APÊNDICE C – PRODUTO EDUCACIONAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ

PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF

GUIA DE REGRAS (GR): FISMAX - UMA JORNADA INCLUSIVA PELA ÓPTICAGEOMÉTRICA

MAX SAMUEL SANTOS SILVA

TERESINA

2024

MAX SAMUEL SANTOS SILVA

GUIA DE REGRAS (GR): FISMAX - UMA JORNADA INCLUSIVA PELA ÓPTICAGEOMÉTRICA

Produto Educacional apresentado à Coordenação do Curso de Mestrado NacionalProfissional em Ensino de Física – MNPEF, Polo 26, da Universidade Federal doPiauí – UFPI, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física.

Linha de Pesquisa: Recursos Didáticos para o Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Valdemiro da Paz Brito

TERESINA

2024

RESUMO

Este guia apresenta o FisMax: Uma Jornada Inclusiva pela Óptica Geométrica, um jogo de tabuleiro educativo projetado para melhorar as habilidades socioemocionais de alunos com Transtorno do Espectro Autista (TEA). O FisMax integra aprendizado teórico e prática lúdico, facilitando a compreensão de conceitos de Óptica Geométrica e desenvolvendo habilidades socioemocionais e cognitivas. O design inclusivo do jogo utiliza cores suaves para minimizar desconfortos sensoriais e facilitar a navegação. As regras são simples: os jogadores lançam um dado e avançam pelo tabuleiro, utilizando atalhos estratégicos. As cartas de perguntas, distribuídas ao longo do percurso, variam em dificuldade (fácil, médio e difícil) e abrangem conceitos de Óptica Geométrica, incentivando a aplicação prática dos conhecimentos. O jogo utiliza comunicação visual clara e suporte individualizado para apoiar alunos com TEA, promovendo uma experiência educativa inclusiva. Nas considerações finais, o guia destaca o FisMax como uma ferramenta inovadora para o ensino de Óptica Geométrica, beneficiando todos os alunos, especialmente aqueles com TEA. O jogo promove um ambiente de aprendizagem inclusivo, reforçando conceitos científicos e desenvolvendo habilidades cognitivas e socioemocionais. Os professores podem adaptar o jogo conforme necessário, proporcionando uma aprendizagem eficaz e personalizada.

Palavras-chave: Óptica Geométrica; Transtorno do Espectro Autista (TEA); Jogo de Tabuleiro Educativo; Habilidades Socioemocionais; Inclusão Educacional.

APRESENTAÇÃO

Saudações, educadores comprometidos com o aprendizado inclusivo e enriquecedor no Ensino Médio. É com grande honra que apresentamos a vocês um Produto Educacional desenvolvido para professores de Física do Ensino Médio, com um enfoque particular na rede pública. Este guia é fruto de uma pesquisa aprofundada realizada no âmbito do Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal do Piauí (UFPI), sob a orientação do Professor Dr. Valdemiro da Paz Brito.

Através deste trabalho, buscamos oferecer uma ferramenta didática inovadora e acessível, que não apenas facilita a compreensão dos conceitos de Óptica Geométrica, mas também promove um ambiente de aprendizagem inclusivo para todos os alunos, especialmente aqueles com Transtorno do Espectro Autista (TEA). Esperamos que este guia sirva como um recurso valioso, capacitando os professores a implementar estratégias pedagógicas eficazes e estimulantes em suas salas de aula.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Reflexão e Refração da Luz 105
Figura 2: Reflexão e Refração Regulares da Luz 107
Figura 3: Reflexão e Refração Difusas da Luz 107
Figura 4: Reflexão em um Espelho Plano 109
Figura 5: Formação de Imagens em um Espelho Plano 109
Figura 6a: Elementos geométricos dos espelhos esféricos 111
Figura 6b: Elementos geométricos dos espelhos esféricos 111
Figura 7: Dispersão da Luz 115
Figura 8a: Lente Convergente 117
Figura 8b: Lente Divergente 117
Figura 9: Representação esquemática de uma câmera fotográfica 119
Figura 10: Representação esquemática em corte e cores-fantasia do bulbo doolho humano 121
Figura 11: Representação esquemática do olho humano com miopia 122
Figura 12: Esquema de correção da miopia 123
Figura 13: Representação esquemática do olho humano com hipermetropia 124
Figura 14: Esquema de correção da hipermetropia 124
Figura 15: Jogo de Tabuleiro FisMax: Uma Jornada Inclusiva pela ÓpticaGeométrica ... 126
Figura 16: Pergunta Fácil 127
Figura 17: Pergunta Mediana 128
Figura 18:Pergunta Difícil 129

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 102
1.1 Usando este Guia de Regras 103
1.1.1 Guia Introdutório ao jogo educativo FisMax 103
1.1.2 Conteúdos de Física presentes no Jogo 103
1.1.3 As regras do jogo 104
2 CONTEÚDOS DE FÍSICA PRESENTES NO JOGO 105
2.1 Fenômenos físicos fundamentais na Óptica Geométrica 105
2.1.1 Reflexão e refração regulares e difusas 106
2.1.2 Reflexão: conceito, elementos e leis 108
2.1.3 As leis da reflexão 108
2.1.4 Reflexão e formação de imagens 109
2.1.5 Classificação e elementos geométricos dos espelhos esféricos 110
2.1.6 Refração: conceito, elementos e leis 112
2.1.7 Ângulo limite e reflexão total 113
2.1.8 A Dispersão da luz 114
2.2 Lentes Esféricas 115
2.2.1 Construção Gráfica de imagens em lentes esféricas 116
2.2.2 Equação dos fabricantes de lentes 118
2.3.1 Instrumentos ópticos 119
2.3.2 Bulbo do olho humano 120
2.3.3 Defeitos visuais e suas correções 122
3 REGRAS DO JOGO 126
3.1 Os Níveis de Dificuldades e Cartas Niveladas 127
3.2 Utilização para Compreensão dos Alunos com TEA 129
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS 132

REFERÊNCIAS **133**

APÊNDICE A – Tabuleiro **135**

APÊNDICE B – Cartas Perguntas **136**

APÊNDICE C – Cartas Respostas **139**

1 INTRODUÇÃO

Sejam bem-vindos(as) ao Produto Educacional FisMax!

Este guia de regras, intitulado FisMax: Uma Jornada Inclusiva pela Óptica Geométrica, é o seu mapa para explorar um jogo de tabuleiro especialmente criado para melhorar as habilidades socioemocionais de alunos com Transtorno do Espectro Autista (TEA). Inspirado pelas teorias de aprendizagem de Lev Vygotsky, o FisMax combina diversão e educação de maneira interativa e inclusiva.

O objetivo é avançar pelo tabuleiro respondendo corretamente às perguntas sobre conceitos ópticos. O jogo é projetado para grupos de 2 a 6 jogadores e dura aproximadamente 45 a 60 minutos por partida. A jornada pelo tabuleiro não é apenas uma competição, mas uma oportunidade de colaboração e aprendizado mútuo, refletindo a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) de Vygotsky, onde a interação com colegas promove o crescimento intelectual (Silva, 2019).

FisMax oferece uma experiência de aprendizagem ativa, onde os conceitos de Óptica Geométrica são explorados de maneira divertida e envolvente. Vygotsky (1978) destaca a importância dos elementos mediadores no processo de aprendizagem, e no FisMax, esses elementos incluem perguntas desafiadoras, suporte visual claro e um design adaptado para alunos com TEA. A mediação é central no jogo, onde a estrutura e as regras facilitam o aprendizado e o desenvolvimento de habilidades.

Além dos benefícios acadêmicos, o FisMax promove o desenvolvimento socioemocional, incentivando a comunicação, cooperação e resolução de problemas entre os jogadores. As interações sociais durante o jogo são uma aplicação prática da teoria de Vygotsky, que considera a interação social como fundamental para o desenvolvimento cognitivo.

O tabuleiro do FisMax foi cuidadosamente projetado para otimizar a experiência de aprendizagem. O design visual é colorido e atraente, com seções claramente marcadas para facilitar a navegação. Para atender às necessidades sensoriais específicas de alunos com TEA, elementos táteis e texturas foram incorporados ao tabuleiro, tornando-o acessível.

Adicionalmente, as cartas correspondentes às perguntas e repostas no tabuleiro são organizadas em três níveis de dificuldades (fácil, médio e difícil), identificados por cores (verde para fácil, azul para médio e vermelho para difícil). Essa estrutura permite que os

alunos avancem conforme seu próprio ritmo, refletindo a teoria da ZDP de Vygotsky, onde desafios são ajustados para promover o aprendizado efetivo.

Portanto, este guia oferece uma visão geral do jogo e seus benefícios, ajudando os educadores a criarem um ambiente de aprendizado inclusivo e estimulante. Para regras detalhadas e explicações do jogo, consulte as seções 2 e 3 deste manual.

1.1 Usando este Guia de Regras

Este guia está dividido em três seções: a primeira é focada na introdução e explicação do Jogo FisMax; a segunda é direcionada à explicação dos conteúdos de Física (Óptica Geométrica) presentes no jogo, especialmente nas cartas; enquanto a última seção aborda as regras que compõem o sistema do jogo.

1.1.1 Guia Introdutório ao jogo educativo FisMax

A primeira seção deste manual apresenta um guia introdutório sobre o Jogo de Tabuleiro FisMax, tanto para professores familiarizados com jogos educativos, quanto para aqueles que são iniciantes ou que desconhecem utilizar este tipo de recurso. A seção está subdividida nas seguintes categorias:

- Apresentação do Guia: Definições do jogo e visão geral de como jogar;
- Características do Jogo de Tabuleiro: Benefícios educacionais e inclusivos do FisMax;
- Estrutura do Tabuleiro: Configuração e design do tabuleiro para otimizar a experiência de aprendizagem.

Esta seção oferece diretrizes essenciais para os professores antes de aplicarem o FisMax em suas aulas. Para regras detalhadas e explicações sobre o jogo, consulte as seções 2 e 3 deste manual.

1.1.2 Conteúdos de Física presentes no Jogo

Nesta seção do guia de regras, apresentamos os conteúdos sobre Óptica Geométrica que estão presentes no jogo FisMax: Uma Jornada Inclusiva pela Óptica Geométrica. Vamos explorar conceitos como reflexão, refração e a formação de imagens por lentes e espelhos, com ilustrações que ajudarão a visualizar e compreender cada tópico. Embora esses conteúdos estejam incorporados nas cartas do jogo, aqui explicamos os conceitos de forma

detalhada, contextualizando-o para a utilização prática das cartas, que será descrita na seção 3.

1.1.3 As regras do jogo

A terceira seção fornece as regras do jogo, isto é, vamos explorar as regras básicas para que todos possam aproveitar ao máximo esta experiência educativa e inclusiva. No FisMax, cada jogador percorre o tabuleiro respondendo questões sobre Óptica Geométrica. Para começar, escolha um peão específico e coloque-o na casa inicial. Em cada etapa, jogue o dado e avance o número de casas correspondente. Leia a questão em voz alta, se o estudante responder corretamente, ele se aproxima da vitória. Caso contrário, ele retorna à casa inicial.

As cartas de questões são divididas em três níveis de dificuldade. As cartas verdes representam o nível fácil, com questões introdutórias. As cartas azuis são de nível médio, trazendo questões intermediárias para testar seu conhecimento. As cartas vermelhas, de nível difícil, contêm questões avançadas para quem está pronto para um grande desafio. As perguntas e respostas foram pensadas para estimular o desenvolvimento cognitivo dos alunos, e as figuras e as cores das cartas ajudam a relacionar conceitos, tornando a aprendizagem mais visual e interativa.

FisMax é projetado para ser inclusivo, especialmente para alunos com TEA. Estratégias como regras claras, estrutura previsível e o uso de cores para organizar as dificuldades ajudam a criar um ambiente seguro e acolhedor. Além disso, o jogo promove habilidades socioemocionais, como cooperação e comunicação, tornando o aprendizado uma experiência enriquecedora para todos. Sobre a avaliação das respostas caberá ao aluno mediador e ao professor da disciplina, avaliar o desempenho dos estudantes, seguindo os seguintes critérios:

- Visão geral da resolução.
- Clareza na organização da resolução.
- Apresentação visual e esquemática da abordagem e dos resultados.
- Conclusão estritamente relacionada com a questão formulada.

