em: https://www.fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/1296/1090. Acesso em: 09 ago. 2024.

SOUZA, Alana Cruz de; SOARES, Denisia Brito; ROCHA, Alexsandro Silvestre da. Uma alternativa didática experimental para aulas de Óptica Geométrica. *Revista Exitus*, *[S. l.]*, v. 9, n. 3, p. 280–308, 2019. DOI: 10.24065/2237-9460.2019v9n3ID921. DOI: 10.24065/2237-9460.2019v9n3ID921. Disponível em: https://portaldeperiodicos.ufopa.edu.br/index.php/revistaexitus/article/view/921. Acesso em: 12 ago. 2024.

SQUIRE, Kurt. *Video Games and Learning: Teaching and Participatory Culture in the Digital Age*. New York: Teachers College Press, 2011.

TEÓFILO, Frederico Trindade; ALMENARA, Daniela Fontana; SILVA, Jacinta S. Ensino-aprendizagem de óptica geométrica através de uma sequência didática vygotskyana. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Brasília, v. 20, n. 1, p. 45-58, 2020.

Disponível em: https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/25852. Acesso em: 09 ago. 2024.

TORRES, Carlos Alberto. *Educação, cidadania e democracia*. São Paulo: Cortez, 2001.

VYGOTSKY, Lev Semyonovich. *Mind in society: the development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.

VYGOTSKY, Lev Semyonovich. *Pensamento e linguagem*. Tradução de Jefferson Luiz Camargo. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

WERBACH, Kevin; HUNTER, Dan. *For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business*. Philadelphia: Wharton Digital Press, 2012.

WERTSCH, James V. *Voices of the mind: a sociocultural approach to mediated action. Cambridge*, MA: Harvard University Press, 1991.

ZABALA, A. *A prática educativa: Como ensinar*. Porto Alegre: Artmed, 2017.

APÊNDICE – Regras do Jogo, Tabuleiro e Cartas do Jogo

REGRAS DO JOGO ÓTPICA QUEST

- O jogo “Óptica Quest” deve ser jogado em duas duplas de jogadores;
- Cada dupla de jogadores escolhe seu respectivo pino, o pino escolhido deve ser posicionando na casa "INÍCIO";
- As cartas deverão ser embaralhadas, com o baralho contendo as cartas perguntas e cartas de penalidade;
- Para determinar a ordem dos jogadores, cada dupla deve rolar o dado uma vez. A ordem será definida pelo maior valor obtido. Em caso de empate o dado deve ser rolado novamente e quem obtiver o maior valor vencerá o desempate;
- Após definir a sequência de duplas, a dupla da vez rola o dado e avança com o pino o número de casas correspondente ao valor obtido;
- Após a dupla de jogadores da vez rolar o dado e avançar para a casa correspondente no tabuleiro, a dupla adversária deverá puxar uma carta do baralho. Sem permitir que a dupla da vez veja a carta, a dupla adversária deverá lê-la em voz alta para a dupla da vez. O baralho contém dois tipos de cartas: cartas de perguntas e cartas de penalidade.
- Em caso de acerto da resposta na carta de pergunta, o bônus descrito na carta deverá ser aplicado;
- Em caso de erro da resposta na carta pergunta a dupla não terá penalização alguma, apenas não irá ganhar o bônus descrito na carta;
- Sempre que o pino cair em uma casa do tipo **BÔNUS ÓPTICO**, a dupla poderá escolher uma das cartas de instrumento óptico disponíveis: câmera, microscópio, óculos ou telescópio. Vence o jogo a dupla que conseguir reunir, primeiro, os quatro instrumentos ópticos.
- Sempre que a dupla completar uma volta no tabuleiro, ao passar pela casa **INÍCIO**, poderá escolher uma das cartas de instrumento óptico.
- O jogo continua até que uma das duplas de jogadores consiga reunir todas as cartas de instrumentos ópticos, dando quantas voltas no tabuleiro forem necessárias.

Jogo óptica

INÍCIO

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

RETORNE 3 CASAS

11 12 13 14 15 16 BÔNUS ÓPTICO 18 19 20

17 21

RETORNE 3 CASAS

22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32

BÔNUS ÓPTICO 34 35 36 37 38 40 41 42 43 44

45 46 47 48 RETORNE 5 CASAS 50 51


JOGO
óptica
QueST


JOGO
óptica
QueST


JOGO
óptica
QueST


JOGO
óptica
QueST


JOGO
óptica
QueST


JOGO
óptica
QueST


JOGO
óptica
QueST


JOGO
óptica
QueST

PENALIDADE

Retorne 2 casas.

