

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 33

Crislane Tavares Machado

PRODUTO EDUCACIONAL

A ABORDAGEM DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NO
DESENVOLVIMENTO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA:
EXPLORANDO A ÓPTICA GEOMÉTRICA POR MEIO DOS DEFEITOS
DA VISÃO

Crislane Tavares Machado

A ABORDAGEM DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DA
ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: EXPLORANDO A ÓPTICA GEOMÉTRICA POR
MEIO DOS DEFEITOS DA VISÃO

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE ÓPTICA PARA O ESTUDO DE LENTES E DEFEITOS DA VISÃO: CONTRIBUIÇÕES PARA A PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS (EJA), desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 33 – IFES, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Dr. Jardel da Costa Brozeguini
Coorientador: Dr. André Oakes de Oliveira Gonçalves

CARIACICA

2024

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

Apresentação

Este guia didático é o resultado de uma pesquisa científica desenvolvida entre 2023 e 2024, no âmbito do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – Campus Cariacica. O Produto Educacional apresentado está vinculado a uma dissertação de mestrado que investigou desafios e possibilidades para o ensino de Óptica Geométrica, utilizando os defeitos da visão e os dispositivos de correção visual como elementos motivadores, por meio das abordagens de Ensino por Investigação e Alfabetização Científica.

A Sequência de Ensino Investigativo (SEI) foi aplicada em uma turma da 2ª série do Ensino Médio para Jovens e Adultos (EJA) em uma escola da Rede Estadual de Ensino do Espírito Santo, no município de Viana. O guia destina-se a professores do Ensino Médio, oferecendo suporte didático para a implementação de metodologias ativas no ensino de Física.

A intervenção pedagógica foi organizada em sete aulas, incorporando práticas experimentais e computacionais ao currículo do Ensino Médio, com o intuito de superar a desmotivação frequentemente associada às aulas de Física, caracterizadas pelo excesso de abordagem teórica, aulas expositivas e exercícios repetitivos. No desenvolvimento da SEI, destacam-se atividades diversificadas, como simulações computacionais, leitura de textos, análise de vídeos e práticas experimentais.

Caso o professor não disponha de sete aulas para a aplicação completa da intervenção, é possível adaptar a proposta, sugerindo que os estudantes realizem algumas atividades experimentais e computacionais em casa. Dessa forma, o tempo em sala de aula pode ser dedicado à discussão e análise dos resultados, permitindo a otimização da carga horária necessária para a implementação deste produto.

As orientações e atividades propostas, como o uso de simulações computacionais, leitura de textos, análise de vídeos e práticas experimentais, foram incorporadas a

este guia. Além disso, inclui-se uma breve revisão teórica sobre as abordagens de Ensino por Investigação (EI) e Alfabetização Científica (AC), ressaltando seu potencial para promover a autonomia dos estudantes. Esse material busca fornecer subsídios aos professores, incentivando a adoção dessas metodologias ativas e sua integração ao ensino de Física de forma eficaz e contextualizada.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA	9
2.1	O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO	10
2.1.1	As sequências de ensino investigativas	15
2.2	A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA	17
3	A INTERVENÇÃO DIDÁTICA	23
3.1	A SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA.....	25
3.1.1	Atividade 1 - Como as imagens são formadas no olho humano	26
3.1.2	Atividade 2 - Formação de imagens por meio de máscaras	29
3.1.3	Atividade 3 - A magia da refração: descobrindo por que a moeda desaparece e reaparece na caneca com água	31
3.1.4	Atividade 4 - Comportamento da luz e a refração em diferentes meios: Explorando as mudanças na trajetória luminosa	33
3.1.5	Atividade 5 - O comportamento da luz ao atravessar uma lente	36
3.1.6	Atividade 6 - A formação de imagens no olho humano	39
3.1.7	Atividade 7 - Atividade experimental: Cálculo do grau dos óculos	42
4	ORIENTAÇÕES COMPLEMENTARES	45
	REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

A prática docente no Ensino Médio, especialmente na modalidade Educação de Jovens e Adultos (EJA), exige inovações metodológicas que tornem o aprendizado mais significativo e alinhado às experiências cotidianas dos estudantes. Durante a atuação em sala de aula, foi possível observar situações que evidenciam a necessidade de maior contextualização no ensino de Física. Em uma dessas ocasiões, dois estudantes compartilhavam um único par de óculos de correção. Ao serem questionados sobre os possíveis impactos dessa prática, relataram que essa era uma situação comum e que, para eles, tratava-se apenas de "uns óculos", desde que permitissem a leitura minimamente adequada. Esse episódio revelou uma lacuna conceitual relevante: os estudantes demonstravam desconhecimento sobre os princípios ópticos envolvidos nos dispositivos corretivos e não estabeleciam conexões críticas entre a tecnologia dos óculos e suas necessidades visuais individuais.