Agora que você conhece as regras básicas, prepare-se para uma jornada pelo mundo da Óptica Geométrica. Divirta-se e aprenda muito com o FisMax!

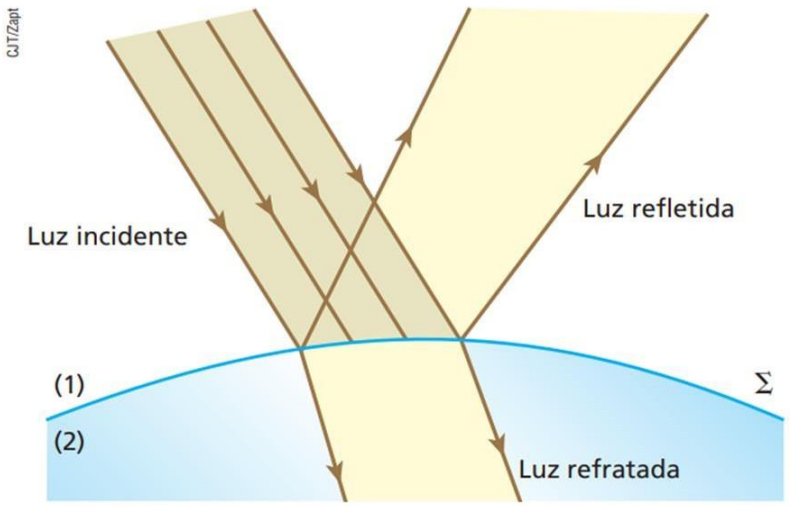
2 CONTEÚDOS DE FÍSICA PRESENTES NO JOGO

A segunda seção do manual é dedicada aos conteúdos de Óptica Geométrica presentes no jogo. Esta seção tem como objetivo proporcionar uma compreensão detalhada dos conceitos fundamentais de Óptica Geométrica, que são essenciais para a utilização prática das cartas do jogo.

2.1 Fenômenos físicos fundamentais na Óptica Geométrica

A Óptica Geométrica estuda as trajetórias da luz em sua propagação, focando em dois fenômenos principais: a reflexão e a refração (Ramalho; Nicolau; Toledo, 2019). Considere uma superfície Σ que separa dois meios transparentes, 1 e 2. Imagine um feixe luminoso cilíndrico que, ao se propagar no meio 1, incide sobre Σ, como ilustrado na Figura 1.

Figura 1: Reflexão e Refração da Luz



Fonte: Villas Bôas; Doca; Biscuola (2018).

Conforme ilustrado na Figura 1, uma parte da energia luminosa incidente retorna ao meio 1, caracterizando o fenômeno da reflexão. Outra parte da energia luminosa incidente passa para o meio 2, caracterizando o fenômeno da refração.

1. **Reflexão:** é quando a luz incide sobre uma superfície e retorna ao meio de origem. Exemplo: Quando uma parte da luz refletida por uma porta de vidro permite que você veja sua própria imagem.
2. **Refração**: acontece quando a luz passa de um meio para outro diferente. Exemplo: Quando a luz atravessa uma porta de vidro, refratando-se, e permitindo que pessoas no ambiente mais escurecido possam vê-lo.

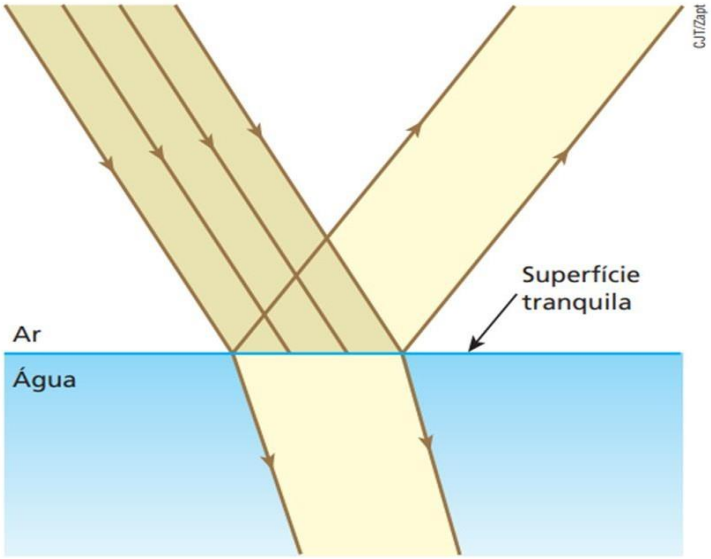
Na reflexão, tanto a frequência quanto a intensidade da velocidade de propagação da luz são conservadas. Na refração, a frequência é conservada, mas a velocidade de propagação varia conforme o comprimento de onda. Por exemplo, imagine que você está em um local bem iluminado, diante de uma porta de vidro transparente que dá acesso a um ambiente mais escuro. Parte da luz refletida pelo seu corpo sofrerá reflexão na porta de vidro, permitindo que você veja sua imagem. Outra parte da luz atravessará o vidro, refratando-se e possibilitando que pessoas no ambiente mais escuro também vejam você (Villas Bôas; Doca; Biscuola, 2018).

2.1.1 Reflexão e refração regulares e difusas

A maior ou menor regularidade da superfície sobre a qual incide a luz pode determinar dois tipos de reflexão e refração: a regular e a difusa. Por exemplo, considere a superfície de um lago sem qualquer perturbação. Nessas condições, a superfície da água apresenta-se praticamente desprovida de ondulações ou irregularidades (Villas Bôas; Doca; Biscuola, 2018).

A reflexão e refração regulares ocorrem em superfícies lisas, como a água tranquila de um lago, onde os raios refletidos e refratados mantêm direções paralelas, como ilustrado na Figura 2.

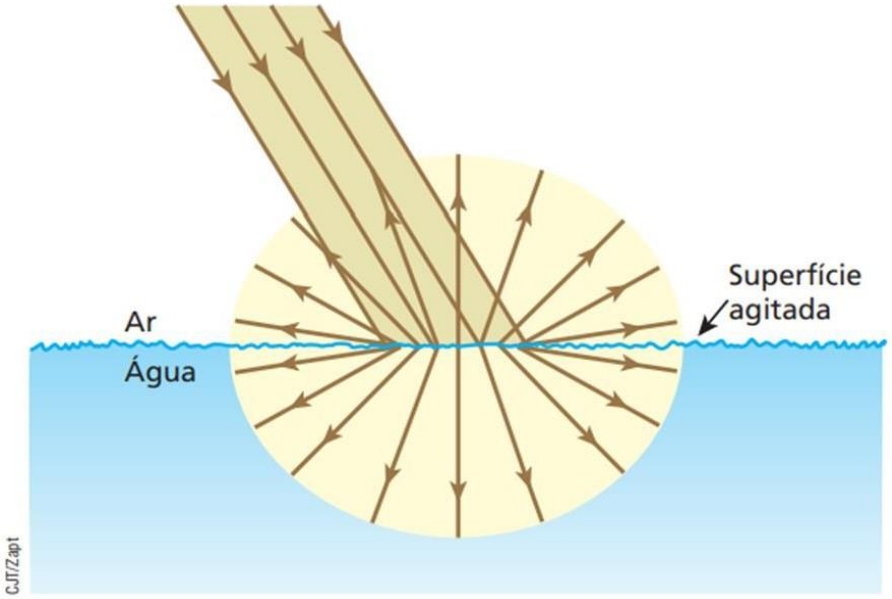
Figura 2: Reflexão e Refração Regulares da Luz



Fonte: Villas Bôas; Doca; Biscuola (2018).

Em contraste, a reflexão e refração difusas ocorrem em superfícies irregulares, como a água de um lago agitada pela chuva, fazendo com que os raios refletidos e refratados se espalhem em direções diversas, conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 3: Reflexão e Refração Difusas da Luz



Fonte: Villas Bôas; Doca; Biscuola (2018).

A difusão da luz é crucial para a visão dos objetos ao nosso redor; por exemplo, em um quarto escuro, a fumaça difunde a luz, tornando-a visível aos nossos olhos. Além disso, a luz solar, ou luz branca, é policromática, composta por diversas cores, incluindo vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta, o que explica a ocorrência de fenômenos como a reflexão e a refração seletivas.

Por volta de 1665, Isaac Newton (1642-1727) fez uma descoberta significativa sobre a natureza da luz. Ao contrário do que se acreditava na época, Newton verificou que as luzes coloridas, como a amarela e a azul, não eram modificações da luz branca, mas componentes dela.

Newton realizou um experimento com um prisma para dispersar um estreito feixe de luz branca solar, projetando um espectro multicolorido em um anteparo. Esse espectro era constituído por sete cores principais: vermelha (menor desvio), alaranjada, amarela, verde, azul, anil e violeta (maior desvio). Ao tentar decompor um feixe de luz monocromática amarela, Newton não obteve sucesso, o que confirmou sua teoria de que apenas a luz branca pode ser decomposta em suas cores componentes (Villas Bôas; Doca; Biscuola, 2018).

2.1.2 Reflexão: conceito, elementos e leis

Na mitologia grega, Narciso, um jovem belíssimo, foi condenado pela deusa Nêmeses a apaixonar-se por sua própria imagem refletida nas águas de um lago tranquilo, levando-o à obsessão e eventual fraqueza. Esta narrativa inspirou muitos artistas, incluindo Caravaggio, cuja obra retrata Narciso admirando seu reflexo (reflexão).

2.1.3 As leis da reflexão

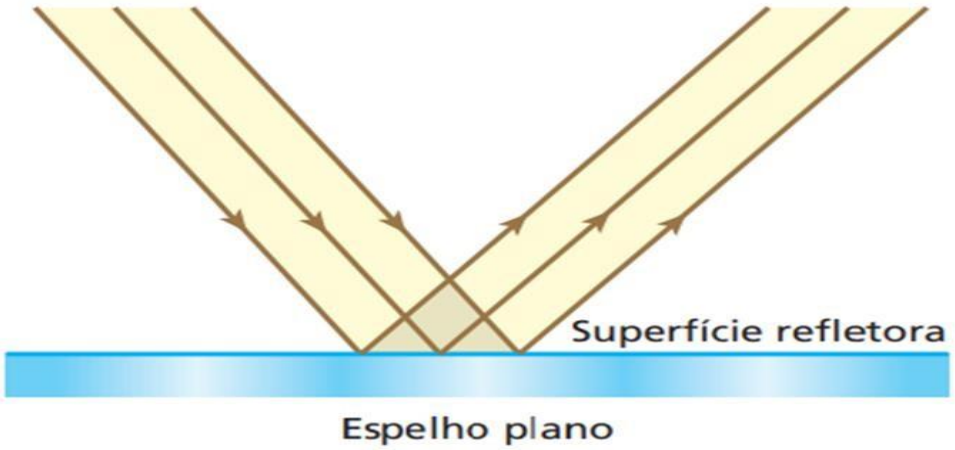
A Reflexão é o fenômeno onde a luz volta a se propagar no meio de origem após incidir na superfície de separação desse meio com outro.

1. Primeira Lei da Reflexão: O raio refletido pertence ao plano de incidência, ou seja, o raio refletido, a reta normal no ponto de incidência e o raio incidente são coplanares.
2. Segunda Lei da Reflexão: O ângulo de reflexão é sempre igual ao ângulo de incidência.

2.1.4 Reflexão e formação de imagens

Espelhos planos (qualquer superfície plana, polida e com alto poder refletor) são geralmente confeccionados a partir de uma lâmina de vidro hialino de faces paralelas, sendo uma delas recoberta por uma película de nitrato de prata que se reduz a prata metálica. A fixação é feita com uma fina camada de cobre que recebe demãos de tinta e verniz. Em um espelho plano, há predominância da reflexão regular, onde os ângulos de incidência e reflexão são iguais, e os raios de luz refletem de forma ordenada, permitindo a formação de imagens nítidas, conforme a Figura 4.