PENALIDADE

A dupla adversária avança 3 casas.

PENALIDADE

A dupla adversária avança 3 casas.

PENALIDADE

Retorne 3 casas.

PENALIDADE

Fique uma rodada sem jogar.

PENALIDADE

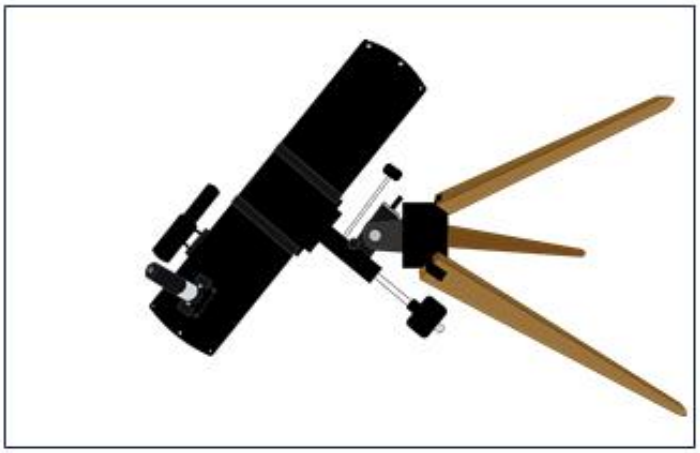
Fique uma rodada sem jogar.

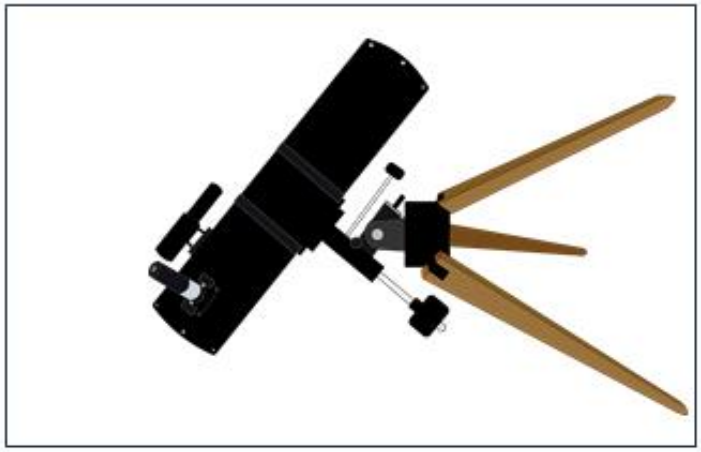
PENALIDADE

Fique uma rodada sem jogar.

PENALIDADE

Retorne 3 casas.














Canon


Canon

PERGUNTA

Qual o valor aproximado da velocidade da luz?

RESPOSTA:

$c = 3\,x\,10^8\,m/s$

BÔNUS: Avance 2 casas.

VERDADEIRO OU FALSO?

A Óptica Geométrica estuda a luz e os fenômenos associados à sua propagação.

RESPOSTA: Verdadeiro.

BÔNUS: Avance 3 casas.

VERDADEIRO OU FALSO?

Fontes secundárias de luz são fontes que podem produzir sua própria luz.

RESPOSTA: Falso.
As fontes secundárias de luz não produz luz própria.

BÔNUS: Avance 3 casas.

PERGUNTA
MÚLTIPLA ESCOLHA

Qual dos itens abaixo é um exemplo de fonte secundária de luz?

a) Lua (CORRETA)
b) Sol
c) Lâmpada acesa

BÔNUS: Avance 2 casas.

VERDADEIRO OU FALSO?

Feixes de luz divergentes são conjuntos de raios luminosos que se afastam a medida que se propagam.

RESPOSTA: Verdadeiro

BÔNUS: Avance 2 casas.

VERDADEIRO OU FALSO?

Fontes primárias de luz são corpos que podem produzir a própria luz?

RESPOSTA: Verdadeiro

BÔNUS: Avance 2 casas.

VERDADEIRO OU FALSO?

O sol é uma fonte de luz secundária?

RESPOSTA: Falso.
O sol é uma fonte primária de luz.

BÔNUS: Avance 2 casas.