Diante desse contexto, reconheceu-se o potencial pedagógico do uso de dispositivos ópticos, como os óculos, para o ensino de conceitos fundamentais de óptica geométrica, incluindo refração da luz, formação de imagens em lentes e a correção de defeitos visuais. A utilização de elementos do cotidiano na abordagem dos conteúdos científicos favorece a construção de conhecimento de forma contextualizada, aproximando os conceitos físicos da realidade dos estudantes e promovendo maior engajamento no processo de aprendizagem.

Além disso, o avanço das tecnologias digitais tem influenciado significativamente os hábitos de estudo e a forma como os estudantes acessam informações. O consumo crescente de vídeos curtos e explicações simplificadas, embora favoreça a disseminação de conteúdos, pode comprometer o desenvolvimento da atenção e da reflexão crítica. Nesse cenário, a abordagem de conceitos científicos por meio de objetos usuais, como os óculos, possibilita um aprendizado mais significativo e aplicado. As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) ressaltam a importância da contextualização do ensino, destacando que a articulação entre os conteúdos escolares e as vivências cotidianas contribui para a

construção de saberes mais sólidos e significativos (Brasil, 2000, p. 81). Essa necessidade torna-se ainda mais evidente diante de dados da Sociedade Brasileira de Oftalmologia (SBO), segundo os quais aproximadamente 2,2 bilhões de pessoas no mundo apresentam algum tipo de deficiência visual, sendo que metade desses casos poderia ter sido evitada com medidas preventivas adequadas. Esses números ressaltam a importância da conscientização sobre a saúde ocular e do aprofundamento da compreensão científica sobre o funcionamento da visão e das lentes corretivas.

A literatura sobre ensino de ciências destaca a relevância de metodologias que promovam não apenas a compreensão conceitual, mas também o desenvolvimento do pensamento crítico e da capacidade de análise dos estudantes. Freire (1980) enfatiza que a alfabetização deve estar inserida no contexto do indivíduo, permitindo-lhe interpretar e transformar a realidade. Essa perspectiva é ampliada por Sasseron e Carvalho (2008), que definem a Alfabetização Científica (AC) como um processo que possibilita a inserção dos estudantes na cultura científica, proporcionando-lhes conhecimentos e habilidades que favorecem sua autonomia intelectual e sua atuação social. A presente pesquisa fundamenta-se nessas concepções para propor um ensino contextualizado de óptica geométrica, no qual os defeitos visuais e seus dispositivos de correção são utilizados como eixos estruturantes para a construção do conhecimento.

Dessa forma, este produto pode contribuir para o ensino de Física ao apresentar uma abordagem que integra conceitos científicos à realidade dos estudantes, promovendo a Alfabetização Científica por meio de uma Sequência de Ensino Investigativo. Ao explorar a óptica geométrica e as lentes corretivas em uma perspectiva contextualizada, busca-se não apenas a compreensão dos fenômenos físicos envolvidos, mas também a ampliação da percepção dos estudantes sobre a relação entre ciência, tecnologia e qualidade de vida.

2 O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Estudos na área de Ensino têm defendido o ensino de Ciências como ferramenta essencial para a formação cidadã, integrando o estudante a uma cultura científica escolar e promovendo sua inserção ativa na sociedade. Para tanto, as aulas devem ser fundamentadas em um projeto pedagógico que seja, ao mesmo tempo, emancipador e inclusivo, contextualizando os problemas abordados para aproximá-los da realidade dos estudantes (Carvalho, 2010). Essa contextualização vai além de simplesmente vincular temas ao cotidiano dos estudantes; ela pode e deve incluir a exploração de aspectos históricos, culturais e metodológicos do desenvolvimento das Ciências, enriquecendo a compreensão dos fenômenos estudados.

Carvalho (2010) argumenta que o ensino por investigação é uma abordagem eficaz para alcançar esses objetivos. Segundo a autora, ao se apropriarem dos conteúdos, técnicas e processos científicos, os estudantes adquirem uma base sólida que lhes permite analisar criticamente situações da vida em sociedade. Nessa perspectiva, o ensino por investigação se alinha à proposta de uma educação contextualizadora, que promove a inserção dos indivíduos nas práticas e processos sociais da ciência, possibilitando uma compreensão crítica e mais aprofundada da realidade.

Para que um projeto pedagógico seja verdadeiramente emancipador, é imprescindível que ele priorize a AC (Freire, 2008). Essa abordagem não se restringe à aquisição de conhecimentos técnicos, mas busca capacitar o indivíduo a organizar o pensamento de forma lógica e estruturada, promovendo também o desenvolvimento de uma consciência crítica sobre o mundo e os fenômenos que o cercam. A AC aprimora as habilidades de análise e reflexão, criando condições para que o estudante formule julgamentos embasados e tome decisões informadas em contextos científicos e sociais. Assim, a AC torna-se um pilar central para projetos pedagógicos emancipadores, contribuindo para a formação de cidadãos engajados, críticos e preparados para participar de forma ativa e consciente na sociedade.