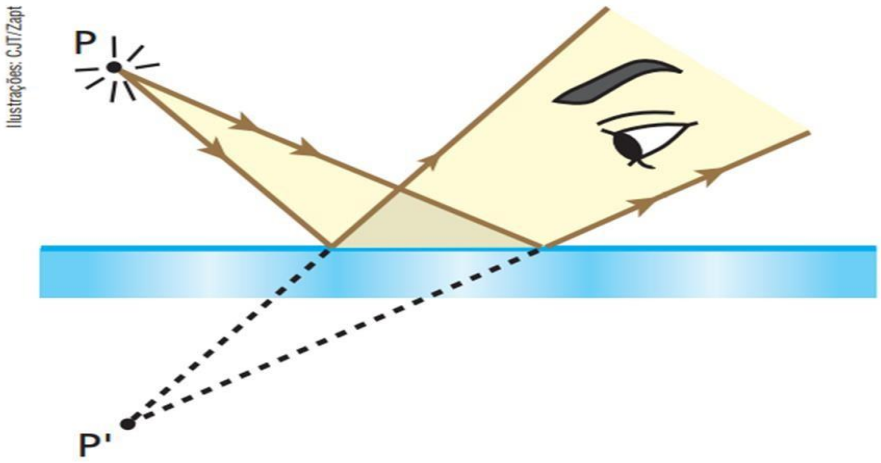
Figura 4: Reflexão em um Espelho Plano



Fonte: Villas Bôas; Doca; Biscuola (2018)

Considere o espelho plano abaixo e um ponto luminoso P. Para traçar a imagem de P conjugada pelo espelho, utilizamos dois raios luminosos (pelo menos) que, partindo de P, incidem no espelho. Esses raios incidentes determinam raios refletidos, cujos prolongamentos se interceptam no ponto P′, conforme a Figura 5.

Figura 5: Formação de Imagens em um Espelho Plano



Fonte: Villas Bôas; Doca; Biscuola (2018).

O ponto P′, que é o vértice do pincel luminoso emergente do sistema, é a imagem do objeto P, conjugada pelo espelho. P é um objeto real, enquanto P′ é uma imagem virtual (formada "atrás do espelho", obtida pelo cruzamento dos prolongamentos dos raios refletidos). Em relação ao olho do observador, P′ se comporta como objeto real, como se a luz fosse proveniente desse ponto. Nos espelhos planos, o objeto e a respectiva imagem têm sempre naturezas opostas: se o primeiro for real, o outro será virtual, e vice-versa.

Em viaturas utilizadas em emergências, como ambulâncias e carros de bombeiros, é comum pintar a palavra que as designa "ao contrário". O objetivo é proporcionar aos motoristas que estão à frente uma leitura adequada em seus espelhos retrovisores.

2.1.5 Classificação e elementos geométricos dos espelhos esféricos

Espelhos esféricos são superfícies refletoras que fazem parte de uma esfera. Existem dois tipos principais de espelhos esféricos: côncavos e convexos. Ambos são amplamente utilizados em diversas aplicações devido às suas propriedades únicas de formação de imagens, conforme Figura 6a e Figura 6b.

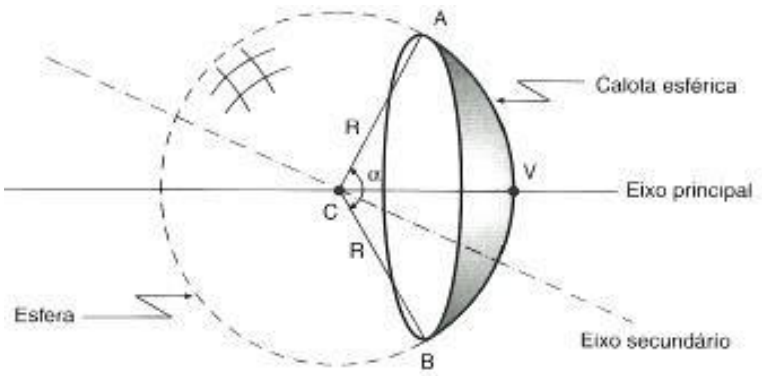
Os espelhos côncavos possuem a superfície refletora voltada para o interior da esfera. Eles são usados para produzir imagens aumentadas e são comumente encontrados em espelhos de maquiagem e refletores de luz. A principal característica desses espelhos é a capacidade de convergir raios de luz paralelos que incidem sobre eles, formando imagens reais ou virtuais, dependendo da posição do objeto.

Por outro lado, os espelhos convexos têm a superfície refletora voltada para fora da esfera. Eles são usados para proporcionar um campo visual maior, o que os torna ideais para

retrovisores de veículos e espelhos de segurança em garagens e cruzamentos de ruas estreitas. A imagem formada por um espelho convexo é sempre virtual, direita e menor do que o objeto, oferecendo uma visão ampla e segura do ambiente.

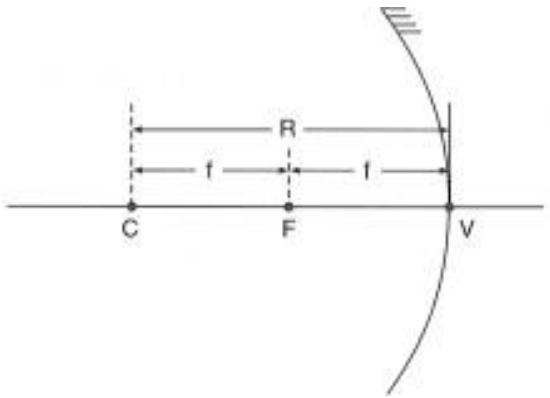
Os espelhos esféricos possuem diversos elementos geométricos importantes que determinam a formação das imagens, conforme mostradas nas Figuras 6a e na Figura 6b.

Figura 6a: Elementos geométricos dos espelhos esféricos



Fonte: Brito (2014)

Figura 6b: Elementos geométricos dos espelhos esféricos



Fonte: Brito (2014)

- O Centro de Curvatura (C) é o ponto central da esfera que completa a calota.
- O Vértice (V) é o ponto central (polo) da calota esférica.
- O Raio de Curvatura (R) é o raio da esfera ou distância entre o Centro de Curvatura e o Vértice.

- O Eixo Principal é a linha que passa pelo Centro de Curvatura (C) e pelo Vértice (V) do espelho.
- A Abertura (α) é o ângulo formado pelos raios que passam pelos pontos A e B, simétricos em relação ao eixo principal.
- Foco Principal (F) é o ponto no Eixo Principal onde os raios paralelos ao Eixo Principal convergem após serem refletidos.
- Distância focal (f) é a posição do foco em relação ao vértice dos espelhos esféricos (metade do raio de curvatura).

Esses elementos geométricos juntos determinam como os espelhos esféricos formam imagens, seja para ampliação, redução ou inversão delas. Para construir a imagem de um objeto em espelhos esféricos, utilizamos pelo menos dois raios luminosos incidentes. No caso de espelhos convexos, a imagem formada é sempre virtual, direita e menor, sendo formada pelos prolongamentos dos raios refletidos. Em espelhos côncavos, a formação da imagem varia de acordo com a posição do objeto em relação ao espelho.

2.1.6 Refração: conceito, elementos e leis

Este tópico permite o entendimento de muitos fenômenos comuns no dia a dia, como a aparente profundidade menor de uma piscina, miragens em estradas quentes e o arco-íris. Além disso, é fundamental para a fabricação de instrumentos ópticos como lunetas, microscópios, câmeras fotográficas, óculos, binóculos e projetores de imagens.

O índice de refração (n) de um meio é a razão entre a velocidade da luz no vácuo (c) e a velocidade da luz no meio (v). É uma medida da velocidade da luz no meio em relação ao vácuo. No vácuo, o índice de refração é sempre 1. Nos meios materiais, o índice de refração é maior que 1 e depende da frequência da luz. O índice de refração relativo entre dois meios é dado pela razão entre seus índices absolutos para a mesma luz.

Diz-se que um meio é mais refringente do que outro quando seu índice de refração é maior. Por exemplo, a água (n = 1,33) é mais refringente do que o ar (n= 1), mas menos refringente do que o diamante (n = 2,42). O índice de refração quantifica a maneira como a luz se propaga através de um material; quanto maior o índice, maior é o desvio da luz ao entrar no material. Assim, o diamante, com seu elevado índice de refração, desvia a luz mais significativamente do que a água e o ar. Em termos físicos, um meio é considerado mais

refringente do que outro quando a luz se propaga através dele com uma velocidade inferior àquela no outro meio (Villas Boas; Doca; Biscuola, 2018).

Um dioptro é um sistema composto por dois meios transparentes de diferentes índices de refração, que formam uma fronteira regular entre si. Se a fronteira é plana, é chamado de dioptro plano; se for esférica, é um dioptro esférico, e assim por diante. Exemplos incluem os sistemas ar/água e ar/vidro, desde que as fronteiras entre esses meios sejam regulares.

A refração da luz é o fenômeno no qual a luz é transmitida de um meio para outro com diferentes propriedades ópticas. Durante essa transição, a velocidade de propagação da luz muda, mas a frequência da luz permanece constante. O comprimento de onda da luz varia de acordo com a velocidade, de acordo com a relação $\lambda = v/f$.

As leis que regem a refração são:

1. Primeira Lei da Refração: O raio incidente, o raio refratado e a normal à superfície de incidência estão todos no mesmo plano.
1. Segunda Lei da Refração (Lei de Snell): A razão entre o seno do ângulo de incidência e o seno do ângulo de refração é constante para cada par de meios e para cada luz monocromática. Matematicamente, isso é expresso como $n_1 . \text{sen}(\theta_1) = n_2 . \text{sen}(\theta_2)$, onde n1 e n2 são os índices de refração dos meios 1 e 2, respectivamente, e θ1 e θ2 são os ângulos de incidência e refração, respectivamente.
2. O desvio δ do raio incidente ao passar por um dioptro pode ser calculado usando a Lei de Snell. Em geral, quando um raio de luz incide obliquamente de um meio menos refringente para um mais refringente, ele se aproxima da normal ao refratar-se.

2.1.7 Ângulo limite e reflexão total

Quando um raio de luz incide obliquamente na fronteira de um dioptro, passando do meio mais refringente para o menos refringente (n2 > n1), ele se afasta da normal ao refratar-se, experimentando um desvio δ (δ = θ2 — θ1). Isso ocorre porque a velocidade de propagação da luz aumenta ao passar para o meio menos refringente (v2 > v1).

A incidência normal é quando o raio de luz incide perpendicularmente à fronteira do dioptro, ou seja, o raio incidente coincide com a reta normal (θ1 = 0° e sen θ1 = 0). Nesse

caso, não há desvio na direção de propagação da luz ao refratar- se, pois, todas as partes da frente de luz alteram suas velocidades simultaneamente, mantendo a mesma direção.

Quando a luz incide na fronteira de um dioptro, geralmente ocorrem tanto refração quanto reflexão. Para um dado dioptro e um pincel de luz incidente específico, a quantidade de luz refletida aumenta com o aumento do ângulo de incidência.

Na passagem de um meio mais refringente para outro menos refringente, as figuras a seguir mostram como a quantidade de luz refratada diminui à medida que o ângulo de incidência aumenta, enquanto a quantidade de luz refletida aumenta.

À medida que o ângulo de incidência tende a um valor específico chamado de ângulo limite (denotado como L), o ângulo de refração tende a 90°, e a quantidade de luz refratada tende a zero. Quando o ângulo de incidência atinge esse ângulo limite, não ocorre mais refração; a luz incidente é totalmente refletida. Esse fenômeno é conhecido como reflexão total.