VERDADEIRO OU FALSO?

Um feixe de luz é um conjunto de raios de luz que viajam na mesma direção e paralelos entre si.

RESPOSTA: Verdadeiro.

BÔNUS: Avance 3 casas.

VERDADEIRO OU FALSO?

Um feixe de luz paralelo é composto por raios luminosos que mantêm sempre a mesma direção e distância relativa entre si durante a propagação.

RESPOSTA: Verdadeiro.

BÔNUS: Avance 2 casas.

VERDADEIRO OU FALSO?

O princípio da independência dos raios luminosos afirma que os raios de luz não se propagam de forma independente uns dos outros e que são afetados quando cruzam seus caminhos.

RESPOSTA: Falso.
Esse princípio afirma que os raios de luz se propagam de forma independente uns dos outros e que não são afetados ao se cruzarem.

BÔNUS: Avance 3 casas.

VERDADEIRO OU FALSO?

A luz pode se propagar em meios materiais líquidos, sólidos e gasosos, além do vácuo.

RESPOSTA: Verdadeiro.

BÔNUS: Avance 3 casas.

VERDADEIRO OU FALSO?

Em um meio homogêneo e transparente, a luz se propaga em linha reta, a menos que sofra reflexão, refração ou espalhamento.

RESPOSTA: Verdadeiro.

VERDADEIRO OU FALSO?

O Princípio de Fermat afirma que a luz sempre segue o caminho dor maior tempo de percurso entre dois pontos.

RESPOSTA: Falso.
Esse princípio afirma que a luz percorre o caminho de menor tempo de percurso entre dois pontos.

BÔNUS: Avance 2 casas.

VERDADEIRO OU FALSO?

Em meios homogêneos e transparentes, a luz se propaga em linha reta, o que explica a formação de sombras nítidas.

RESPOSTA: Verdadeiro.

BÔNUS: Avance 2 casas.

VERDADEIRO OU FALSO?

A luz pode percorrer o mesmo caminho no sentido inverso em sistemas ópticos.

RESPOSTA: Verdadeiro.

BÔNUS: Avance 2 casas.

VERDADEIRO OU FALSO?

Dois raios de luz que se cruzam em um ponto alteram suas trajetórias após o cruzamento devido a interação dos raios de luz.

RESPOSTA: Falso.
Dois raios de luz que se cruzam em um ponto não alteram suas trajetórias.

BÔNUS: Avance 2 casas.

VERDADEIRO OU FALSO?

Reflexão regular é quando a luz é refletida de forma organizada em uma superfície lisa; Reflexão difusa é quando a luz é refletida em várias direções em uma superfície irregular

RESPOSTA: Verdadeiro.

BÔNUS: Avance 2 casas.

PERGUNTA

MÚLTIPLA ESCOLHA

Qual fenômeno óptico está associado à mudança de direção de um raio de luz ao atingir uma superfície, retornando ao meio original?

a) Absorção da luz.

b) Refração da luz.

c) Reflexão da luz. (CORRETA)

BÔNUS: Avance 3 casas.

VERDADEIRO OU FALSO?

Segundo a 1ª Lei da Reflexão, o ângulo de incidência (θ_i) e o ângulo de reflexão (θ_r) são sempre iguais, medidos em relação à normal da superfície.

RESPOSTA: Verdadeiro.

BÔNUS: Avance 3 casas.

VERDADEIRO OU FALSO?

Segundo a 2ª Lei da Reflexão, o raio incidente, a reta normal e o raio refletido são coplanares.

RESPOSTA: Verdadeiro.

BÔNUS: Avance 2 casas.

VERDADEIRO OU FALSO?

A direção de propagação da luz é alterada ao passar entre meios com índices de refração diferentes, como consequência direta da mudança em sua velocidade.

RESPOSTA: Verdadeiro.

BÔNUS: Avance 2 casas.

VERDADEIRO OU FALSO?

Um objeto é visível porque reflete difusamente a luz incidente, espalhando-a em múltiplas direções.

RESPOSTA: Verdadeiro.

BÔNUS: Avance 2 casas.

PERGUNTA

MÚLTIPLA ESCOLHA

Por que podemos ver objetos não-reflexivos (como um livro) de qualquer ângulo?

a) Devido a Refração da luz.
b) Devido a Reflexão da luz. (CORRETA)

BÔNUS: Avance 3 casas.