2.1 O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

O ensino por investigação constitui uma abordagem pedagógica em que o professor cria condições para que os estudantes desenvolvam uma série de habilidades essenciais ao aprendizado e à construção do conhecimento. Essa metodologia incentiva os estudantes a: pensar, considerando a estrutura e a lógica do conhecimento científico; expressar-se oralmente, apresentando argumentos claros e evidenciando os conhecimentos adquiridos; ler, exercendo uma compreensão crítica dos conteúdos; e escrever, demonstrando autoria e clareza nas ideias expostas (Carvalho, 2018).

O EI está intimamente ligado a uma concepção de educação democrática e à ciência como um empreendimento público, cujo objetivo é aproximar o aprendizado em ciências das práticas, normas e linguagens típicas do fazer científico (Bodevan, Coelho, 2022). Esse vínculo se concretiza por meio de atividades problematizadoras, que incentivam o desenvolvimento da autonomia dos estudantes e os inserem em um novo contexto discursivo, introduzindo-os ao modo de pensar característico da ciência (Nascimento; Sasseron, 2019; Silva Junior; Coelho, 2020). Essas atividades podem ser realizadas em diferentes formatos, como laboratórios abertos, demonstrações investigativas, textos históricos, problemas e questões abertas e recursos tecnológicos, entre outros. O aspecto central é que essas atividades sejam fundamentadas em uma situação-problema contextualizada, capaz de desencadear o raciocínio crítico e a argumentação dos estudantes, promovendo uma compreensão mais profunda e significativa dos conteúdos científicos.

A diretriz fundamental de uma atividade investigativa reside no cuidado que o(a) professor(a) deve ter ao definir o grau de liberdade intelectual concedido aos estudantes na formulação do problema; é a natureza desse problema proposto que desencadeia o raciocínio crítico dos estudantes, e, sem essa liberdade para explorar ideias, os estudantes não se sentirão encorajados a expor seus próprios pensamentos, refletir de maneira independente ou apresentar argumentações bem fundamentadas (Carvalho, 2018). Assim, assegurar que o problema incentive uma abordagem aberta e reflexiva não apenas enriquece a experiência de aprendizagem,

mas também proporciona um ambiente onde os estudantes, ao se sentirem valorizados, se engajam com maior profundidade e desenvolvem competências analíticas essenciais.

Nesse contexto, é essencial para a aprendizagem do estudante que ele desenvolva a motivação e o interesse em adquirir conhecimento, manifestando iniciativa em investigar e aprofundar-se nos conteúdos propostos. Cabe ao professor oferecer as ferramentas e orientações adequadas para que o estudante compreenda onde e como buscar respostas, capacitando-o para uma trajetória de descobertas e construindo, assim, um aprendizado autônomo e significativo.

Outro ponto relevante abordado por Carvalho (2018) é que o ensino investigativo transcende as atividades escritas destinadas aos estudantes. Embora essas atividades sejam necessárias, elas são insuficientes para alcançar os objetivos da investigação científica no ensino. O grau de liberdade intelectual concedido aos estudantes em cada atividade investigativa desempenha um papel crucial no processo de ensino-aprendizagem, pois favorece o engajamento em processos de formulação, comunicação e avaliação de ideias na busca por soluções (Silva; Oliveira; Suart, 2021). Essa liberdade estimula os estudantes a explorarem diferentes perspectivas e desenvolve suas habilidades críticas e argumentativas, fundamentais para uma aprendizagem significativa.

Dessa forma, tanto o grau de liberdade intelectual quanto os problemas propostos são elementos fundamentais para que o professor estabeleça condições em sala de aula que favoreçam a interação dos estudantes com o material didático e a construção autônoma de conhecimento em um contexto de ensino por investigação (Carvalho, 2018). Essas condições permitem que os estudantes desenvolvam habilidades críticas e reflexivas, essenciais para o aprofundamento do aprendizado e para a formação de um pensamento investigativo.

No que se refere ao grau de liberdade intelectual concedido pelos professores aos estudantes, Pella (1969) analisou materiais escritos destinados a aulas de laboratório de ciências em “high schools” americanas. O pesquisador classificou as

atividades realizadas por professores e estudantes de acordo com os níveis de liberdade intelectual presentes em cada tipo de instrução escrita. De maneira complementar, Borges (2004), ao examinar atividades de laboratório no ensino médio, propôs uma classificação não baseada no grau de liberdade intelectual dos estudantes, mas em diferentes níveis de investigação presentes nas atividades.