Para calcular o ângulo limite (L), utilizamos a relação:

$$sen\ L = \frac{n_2}{n_1} = \frac{n_{menor}}{n_{maior}} \qquad \text{Eq. 2.1}$$

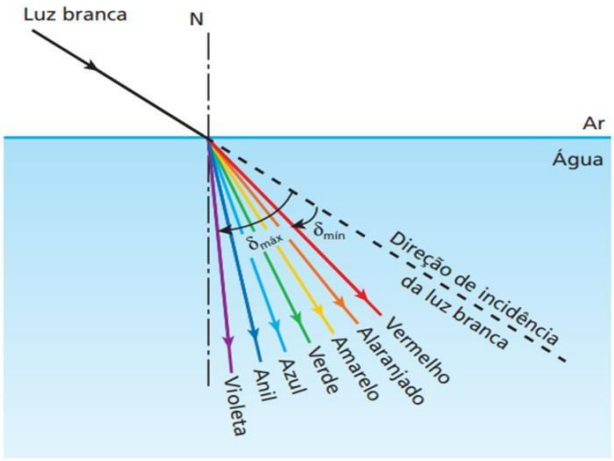
É importante destacar que a reflexão total só ocorre se duas condições ocorrerem: A luz deve se propagar do meio mais refringente para o menos refringente; o ângulo de incidência deve ser igual ou superior ao ângulo limite do dioptro.

Um exemplo cotidiano disso é quando um nadador, olhando de dentro da água para fora, pode experimentar reflexão total na superfície da água. Isso ocorre porque, quando o ângulo de visão excede o ângulo limite, a luz não é refratada para dentro da água, mas sim refletida de volta, como se a superfície da água agisse como um espelho.

2.1.8 A Dispersão da luz

Quando uma frente de luz passa do ar para a água, as partes que já estão na água estão atrasadas em relação às partes que ainda estão no ar. Esse atraso é maior para a luz violeta e menor para a luz vermelha. Devido a essa diferença, as cores diferentes da luz, incluindo vermelho e violeta, seguem caminhos diferentes dentro da água, o que caracteriza o fenômeno da dispersão.

Figura 7: Dispersão da Luz



Fonte: Villas Bôas; Doca; Biscuola (2018).

A Figura 7 mostra os raios de luz branca separando-se em suas sete cores componentes ao passar por um prisma ou outro meio dispersor. Observe que a luz vermelha sofre o menor desvio (δmín) em relação à direção de incidência da luz branca, enquanto a luz violeta sofre o maior desvio (δmáx).

O arco-íris é um fenômeno natural onde a luz solar é dispersa em gotas de chuva. Quando a luz branca penetra na gota, ela se decompõe em várias cores que, em seguida, são refletidas parcialmente nas paredes internas da gota. Isso cria o espectro de cores que vemos como um arco-íris.

2.2 Lentes Esféricas

As lentes esféricas podem exibir comportamento óptico convergente ou divergente, dependendo do índice de refração em relação ao meio externo:

1. Comportamento convergente: Lentes convergentes fazem com que raios de luz paralelos entre si se refratem e convergem para um ponto focal após atravessá-las. Exemplos incluem lentes plano-convexas e biconvexas.
2. Comportamento divergente: Lentes divergentes fazem com que raios de luz paralelos entre si se refratem e divergem após atravessá-las. Exemplos incluem lentes plano-côncavas e bicôncavas.

O centro óptico de uma lente esférica é o ponto do eixo principal por onde passa um raio luminoso sem sofrer desvio angular significativo. Nas lentes delgadas, esse ponto é onde ocorre o mínimo deslocamento lateral do raio luminoso.

As lentes delgadas possuem focos principais:

Foco principal objeto (F): Onde raios luminosos paralelos convergem antes de atravessar a lente.

Foco principal imagem (F'): Onde raios luminosos paralelos emergem e parecem se originar após atravessar a lente.

Além dos focos principais, as lentes delgadas possuem focos secundários, que se localizam aproximadamente no mesmo plano dos focos principais, conhecidos como planos focais.

Nas lentes convergentes, os focos são reais, enquanto nas lentes divergentes, são virtuais devido aos prolongamentos dos raios de luz.

Esses princípios são fundamentais para entender como as lentes esféricas manipulam a luz, influenciando desde a formação de imagens até aplicações práticas como o uso de lentes convergentes para produzir fogo através de uma lupa.

A distância focal (f) de uma lente esférica delgada é a distância entre o centro óptico (O) e o foco principal (F ou F') da lente. Para lentes delgadas imersas no mesmo meio, a distância focal é a mesma para o foco objeto (F) e o foco imagem (F').

Os pontos antiprincipais são localizados a uma distância de 2f do centro óptico ao longo do eixo principal da lente. O ponto antiprincipal objeto (A) está localizado a 2f antes do centro óptico, enquanto o ponto antiprincipal imagem (A') está a 2f após o centro óptico.

Para construir graficamente imagens formadas por lentes esféricas, são úteis três raios luminosos particulares:

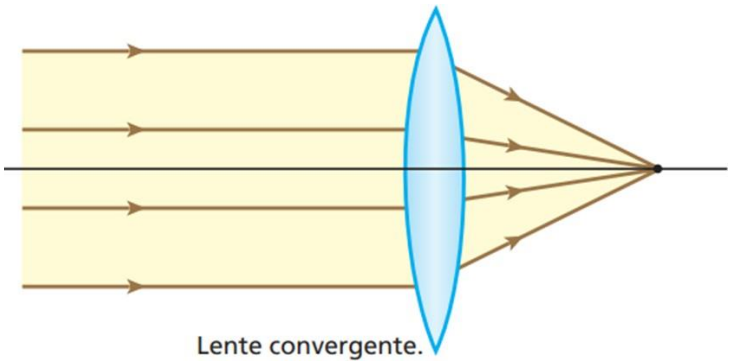
1. Raio que incide no centro óptico: este raio refrata diretamente sem sofrer desvio angular.
2. Raio paralelo ao eixo principal: incide na lente e refrata passando pelo foco principal imagem (F').
3. Raio que incide pelo foco principal objeto (F): Refrata paralelamente ao eixo principal após atravessar a lente.

Esses raios são essenciais na construção de imagens para diferentes posições de objetos em relação às lentes.

2.2.1 Construção Gráfica de imagens em lentes esféricas

As lentes esféricas podem apresentar dois comportamentos ópticos opostos: convergente e divergente. No caso convergente, raios de luz que incidem paralelamente na lente se refratam convergindo para um ponto comum, caracterizando uma lente convergente, conforme indicado na Figura 8a.

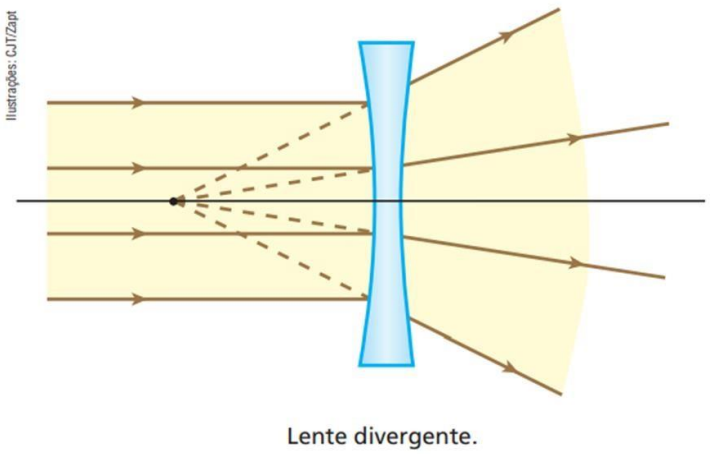
Figura 8a: Lente Convergente



Fonte: Villas Bôas; Doca; Biscuola (2018).

Por outro lado, no comportamento divergente, raios de luz que incidem paralelamente na lente se refratam divergindo de um ponto comum, caracterizando uma lente divergente, conforme indicado na Figura 8b.

Figura 8b: Lente Divergente



Fonte: Villas Bôas; Doca; Biscuola (2018).

Qualquer lente esférica pode ser convergente ou divergente, dependendo do seu índice de refração em relação ao do meio externo. Para lentes com comportamento convergente, como as lentes plano-convexas, onde o índice de refração da lente (n2) é maior que o do meio externo (n1), a lente é mais refringente que o meio externo. Já para lentes plano-côncavas, onde o índice de refração da lente (n2) é menor que o do meio externo (n1), a lente é menos refringente que o meio externo. Para lentes com comportamento divergente, a situação se inverte. Um lente plano- côncava, onde n2 é maior que n1, será mais refringente que o meio externo, enquanto uma lente plano-convexa, onde n2 é menor que n1, será menos refringente que o meio externo.

Em fotografias, as lentes mais refringentes que o meio envolvente mostra que uma lente biconvexa é convergente e uma bicôncava é divergente. Assim, se a lente é mais refringente que o meio externo, lentes com bordas finas são convergentes e com bordas grossas são divergentes, sendo este o caso mais comum. Se a lente é menos refringente que o meio externo, lentes com bordas finas são divergentes e com bordas grossas são convergentes, o que é menos comum.

2.2.2 Equação dos fabricantes de lentes

A Equação dos Fabricantes de Lentes, atribuída ao astrônomo inglês Edmond Halley (1656-1742), permite calcular a abscissa focal (ou a vergência) de uma lente, sendo conhecido seu índice de refração em relação ao meio externo e os raios de curvatura de suas faces. Para uma lente com índice de refração n1 em relação ao meio externo com índice n, e raios de curvatura R_1 e R_2 para suas faces, a abscissa focal f é dada por:

$$\frac{1}{f} = (n - 1)\left(\frac{1}{R_1}\right) - \left(\frac{1}{R_2}\right) \qquad \text{Eq. 2.3}$$

Para que os resultados da Equação dos Fabricantes de Lentes estejam de acordo com o referencial gaussiano (convenção padrão na óptica):

- ➔ Faces Convexas: Os raios de curvatura são positivos (R > 0).
- ➔ Faces Côncavas: Os raios de curvatura são negativos (R< 0).

Esta convenção de sinais é essencial para garantir que os cálculos correspondam à realidade física das lentes e sejam consistentes com as expectativas ópticas tradicionais.

2.3 Instrumentos Ópticos e Óptica da Visão

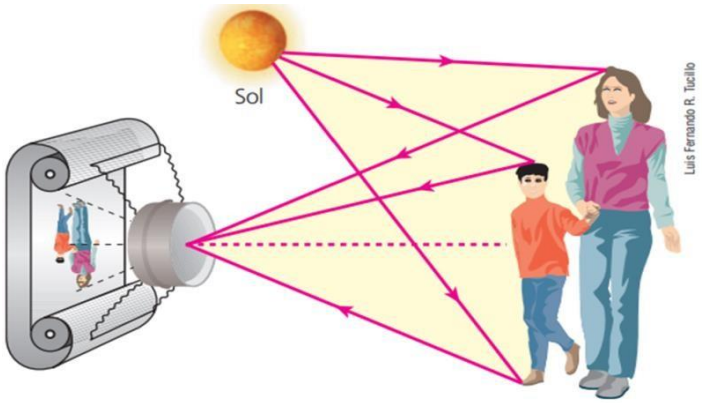
A **Óptica** está presente em nosso dia a dia de maneiras que muitas vezes passam despercebidas. Desde as simples lentes de uma lupa até os sofisticados sistemas ópticos de câmeras e projetores, ela desempenha um papel fundamental em diversas tecnologias. Neste tópico, exploraremos as aplicações práticas dos **Instrumentos Ópticos**.

2.3.1 Instrumentos ópticos

Os conceitos, as leis e os sistemas ópticos constituem a base teórica para a implementação de instrumentos ópticos, que desempenharam papel crucial na história do conhecimento humano. Esses instrumentos são amplamente utilizados em diversas áreas, como Fotografia, Biologia e Astronomia.

A câmera fotográfica é um dispositivo destinado à fixação de imagens. A objetiva da câmera (sistema convergente formado por uma ou mais lentes) projeta a imagem real e invertida do motivo da fotografia sobre um anteparo fotossensível, onde, devido a fenômenos fotoquímicos ou fotoeletrônicos, a imagem fica gravada. A Figura 9 representa esquematicamente uma câmera fotográfica.

Figura 9: Representação esquemática de uma câmera fotográfica



Fonte: Villas Bôas; Doca; Biscuola (2018).

Um projetor é um dispositivo que fornece, de um objeto real (arquivo eletrônico, diapositivo ou filme), uma imagem real projetada em uma tela. A imagem final é invertida (na vertical e na horizontal) e ampliada, sendo visível para vários espectadores ao mesmo tempo.