PERGUNTA

MÚLTIPLA ESCOLHA

O espelho plano reflete a luz de forma direcionada devido a sua superfície ser?

a) Irregular.
b) Esférica..
c) Lisa. (CORRETA)

BÔNUS: Avance 3 casas.

VERDADEIRO OU FALSO?

Em um espelho plano, a imagem formada é sempre virtual, direita (não invertida) e possui o mesmo tamanho do objeto, independentemente da posição deste.

RESPOSTA: Verdadeiro.

BÔNUS: Avance 2 casas.

VERDADEIRO OU FALSO?

Um objeto que está a 10 cm de um espelho plano, terá uma imagem virtual formada também a 10 cm do espelho.

RESPOSTA: Verdadeiro.

BÔNUS: Avance 2 casas.

PERGUNTA

Quais são os dois tipos fundamentais de espelhos esféricos, definidos pela superfície refletora?

RESPOSTA:
Espelho côncavo
Espelho convexo

BÔNUS: Avance 4 casas.

VERDADEIRO OU FALSO?

O espelho Côncavo é um espelho com superfície refletora curvada para fora.

RESPOSTA: Falso.
Espelho côncavo possui a superfície refletora curvada para dentro.

BÔNUS: Avance 2 casas.

VERDADEIRO OU FALSO?

Um espelho com superfície refletora curvada para fora é conhecido como espelho Convexo.

RESPOSTA: Verdadeiro.

BÔNUS: Avance 2 casas.

PERGUNTA
MÚLTIPLA ESCOLHA

Um espelho côncavo pode formar:

a) Apenas imagens reais.
b) Apenas imagens virtuais.
c) Imagens reais ou virtuais, dependendo da posição do objeto. (CORRETA)

BÔNUS: Avance 5 casas.

PERGUNTA
MÚLTIPLA ESCOLHA

Um espelho convexo pode formar:

a) Apenas imagens reais.
b) Apenas imagens virtuais. (CORRETA)
c) Imagens reais ou virtuais, dependendo da posição do objeto.

BÔNUS: Avance 2 casas.

PERGUNTA
MÚLTIPLA ESCOLHA

Quais características definem a imagem formada por um espelho plano?

a) Imagem real, do mesmo tamanho do objeto e invertida.
b) Imagem virtual, do mesmo tamanho do objeto e direita. (CORRETA)
c) Imagem virtual, aumentada e direita.

BÔNUS: Avance 3 casas.

PERGUNTA
MÚLTIPLA ESCOLHA

Qual espelho é capaz de projetar uma imagem em um anteparo?

a) Côncavo. (CORRETA)
b) Convexo.
c) Plano.

BÔNUS: Avance 2 casas.

PERGUNTA
MÚLTIPLA ESCOLHA

Por que nos espelhos retrovisores laterais de alguns carros trazem a mensagem "Objetos estão mais próximos do que parecem"?

a) Por que são côncavos.
b) Por que são convexos. (CORRETA)
c) Por que são planos.

BÔNUS: Avance 2 casas.

PERGUNTA
MÚLTIPLA ESCOLHA

Qual a propriedade define se um espelho esférico é côncava ou convexa?

a) O material de fabricação.
b) O peso do espelho.
c) A direção da superfície refletora. (CORRETA)

BÔNUS: Avance 2 casas.

VERDADEIRO OU FALSO?

A imagem em um espelho convexo é sempre virtual, mesmo que o objeto esteja muito próximo.

RESPOSTA: Verdadeira.

BÔNUS: Avance 2 casas.

VERDADEIRO OU FALSO?

A distância entre um objeto e sua imagem, em um espelho plano, é o dobro da distância entre o objeto e o espelho.

RESPOSTA: Verdadeiro.

BÔNUS: Avance 2 casas.

VERDADEIRO OU FALSO?

Espelho plano é uma superfície lisa e refletora que forma imagens virtuais, diretas e do mesmo tamanho do objeto, mantendo a simetria entre a distância do objeto ao espelho e da imagem ao espelho.

RESPOSTA: Verdadeiro.

BÔNUS: Avance 5 casas.

VERDADEIRO OU FALSO?

Um espelho plano inverte a imagem verticalmente.

RESPOSTA: Falso.
Espelhos planos invertem a imagem lateralmente (direita-esquerda).

BÔNUS: Avance 2 casas.