Uma lupa é um sistema convergente de distância focal da ordem de centímetros, utilizado como lente de aumento em diversas atividades. Ela fornece uma imagem virtual, direita e ampliada do objeto real.

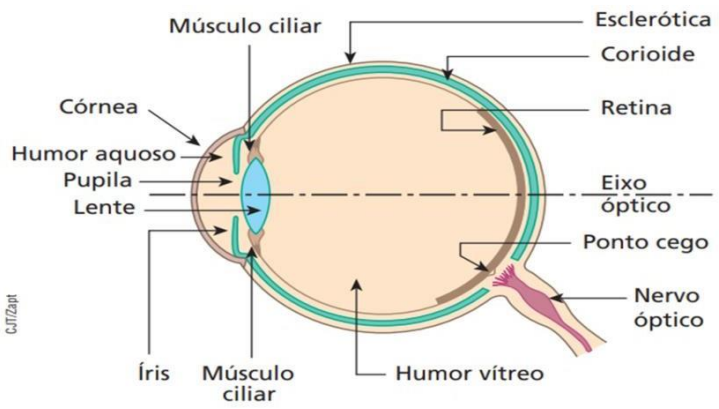
O microscópio composto é um instrumento de aumento constituído por dois sistemas convergentes de lentes: a objetiva e a ocular. A objetiva capta a primeira imagem do objeto, que é real, invertida e ampliada, enquanto a ocular, operando como lupa, forma a imagem final, que é virtual, direita e ampliada.

A ampliação total fornecida por um microscópio composto é o produto dos aumentos da objetiva e da ocular. Nos microscópios compostos, o aumento linear transversal nunca excede algumas centenas de vezes, ficando em média na faixa de 300 vezes.

2.3.2 Bulbo do olho humano

O bulbo do olho humano, como representado na Figura 10, é uma estrutura aproximadamente esférica, com 22 mm de diâmetro, composta por várias camadas que desempenham funções específicas na óptica da visão. A córnea, na parte anterior, é uma região abaulada que permite a entrada de luz no olho. A esclerótica, externamente, é uma camada opaca e resistente que protege e dá estabilidade mecânica ao olho. Internamente, a corioide é altamente vascularizada, fornecendo irrigação sanguínea necessária. A retina, localizada na parte posterior, é composta por células sensoriais que convertem estímulos luminosos em sinais elétricos, transmitidos ao cérebro pelo nervo óptico.

Figura 10: Representação esquemática em corte e cores-fantasia do bulbo do olho humano



Fonte: Villas Bôas; Doca; Biscuola (2018).

O interior do bulbo do olho é preenchido por diversos elementos ópticos: o humor aquoso, um líquido transparente anterior à pupila, que regula a quantidade de luz que entra através desta abertura circular. A íris, constituída por músculos que ajustam o diâmetro da pupila em resposta à luminosidade ambiente, e a lente, flexível e deformável pelos músculos ciliares, ajustam a focagem para diferentes distâncias. O humor vítreo preenche a câmara interna, proporcionando suporte estrutural.

O sistema óptico convergente do olho forma uma imagem real e invertida no fundo do olho (retina), onde cones e bastonetes são responsáveis pela percepção das cores e luzes, respectivamente. Apesar da inversão da imagem retiniana, o cérebro interpreta essa informação corretamente. A pupila, variando de diâmetro conforme a intensidade luminosa, regula o fluxo de luz para proteger a retina e ajustar a sensibilidade visual.

Portanto, o bulbo do olho humano é uma estrutura complexa e altamente especializada, crucial para a captação e processamento da informação visual através de adaptações físicas e sensoriais que permitem a visão em diferentes condições de iluminação.

A acomodação visual no bulbo do olho humano refere-se à capacidade de ajustar a distância focal da lente para formar imagens nítidas de objetos situados a diferentes distâncias. A lente do olho, que possui uma distância focal variável, é controlada pelos músculos ciliares, os quais alteram sua forma conforme a necessidade de focar em objetos próximos ou distantes.

Quando um objeto está próximo ao olho, os músculos ciliares se contraem, o que faz a lente se tornar mais espessa e aumentar sua curvatura, reduzindo assim a distância focal.

Isso permite a formação de uma imagem nítida na retina. Esse ponto mais próximo ao qual o olho consegue focar claramente é chamado de ponto próximo (PP), geralmente situado a cerca de 25 cm do olho, variando conforme a idade do indivíduo.

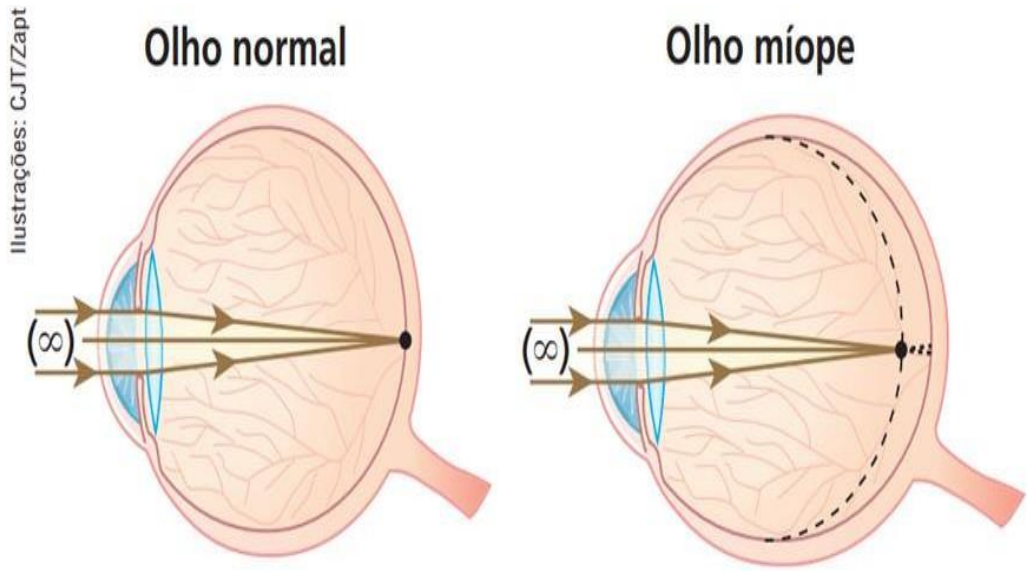
Por outro lado, quando o objeto está distante, os músculos ciliares relaxam, fazendo com que a lente se estreite e diminua sua curvatura, aumentando a distância focal para focar na imagem do objeto no ponto remoto (PR), que é virtualmente no infinito. Essa capacidade de ajustar a distância focal da lente é crucial para a visão nítida em diferentes distâncias, formando imagens claras e precisas sobre a retina. É denominada acomodação visual e permite ao sistema óptico do olho humano adaptar-se continuamente às diversas distâncias dos objetos que estão sendo observados.

2.3.3 Defeitos visuais e suas correções

Os principais defeitos visuais são a miopia, hipermetropia, presbiopia, astigmatismoe estrabismo. Estes defeitos afetam a capacidade do olho humano de focar corretamente, resultando em visão embaçada ou distorcida. A correção adequada é essencial para proporcionar uma visão clara e confortável em diferentes distâncias.

A miopia é caracterizada pelo alongamento do bulbo ocular na direção anteroposterior. Este defeito faz com que a imagem de objetos distantes seja focalizada antes da retina, resultando em visão embaçada para esses objetos. O ponto remoto de um olho míope é real, o que significa que a visão para objetos distantes não é clara. A Figura 11 representa esquematicamente o olho humano míope.

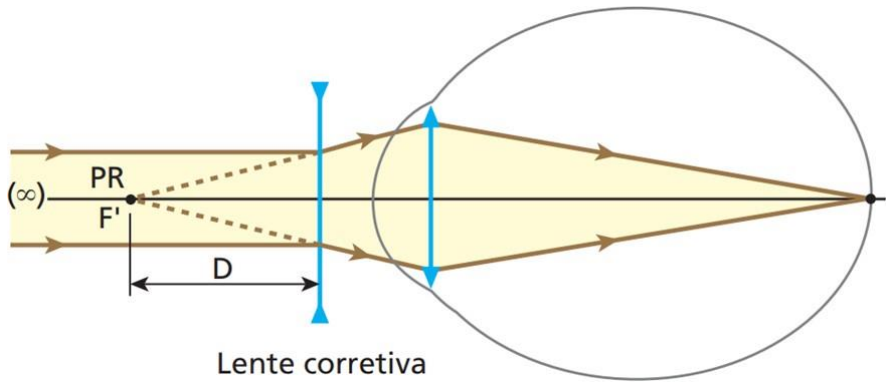
Figura 11: Representação esquemática do olho humano com miopia



Fonte: Villas Bôas; Doca; Biscuola (2018).

No entanto, objetos próximos são vistos com mais clareza, pois o ponto próximo do olho míope está mais próximo do olho do que no olho normal. A correção da miopia é feita com lentes divergentes, que diminuem a vergência do sistema ocular, criando uma imagem virtual corrigida, posicionada no ponto remoto do olho míope. Ver a Figura 12.

Figura 12: Esquema de correção da miopia

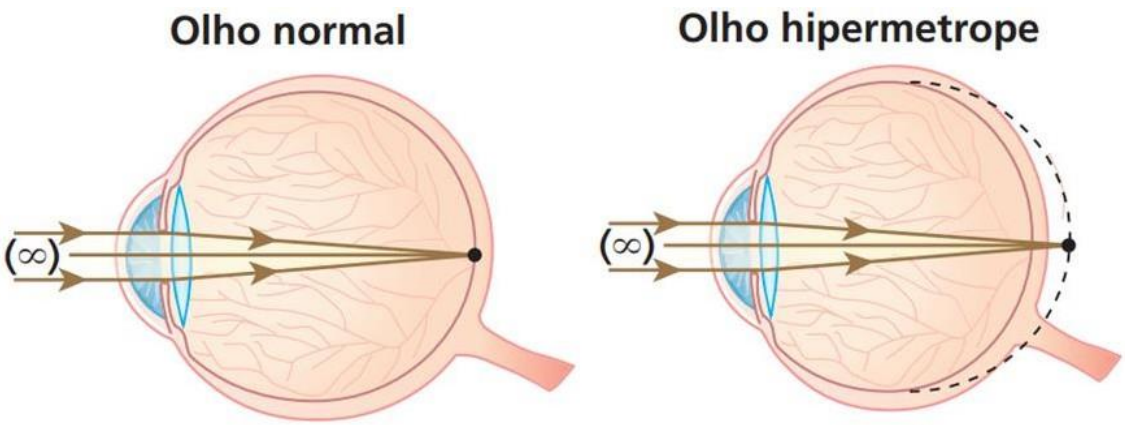


Fonte: Villas Bôas; Doca; Biscuola (2018).

A hipermetropia é causada por um encurtamento do bulbo ocular na direção anteroposterior. Este defeito faz com que a imagem de objetos próximos seja focalizada atrás da retina, resultando em dificuldade de visão para esses objetos.

O olho hipermetrope pode acomodar a visão para objetos próximos com esforço, utilizando os músculos ciliares para ajustar a visão. A Figura 2.13 representa o olho humano hipermetrope.

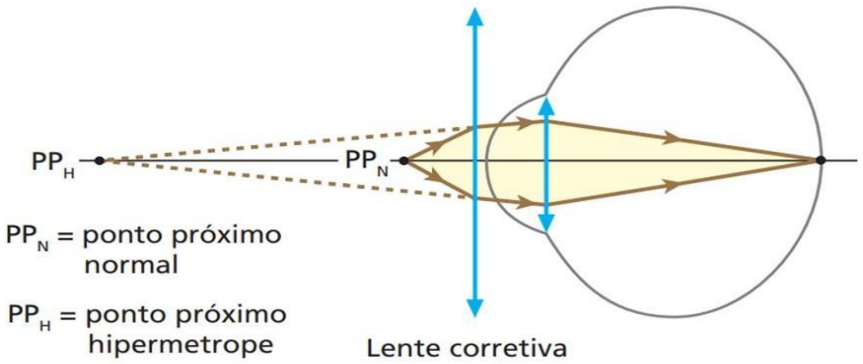
Figura 13: Representação esquemática do olho humano com hipermetropia



Fonte: Villas Bôas; Doca; Biscuola (2018).

A correção é feita com lentes convergentes, que aumentam a vergência do sistema ocular, criando uma imagem virtual corrigida, posicionada no ponto próximo hipermetrope, permitindo que o olho visualize objetos próximos de forma clara. Ver a Figura 14.

Figura 14: Esquema de correção da hipermetropia



Fonte: Villas Bôas; Doca; Biscuola (2018).

A presbiopia, também conhecida como vista cansada, é um defeito visual que ocorre devido ao enrijecimento dos músculos ciliares ou da própria lente natural do olho, geralmente com o envelhecimento. Este defeito limita a capacidade de acomodação visual, dificultando

a visão de objetos próximos e distantes. A correção da presbiopia é feita com lentes bifocais ou multifocais, que possuem regiões destinadas à visão de objetos longínquos e próximos. Para a visão de perto, essas lentes colocam as imagens de objetos situados no ponto próximo normal no ponto próximo do olho defeituoso.

O astigmatismo é causado por imperfeições na simetria de revolução do sistema óptico ocular em torno de seu eixo óptico, frequentemente devido a irregularidades na curvatura da córnea ou da lente natural do olho. Este defeito resulta em visão distorcida ou desfocada. A correção é feita com lentes cilíndricas, que compensam a assimetria do sistema óptico, focalizando corretamente os raios de luz na retina.

O estrabismo é a incapacidade de alinhar adequadamente os olhos, resultando em desvio ocular. Isso pode manifestar-se como esotropia (desvio para dentro), exotropia (desvio para fora), hipertropia (desvio para cima) ou hipotropia (desvio para baixo). A correção pode ser feita com lentes prismáticas, que ajudam a alinhar os olhos desviando a luz corretamente, exercícios da musculatura ocular para fortalecer os músculos dos olhos, ou intervenção cirúrgica para realinhar os músculos oculares.

Cada um desses defeitos visuais requer uma correção específica, geralmente através do uso de lentes oftálmicas que ajustam a convergência dos raios de luz para que a imagem seja focalizada corretamente na retina. Compreender a natureza de cada defeito e aplicar a correção adequada é crucial para proporcionar uma visão clara e nítida, melhorando significativamente a qualidade de vida dos indivíduos afetados.

3 REGRAS DO JOGO

Nesta seção, serão detalhadas as regras do Jogo de Tabuleiro FisMax, destacando a mecânica básica e os elementos que tornam a experiência educativa dinâmica e inclusiva.

O tabuleiro do FisMax, em formato de S, é composto por 22 casas. Ao longo do percurso, o jogador encontrará casas especiais com efeitos distintos:

- Na casa 3, indica um Salto para a Vitória (direto para a casa 11).
- Na casa 8, indica Dois Passos à Frente!
- Na casa 14, indica Dois Passos para Trás!

Sobre essas cartas especiais ou coringas não necessidade do estudante responder a questão escolhida por ele passando automaticamente a vez para o próximo colega.

Figura 15: Jogo de Tabuleiro FisMax: Uma Jornada Inclusiva pela Óptica Geométrica

Fonte: Autoria própria.

A Figura 15 apresenta o Tabuleiro do jogo FisMax, um Projeto educativo e inclusivo focado na Óptica Geométrica. Com um design visualmente agradável, o tabuleiro usa cores suaves e contrastantes para guiar os jogadores ao longo de um percurso em formato de S, composto por vinte casas numeradas. Marcadores especiais no início e no final do tabuleiro destacam pontos cruciais no jogo, enquanto o design foi cuidadosamente criado para proporcionar conforto sensorial, especialmente para jogadores com TEA. Além de ensinar

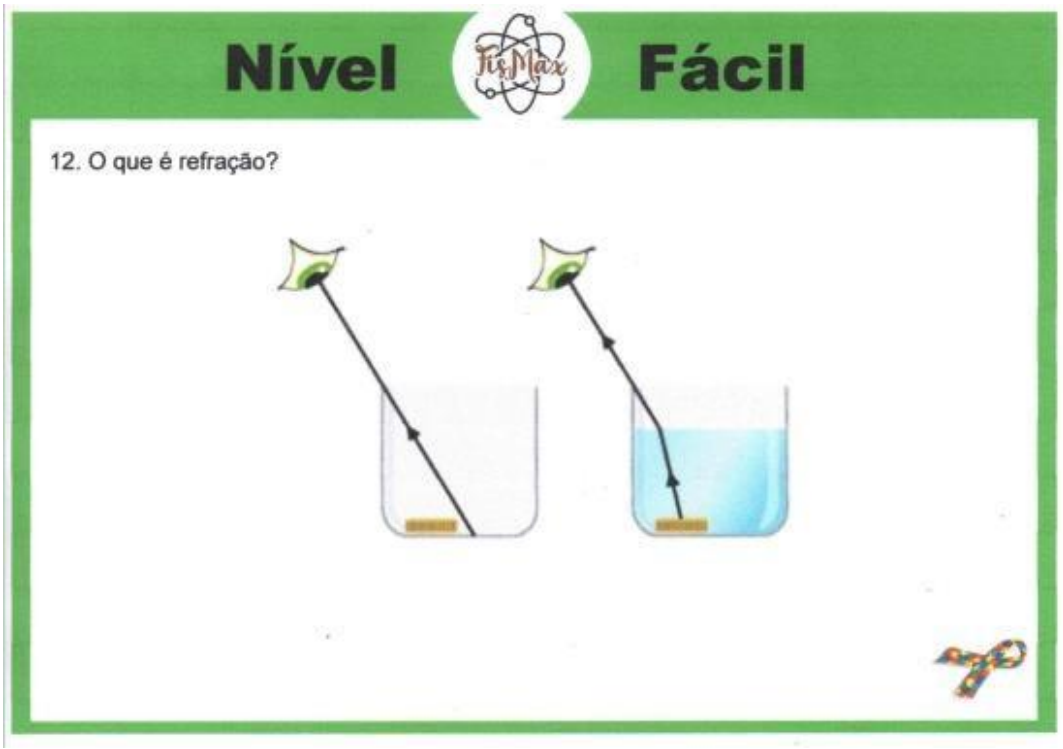
conceitos de Óptica, o jogo também promove o desenvolvimento socioemocional, com adaptações específicas para apoiar alunos com necessidades especiais.

3.1 Os Níveis de Dificuldades e Cartas Niveladas

Esta seção do guia explora os diferentes níveis de dificuldades das cartas utilizadas no jogo FisMax, destacando como cada um pode ser adaptado para promover a compreensão dos alunos com Transtorno do Espectro Autista (TEA) nos conceitos de Óptica Geométrica.

As cartas de nível fácil são projetadas para introduzir conceitos básicos de Óptica Geométrica de maneira acessível e visualmente clara. Cada carta apresenta diagramas ou ilustrações simplificadas que representam fenômenos como reflexão e refração da luz. Para maximizar a compreensão dos alunos com TEA, o professor mediador auxilia nas resoluções das questões instigando a reflexão e o pensamento analítico e crítico dos alunos.

Figura 16: Pergunta Fácil



Fonte: Autoria própria.

A representação da Figura 16 no jogo “FisMax” exemplifica uma abordagem interativa e educativa para a introdução e exploração do conceito de refração.

As cartas de nível médio aprofundam os conceitos introduzidos no nível fácil, utilizando diagramas e ilustrações mais elaborados e contextualizados. Cada carta apresenta um problema que requer interpretação dos alunos para sua resolução.

Figura 17: Pergunta Mediana

Fonte: Autoria própria.

A Figura 17 representa de forma didática os princípios da Lei de Snell, mostrando como a luz se comporta ao passar de um meio para outro. A pergunta relaciona-se diretamente com a Lei de Snell, que explica como os ângulos de incidência e refração estão relacionados aos índices de refração dos meios.

As cartas de nível difícil apresentam problemas mais complexos que exigem um conhecimento mais profundo e aplicação prática dos conceitos de Óptica Geométrica. Por exemplo, uma carta pode desafiar os alunos a determinar a posição de uma imagem formada por uma lente convexa, envolvendo cálculos mais avançados e aplicação das fórmulas ópticas relevantes. Este nível promove o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas e pensamento crítico, aspectos essenciais para o aprendizado eficaz da Óptica Geométrica.

Figura 18:Pergunta Difícil

Fonte: Autoria própria.

A Figura 18 representa a passagem da luz do ar para a água, demonstrando os conceitos da Lei de Snell. Os raios incidentes são mostrados com um ângulo de incidência θ_1 ao entrar na interface ar-água, e os raios refratados são representados com um ângulo de refração θ_2. A diferença nos índices de refração (aproximadamente 1 para o ar e 1,33 para a água) resulta em uma mudança de direção do raio de luz ao atravessar a fronteira entre esses meios. Isso é visualizado pela diminuição do ângulo de refração em relação ao ângulo de incidência, ilustrando como a luz se comporta ao passar de um meio para outro com diferentes propriedades ópticas.

O Tabuleiro, apresentado no Apêndice A, serviu como base para as cartas de perguntas (Apêndice B) e as respostas das questões propostas por níveis (Apêndice C), permitindo uma análise detalhada das estratégias e decisões tomadas durante o jogo.

3.2 Utilização para Compreensão dos Alunos com TEA

Para maximizar a compreensão dos alunos com TEA em todos os níveis de dificuldades, é recomendado ao professor adaptar as estratégias de ensino-aprendizagem. Isso pode incluir o uso de apoios visuais claros e consistentes, repetição de conceitos-chave

através de diferentes modalidades sensoriais, e oferecer suporte individualizado conforme necessário. O jogo FisMax, com suas cartas niveladas e adaptações específicas, visa criar um ambiente de aprendizagem inclusivo onde todos os alunos possam participar ativamente e desenvolver suas habilidades na Óptica Geométrica de maneira eficiente.

O FisMax é uma forma divertida de aprender e competir com seus amigos.

Objetivo: Ser o primeiro jogador a completar a jornada pelo tabuleiro e alcançar a casa 20, demonstrando seus conhecimentos e habilidades.

Como Jogar:

1. **Tabuleiro:** Representa a jornada de aprendizado, com 20 casas cheias de desafios e oportunidades.
2. **As Cartas:** Cada casa contém uma pergunta que você deverá responder. As cartas são coloridas para indicar o nível de dificuldade:
   - **Vermelho:** Desafios para os mais experientes.
   - **Azul:** Desafios para testar seus conhecimentos.
   - **Verde:** Desafios para iniciar a jornada.
3. **Dado:** Role o dado e avance o número de casas indicadas, se acertarem a pergunta da carta.
4. **Carta Coringa:** Prepare-se para reviravoltas inesperadas
   - **Casa 3: Salto para a Vitória!** Se o pião cair na casa 3, dê um grande salto e vá direto para a casa 11, aproximando-se do final da jornada.
   - **Casa 8: Dois Passos à Frente!** Se o pião cair na casa 8, avance duas casas sem a necessidade de responder a pergunta e deixe seus adversários para trás.
   - **Casa 14: Dois Passos para Trás!** Se o pião cair na casa 14, volte duas casas sem a necessidade de responder à pergunta e deixe seus adversários paracontentes.

As regras detalhadas acima não apenas definem o funcionamento básico do jogo FisMax, mas também destacam como ele pode ser adaptado para promover o aprendizado eficaz e inclusivo de Óptica Geométrica, especialmente para alunos com TEA. Essa abordagem não apenas reforça os conceitos científicos, mas também estimula o desenvolvimento cognitivo e socioemocional dos participantes. Para apoiar alunos com TEA e promover uma experiência educativa inclusiva, o jogo incorpora estratégias como

comunicação visual clara, onde todas as informações no tabuleiro e nas cartas são apresentadas de forma visualmente clara e acessível. A repetição e o reforço são usados repetidamente através das perguntas para ajudar na consolidação do aprendizado. O suporte individualizado é oferecido, permitindo que os professores adaptem a dificuldade das perguntas conforme a necessidade dos alunos, proporcionando suporte personalizado durante o jogo.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este guia apresentou o Jogo de Tabuleiro FisMax como uma ferramenta mediadora para o ensino de Óptica Geométrica, especialmente projetada para engajar e beneficiar alunos, incluindo aqueles com Transtorno do Espectro Autista (TEA). Ao longo deste manual, discutimos as várias facetas que tornam o FisMax uma escolha valiosa para o ambiente educacional.