PERGUNTA
MÚLTIPLA ESCOLHA

Qual característica NÃO se aplica a imagens em espelhos planos.

a) São virtuais.
b) Podem ser projetadas em superfícies. (CORRETA)
c) Têm o mesmo tamanho que o objeto.

BÔNUS: Avance 3 casas.

PERGUNTA
MÚLTIPLA ESCOLHA

Qual fenômeno óptico ocorre quando um raio de luz monocromático passa do ar para a água, mudando sua direção de propagação?

a) Refração (CORRETA)
b) Batimento
c) Interferência

BÔNUS: Avance 2 casas.

PERGUNTA
MÚLTIPLA ESCOLHA

Por causa de qual fenômeno físico um lápis dentro de um copo com água parece 'quebrado' quando visto de fora?

a) Absorção.
b) Reflexão.
c) Refração. (CORRETA)

BÔNUS: Avance 3 casas.

PERGUNTA

Qual fenômeno óptico ocorre quando a luz, ao tentar sair de um meio mais refringente para um menos refringente, é completamente refletida de volta?

RESPOSTA:
Reflexão interna total.

BÔNUS: Avance 3 casas.

PERGUNTA

Qual equação representa a Lei de Snell-Descartes para refração da luz?

RESPOSTA:

$$n_1 sin\theta_1 = n_2 sin\theta_2$$

BÔNUS: Avance 5 casas.

VERDADEIRO OU FALSO?

A luz sofre reflexão total ao ir de meio mais refringente para um menos refringente se ângulo de incidência superar o ângulo crítico.

RESPOSTA: Verdadeiro

BÔNUS: Avance 5 casas.

VERDADEIRO OU FALSO?

A dispersão da luz ocorre quando a luz monocromática (como a vermelha) se separa em várias cores ao passar por um prisma.

RESPOSTA: Falso.
A dispersão da luz ocorre em luz policromática.

BÔNUS: Avance 2 casas.

VERDADEIRO OU FALSO?

O arco-íris pode ser formado mesmo sem chuva, desde que existam gotículas de água suspensas no ar e luz solar em um ângulo adequado.

RESPOSTA: Verdadeiro.

BÔNUS: Avance 2 casas.

PERGUNTA
MÚLTIPLA ESCOLHA

Ao passar por um prisma, as cores da luz branca:

a) Sofrem o mesmo desvio angular.
b) São refletidas igualmente.
c) Se separam com ângulos diferentes. (CORRETA)

BÔNUS: Avance 3 casas.

PERGUNTA
MÚLTIPLA ESCOLHA

O que acontece com a luz ao passar por uma lente convergente?

a) Absorve a luz.
b) Nunca muda de direção.
c) Pode convergir para um ponto focal. (**CORRETA**)

BÔNUS: Avance 2 casas.

PERGUNTA
MÚLTIPLA ESCOLHA

O que caracteriza uma lente delgada?

a) Espessura igual em todas as partes.
b) Espessura pequena comparada ao raio de curvatura. (**CORRETA**)
c) Superfície totalmente plana.

BÔNUS: Avance 3 casas.

VERDADEIRO OU FALSO?

Lentes convergentes sempre formam imagens reais.

RESPOSTA: Falso.
Podem formar imagens virtuais se o objeto estiver dendro do foco.

BÔNUS: Avance 3 casas.

VERDADEIRO OU FALSO?

A distância focal de uma lente depende do material que é feita.

RESPOSTA: Verdadeiro.

BÔNUS: Avance 1 casa.

VERDADEIRO OU FALSO?

As lentes de óculos podem ser convergentes ou divergentes.

RESPOSTA: Verdadeiro.

BÔNUS: Avance 1 casa.

PERGUNTA
MÚLTIPLA ESCOLHA

Qual instrumento NÃO usa lentes.

a) Espelho retrovisor. (**CORRETA**)
b) Microscópio.
c) Telescópio.

BÔNUS: Avance 2 casas.

VERDADEIRO OU FALSO?

Lentes divergentes concentram raios solares em um ponto.

RESPOSTA: Falso.
As lentes divergentes fazem com que os raios de luz que as atravessam se espalhem.

BÔNUS: Avance 1 casa.

PERGUNTA
MÚLTIPLA ESCOLHA

Qual fenômeno óptico é ESSENCIAL para o funcionamento de uma lente?

a) Reflexão.
b) Refração. (**CORRETA**)
c) Dispersão.