FisMax foi desenvolvido com atenção especial às necessidades dos alunos com TEA, oferecendo um ambiente de aprendizagem inclusivo através de adaptações visuais claras, repetição estratégica de conceitos e suporte individualizado. O jogo utiliza um formato de tabuleiro interativo que não apenas ensina os princípios da Óptica Geométrica, mas também permite aos alunos aplicarem esses conceitos de maneira prática e divertida. A integração de perguntas de diferentes níveis de dificuldade incentiva a revisão contínua e o aprofundamento do conhecimento.

Os professores têm a liberdade de adaptar o jogo às necessidades específicas de suas turmas, ajustando as dificuldades das perguntas conforme o progresso dos alunos e oferecendo suporte conforme necessário. Isso promove uma aprendizagem personalizada e eficaz. Além do aspecto cognitivo, FisMax também enfatiza o desenvolvimento socioemocional dos alunos, incentivando a colaboração, a comunicação e o pensamento crítico durante o jogo.

Esperamos que o uso do FisMax melhore a compreensão dos conceitos de Óptica Geométrica, e também inspire os alunos a se envolverem ativamente com a Física e a ciência de maneira geral, preparando-os melhor para desafios acadêmicos futuros. Ao adotar o FisMax em suas práticas educacionais, os professores não apenas enriquecem suas aulas com uma abordagem inovadora, mas também contribuem para um ambiente de aprendizagem inclusivo e estimulante. Esperamos ainda, que este guia tenha fornecido as ferramentas necessárias para implementar e explorar todo o potencial educativo do FisMax em suas salas de aula.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, I. C. A. **Alfabetização de alunos com transtorno do espectro autista(TEA): concepções e práticas dos professores**. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Educação) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2019.

ARAGÃO, A. C. L. Além da sala de aula: parcerias entre professor, família e escolana Educação Inclusiva. **Rebena-Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem**, [*S.l*], v. **7**, p. 218-232, 2023.

BARRETO, M. A. de O. C.; BARRETO, F. de O. C. **Educação Inclusiva: Contextosocial e histórico, análise das deficiências e uso das tecnologias no processode ensino-aprendizagem**. 1.ed. São Paulo: Editora Érica, 2014.

BECKER, C.; ANSELMO, A. G. Modelo Social na Perspectiva da Educação Inclusiva. **Revista Conhecimento Online**, [*S. l.*], v. **1**, p. 90–108, 2020.

CAPELLINI, V. L. M. F.; SHIBUKAWA, P. H. S.; DE OLIVEIRA RINALDO, S. C. **Práticas Pedagógicas Colaborativas na Alfabetização do Aluno com Transtorno do Espectro Autista**. Colloquium Humanarum. ISSN: 1809-8207, [*S. l.*], v. **13**, n. 2, p. 87–94, 2016.

COSTA, D. A. F. **Superando limites: a contribuição de Vygotsky para a educação especial. Psicopedagogia**, São Paulo, v. **23**, p. 232-239, 2006.

DOCA, R. H.; BISCUOLA, G. J.; BÔAS, N. V. **Tópicos de física**, 2: Termologia, Ondulatória e Óptica. São Paulo: Saraiva, 2020.

FINO, C. N. Vygotsky e a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP): três implicações pedagógicas. **Revista Portuguesa de Educação**, v. **14**, p. 273-291, 2001.

FRANCO, D. dos S. **A influência da linguagem na aprendizagem de conceitos físicos: a contribuição do jogo de tabuleiro "Physicool"**. Dissertação (MestradoNacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF) - Universidade Federal de Juizde Fora, Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais, Juiz de Fora, 2018.

GALDINO, D. dos R.**Histórias em quadrinhos e potencialidades na mediação de Óptica Geométrica no Ensino Médio**. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física — MNPEF) — Universidade Federal do Piauí (UFPI). Teresina, 2022.

GLÉRIA, A. C. F. C. **Interação social e o processo de construção de conhecimento:uma análise com base em três perspectivas: Freire, Vygotsky e Perret-Clermont. Humanidades & Inovação**, v. **9**, n. 5, p. 246-255, 2022.

GOMES, F. B. **Inclusão de alunos com Transtorno do Espectro Autista (TEA) no Ensino de Ciências nas Escolas Públicas Municipais de Dom Pedrito/RS**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências da Natureza — Licenciatura) – Universidade Federal do Pampa. Dom Pedrito, 2019.

GUERREIRO, M. A. da S. **Os efeitos do Game Design no processo de criação de jogos digitais utilizados no ensino de Química e Ciências**: o que devemos considerar?. Dissertação (Mestrado em Educação - Área de Concentração: Ensinode Ciências) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências, Bauru, 2015.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física**: Óptica e Física Moderna. V. 4. 12. ed. Rio de Janeiro – RJ: LTC, 2023.

KISHIMOTO, T. M. **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. São Paulo: Cortez editora, 2017.

MILANI, I.; STOLTZ, T.; HIGA, I. Vygotsky e o ensino de física: um olhar a partir do encontro de pesquisa em ensino de física. **Arquivos do Mudi**, [*S. l.*] v. **24**, n. 3, p. 204-215, 2020.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica 4**: Óptica, relatividade, física quântica. 2ª ed. Editora Edgard Blücher LTDA, São Paulo – SP, 2014.

RAMALHO JR, F.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. T. **Os Fundamentos daFísica**: V. 2. Termologia, Óptica e Ondas. 11. ed. São Paulo: Moderna Plus, 2015.

SERWAY, R. A.; JEWETT Jr, J. W. **Física para Cientistas e Engenheiros**: Luz,Óptica e Física Moderna, V.4. 9ª ed., Ed. Cengage Learning, 2019.

SENA, Jardel Pinho. Proposta de experimentos interdisciplinares sobre circuitos elétricos com corrente contínua envolvendo física e química: contribuições da teoria histórico-cultural**.** Orientador: Prof. Dr. Valdemiro da Paz Brito. 2022. 90 f. il. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências da Natureza, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Teresina, 2022.

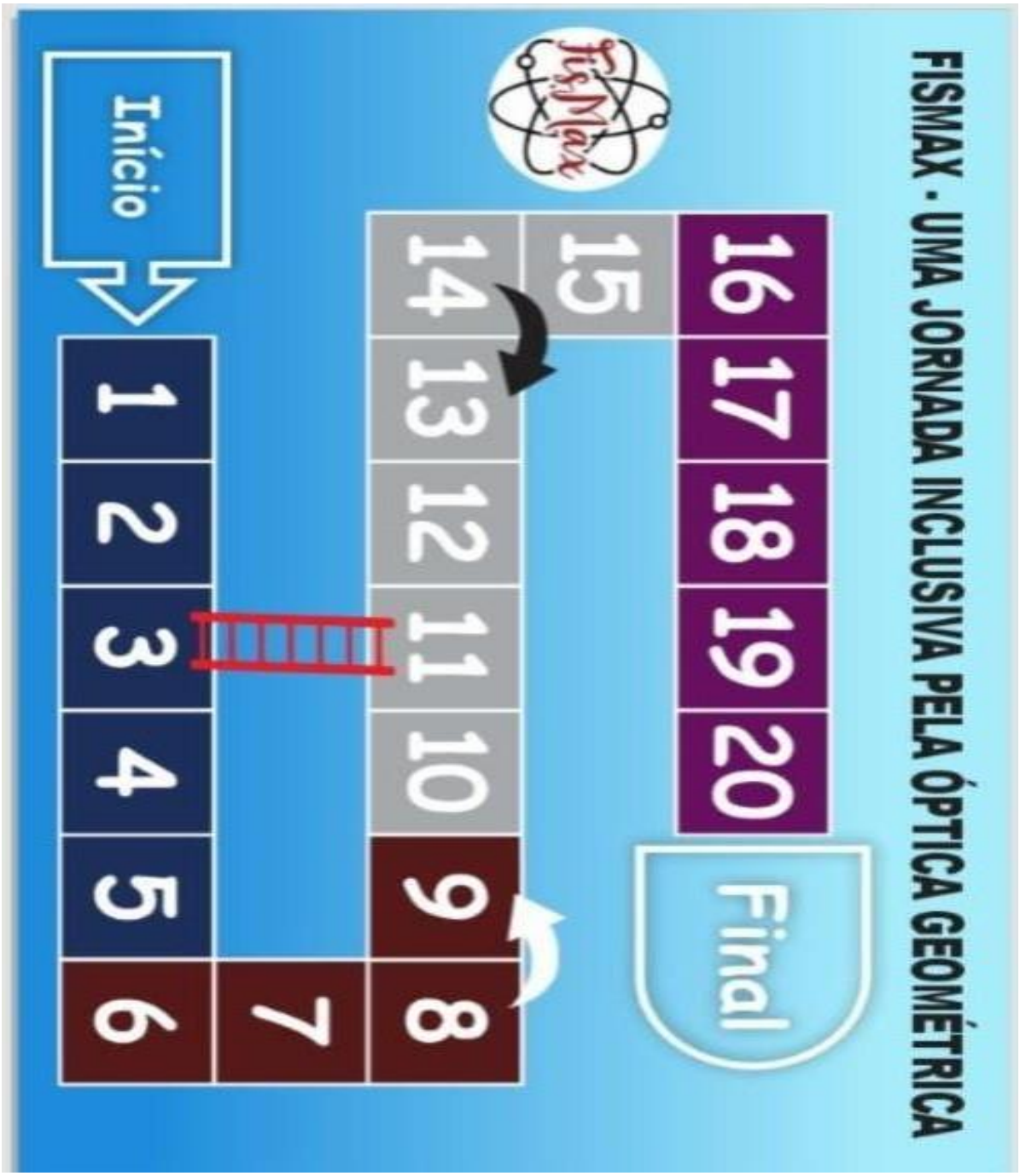
VYGOTSKY, L. S. **A Formação Social da Mente**: O Desenvolvimento dos Processos Psicológicos Superiores. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

VYGOTSKY, L. S. **Mind in Society - The Development of Higher Psychological Processes**. Cambridge MA: Harvard University Press, 1978.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física IV**: Ótica e Física Moderna. 14. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

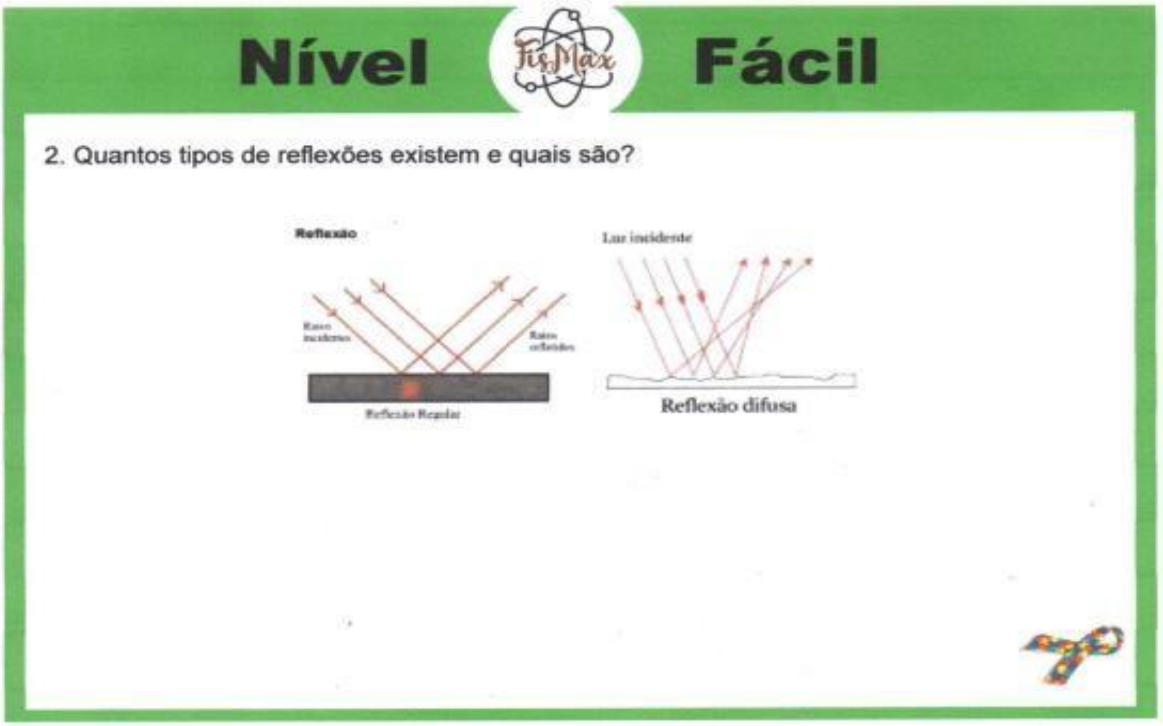
ZANELLA, A.V. Zona de desenvolvimento proximal: análise teórica de um conceito em algumas situações variadas**. Revista Temas em Psicologia**, São Paulo, v. **2**, n.2, p. 97-110, 1994.