BÔNUS: Avance 3 casas.

PERGUNTA
MÚLTIPLA ESCOLHA

Qual objeto NÃO usa espelhos esféricos?

a) Lupa.
b) Farol de carro.
c) Microscópio Óptico. (CORRETA)

BÔNUS: Avance 2 casas.

VERDADEIRO OU FALSO?

As câmeras de celulares conseguem capturar com nitidez desde fotos muito próximas até paisagens amplas devido a espelhos móveis que ajustam o foco automaticamente.

RESPOSTA: Falso.
Câmeras de celulares utilizam lentes para o ajuste do foco.

BÔNUS: Avance 3 casas.

VERDADEIRO OU FALSO?

Espelhos planos sempre formam imagens do mesmo tamanho que o objeto.

RESPOSTA: Verdadeiro.

BÔNUS: Avance 2 casas.

VERDADEIRO OU FALSO?

A imagem parece invertida em uma colher de metal, porque a parte côncava da colher age como um espelho convexo.

RESPOSTA: Falso.
A imagem aparece invertida porque essa superfície age como um espelho côncavo.

BÔNUS: Avance 2 casas.

VERDADEIRO OU FALSO?

As lentes delgadas têm duas superfícies curvas iguais.

RESPOSTA: Falso.
As lentes delgadas possuem duas superfícies, mas elas não precisam ser curvas iguais.

BÔNUS: Avance 1 casa.

PERGUNTA
MÚLTIPLA ESCOLHA

Qual fenômeno óptico é essencial para o funcionamento das lentes?

a) Refração. (CORRETA)
b) Reflexão.
c) Difração.

BÔNUS: Avance 2 casas.

VERDADEIRO OU FALSO?

Espelhos convexos em retrovisores priorizam um campo de visão mais amplo em detrimento do tamanho da imagem.

RESPOSTA: Verdadeiro.

BÔNUS: Avance 1 casa.

PERGUNTA
MÚLTIPLA ESCOLHA

Qual espelho NÃO forma imagens reais em nenhuma situação?

a) Espelho plano.
b) Espelho Côncavo.
c) Espelho Convexo. (CORRETA)

BÔNUS: Avance 2 casas.

CHARADA

Ele é um instrumento óptico com duas lentes, usado para ampliar cenas distantes com ambos os olhos. Muito popular em eventos esportivos.

a) Lupa.
b) Óculos de grau.
c) Binóculo. **(CORRETA)**

BÔNUS: Avance 2 casas.

CHARADA

Pode ter lentes ou espelhos curvos, e Galileu usou para revolucionar a astronomia.

a) Telescópio. **(CORRETA)**
b) Luneta.
c) Lupa.

BÔNUS: Avance 2 casas.

CHARADA

É feito de lentes e armação, corrije problemas de visão.

a) Binóculo.
b) Óculos de grau. **(CORRETA)**
c) Lupa.

BÔNUS: Avance 2 casas.

CHARADA

É essencial em laboratórios e amplia o invisível: como células e micróbios. Com lentes poderosas, revela detalhes que os olhos não veem.

a) Óculos de grau.
b) Lupa.
c) Microscópio. **(CORRETA)**

BÔNUS: Avance 2 casas.

CHARADA

Captura momentos em um piscar de olhos, usando lentes para focar a luz e um 'olho mágico' que guarda imagens para sempre. Não é um olho humano, mas consegue congelar o tempo.

a) Óculos de grau.
b) Câmera fotográfica. **(CORRETA)**
c) Luneta.

BÔNUS: Avance 2 casas.

CHARADA

Tem uma lente que aumenta a imagem de objetos pequenos quando você olha através dele. É bastante útil para ler letras pequenas e observar detalhes minuciosos.

a) Lupa. **(CORRETA)**
b) Microscópio.
c) Binóculo.

BÔNUS: Avance 2 casas.

CHARADA

Usa lentes naturais para focar a luz e transforma ondas luminosas em sinais elétricos, criando imagens.

a) Lupa.
b) Olho humano. **(CORRETA)**
c) Óculos de grau.

BÔNUS: Avance 2 casas.

CHARADA

Luz, lente e inversão, consigo ampliar sua visão.
Na sala escura você consegue ver, pois faço surgir a atração.

a) Microscópio.
b) Telescópio.
c) Projetor. **(CORRETA)**

BÔNUS: Avance 3 casas.