APÊNDICE A – Tabuleiro



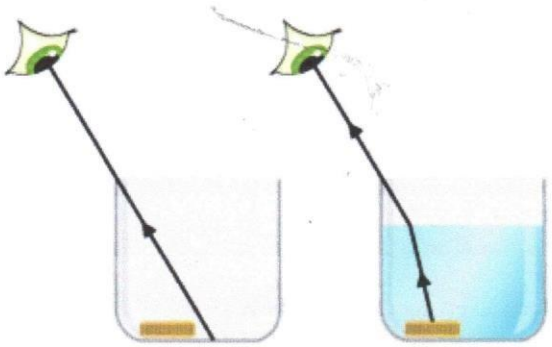
APÊNDICE B – Cartas Perguntas

São exemplos de cartas perguntas as inseridas adiante:



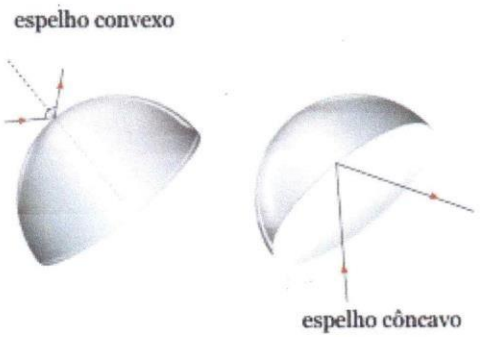
Nível Médio

1. Explique o que é a Lei da Refração (Lei de Snell) e como ela funciona quando a luz passa de um meio para outro.



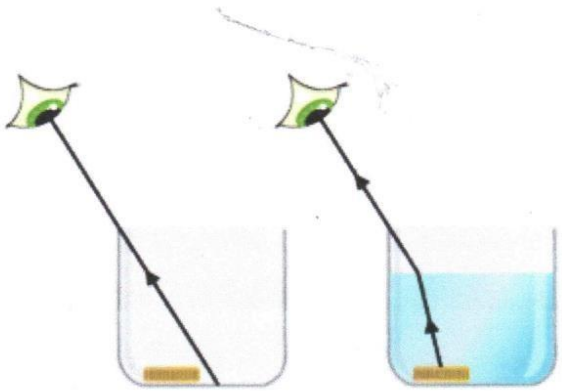
Nível Médio

2. Como a reflexão da luz ocorre em uma superfície esférica, como a de um espelho côncavo ou convexo?



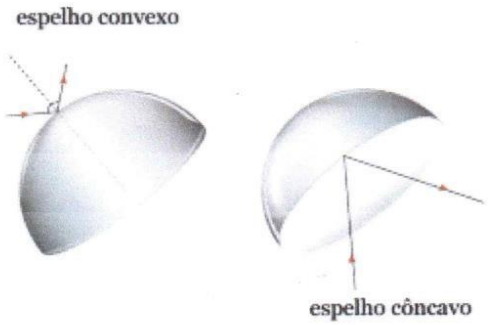
Nível Difícil

1. Considere a fórmula da Lei de Snell, $n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$, e explique como os índices de refração do ar e da água estão relacionados aos ângulos de incidência e refração.



Nível Difícil

2. Explique a formação de imagem em espelhos esféricos utilizando a equação dos espelhos. Como as imagens formadas variam para espelhos côncavos e convexos?



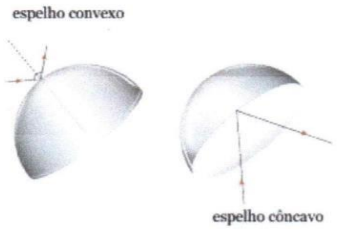
APÊNDICE C – Cartas Respostas

São exemplos de cartas respostas as inseridas adiante:

Nível Fácil

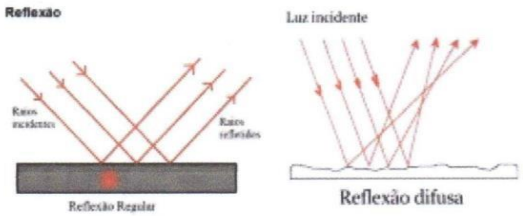
1. Questão

Resposta: Um espelho côncavo tem uma superfície interna refletora, enquanto um espelho convexo tem uma superfície externa refletora.
Espelhos côncavos podem convergir a luz e formar imagens reais ou virtuais, enquanto espelhos convexos sempre divergem a luz e formam imagens virtuais.



2. Questão

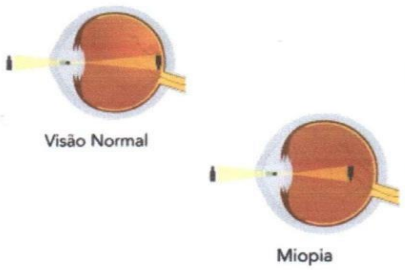
Respostas: Existem dois tipos de reflexões: a reflexão regular e a difusa.



Nível Fácil

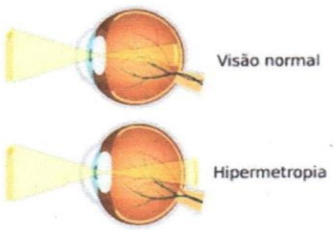
3. Questão

Resposta: A miopia é um defeito de visão no qual o globo ocular é mais longo do que o normal, fazendo com que os objetos distantes pareçam embaçadas. Isso ocorre porque a imagem focaliza antes da retina, ao invés de sobre ela.



4. Questão

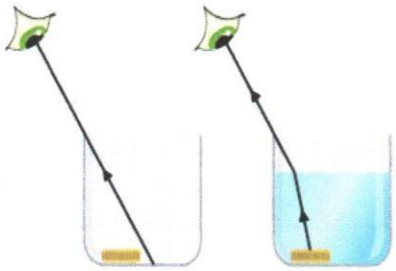
Resposta: A hipermetropia é um erro de refração onde a imagem dos objetos próximos é focada atrás da retina, causando dificuldade em ver de perto sem correção óptica.



Nível Médio

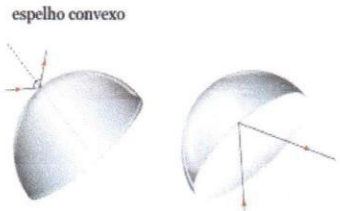
1. Questão

Resposta: A Lei de Snell, também conhecida como Lei da Refração, é um princípio da óptica que descreve como a luz se comporta ao passar de um meio para outro. A lei relaciona os ângulos de incidência e refração com os índices de refração dos dois meios.



2. Questão

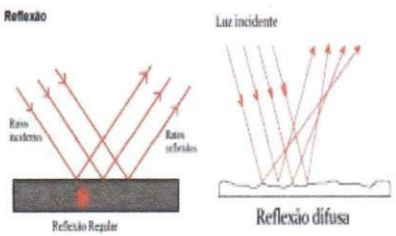
Resposta: Em uma superfície esférica, a luz reflete seguindo a Lei da Reflexão, onde o ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão. Em um espelho côncavo, os raios de luz paralelos ao eixo principal convergem em um ponto chamado foco. Em um espelho convexo, os raios de luz paralelos se espalham, mas parecem vir de um ponto focal virtual atrás do espelho. A curvatura da superfície esférica faz com que os raios de luz se juntem ou se espalhem.



Nível Médio

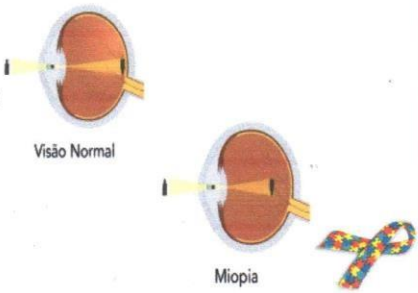
3. Questão

Resposta: A Reflexão regular ocorre em superfícies lisas e polidas, como espelhos, refletindo a luz em um único ângulo e formando uma imagem clara. Já a Reflexão difusa ocorre em superfícies irregulares ou rugosas, como paredes pintadas, espalhando a luz em várias direções e não formando uma imagem clara.



4. Questão

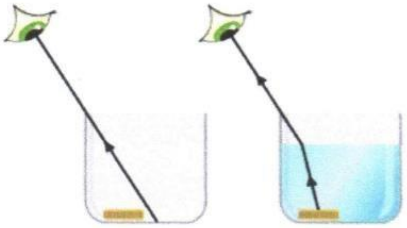
Resposta: A miopia resulta em uma focalização da luz à frente da retina, causando uma imagem desfocada de objetos distantes. Lentes divergentes são usadas para corrigir esse problema, movendo o ponto focal de volta para a retina.



Nível Difícil

1. Questão

Resposta: Quando a luz passa do ar, com um índice de refração aproximadamente 1, para a água, com um índice de refração de cerca de 1,33, o ângulo de refração na água é calculado usando a Lei de Snell. Esse ângulo é menor devido à maior densidade óptica da água em comparação com o ar.

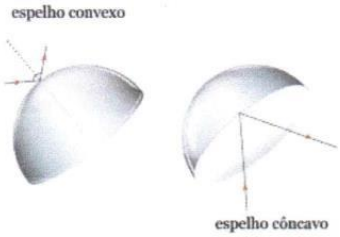


2. Questão

Resposta: Nos espelhos esféricos:

è Espelhos côncavos: A imagem pode ser real ou virtual, invertida ou direita, e de tamanho variado, conforme a posição do objeto.

è Espelhos convexos: A imagem é sempre virtual, direita e menor que o objeto.



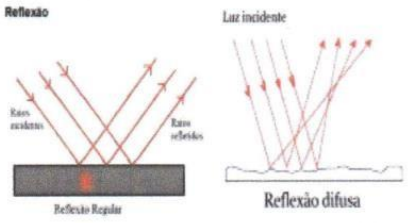
Nível Difícil

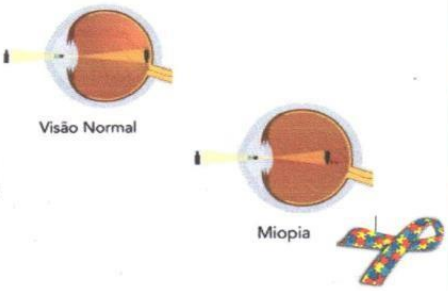
3. Questão

Resposta:

è Reflexão regular: Usada em espelhos de telescópios para formar imagens nítidas e precisas de objetos distantes.

è Reflexão difusa: Utilizada na iluminação de interiores para dispersar a luz uniformemente, evitando sombras duras e criando um ambiente suavemente iluminado.



4. Questão

Resposta: Em um olho míope, a imagem de um objeto distante é virtual e se forma antes da retina, causando visão embaçada. Para calcular sua posição, é preciso usar a distância focal da lente corretiva e a distância do objeto, aplicando fórmulas da óptica geométrica. Sem a lente corretiva, a luz é focalizada antes de atingir a retina.