A partir dessas análises, Carvalho et al. (2010) organizaram modelos metodológicos aplicáveis a diversas atividades didáticas, como experiências de laboratório, exercícios escritos e textos históricos. Esses modelos destacam o grau de liberdade intelectual promovido pelo professor em cada abordagem, oferecendo uma visão estruturada das oportunidades de investigação proporcionadas aos estudantes.

O Quadro 1 ilustra os diferentes graus de liberdade oferecidos aos estudantes pelo professor em atividades experimentais, variando do ensino diretivo ao ensino por investigação. O Grau 1 representa o modelo de ensino diretivo, no qual o professor, durante a aula de laboratório, apresenta o problema e as hipóteses, geralmente fundamentados em um referencial teórico, além de detalhar todos os passos do plano de trabalho. Nesse modelo, cabe aos estudantes apenas seguir o roteiro proposto. No Grau 2, ainda dentro do ensino diretivo, o professor apresenta o problema e as hipóteses e discute o plano de trabalho com os estudantes, sendo o resultado final uma responsabilidade dos estudantes (Carvalho et al., 2010).

Quadro 1 - Graus de liberdade de professor (P) e estudantes (A) em atividades experimentais

	GRAU 1	GRAU 2	GRAU 3	GRAU 4	GRAU 5
Problema	P	P	P	P	A
Hipóteses	P	P/A	P/A	A	A
Plano de trabalho	A	P/A	A/A	A	A
Obtenção de dados	A	A	A	A	A
Conclusões	P	A/P/Classe	P/A/Classe	P/A/Classe	P/A/Classe

Fonte: Carvalho, Ricardo, Sasseron, Abib e Pietrocola (2010, p. 55).

No Grau 3, o professor propõe o problema e discute as hipóteses com os estudantes, mas a execução da experiência é definida por eles, sob a supervisão do professor, que retoma a discussão durante a análise das conclusões. O Grau 4

caracteriza-se por uma turma já habituada ao ensino por investigação, em que o professor apresenta o problema e os estudantes, trabalhando em grupo, tomam decisões sobre como resolvê-lo. É importante ressaltar que os Graus 3 e 4 representam os níveis de ensino por investigação adotados nesta pesquisa, nos quais as atividades experimentais são conduzidas dentro desses dois graus, conforme os modelos estabelecidos por Carvalho et al. (2010).

Finalmente, o Grau 5, onde o problema é escolhido e proposto pelo próprio estudante ou pelo grupo, é extremamente raro nos níveis de educação básica e média. Esse nível de liberdade é ocasionalmente observado em Feiras de Ciências, onde os estudantes têm a oportunidade de apresentar suas investigações de forma mais autônoma e criativa (Carvalho et al., 2010).

O Quadro 2 apresenta os diferentes graus de liberdade intelectual em atividades de resolução de problemas em aulas de Ciências, onde a avaliação dos estudantes se baseia principalmente na resolução de problemas propostos. No Grau 1, o método de ensino é altamente diretivo, com o professor realizando toda a estruturação intelectual do problema, deixando aos estudantes apenas a execução matemática. No Grau 2, ainda em um modelo diretivo, observa-se uma participação ligeiramente maior por parte dos estudantes, embora a condução principal continue com o professor.

Quadro 2 - Graus de liberdade de professor (P) e estudantes (A) em aulas de resolução de problemas

	GRAU 1	GRAU 2	GRAU 3	GRAU 4	GRAU 5
Problema	P	P	P	P	A
Hipóteses	P	P/A	A/P	A	A
Resolução do problema	A	A	A	A	A
Análise dos resultados	(quando existe) P	P/A/Classe	P/A/Classe	P/A/Classe	P/A/Classe

Fonte: Paiva (2015).

Os Graus 3 e 4, por outro lado, representam um avanço significativo em termos de autonomia e interação dos estudantes. Nesses níveis, os estudantes são incentivados a refletir, tomar decisões e discutir soluções com seus colegas,

podendo optar por solicitar a orientação do professor. Esses graus configuram-se como uma metodologia investigativa, na qual a participação ativa dos estudantes é essencial para o desenvolvimento da atividade. Vale ressaltar que os Graus 3 e 4 correspondem aos níveis de ensino por investigação aplicados nas tarefas escritas e nos textos desta pesquisa.

O Grau 5, caracterizado pela total autonomia do estudante na escolha e elaboração do problema, é raramente observado na educação básica e no ensino médio.

É essencial diferenciar a natureza dos problemas elaborados para atividades experimentais daqueles utilizados em outros contextos educacionais, como problemas abertos de lápis e papel ou questões relacionadas à História das Ciências.

Um problema bem formulado apresenta as seguintes características (Carvalho et al., 2010):

- Proporciona aos estudantes condições para resolver e explicar o fenômeno envolvido;
- Permite que as hipóteses levantadas pelos estudantes auxiliem na determinação das variáveis relevantes;
- Estabelece conexões entre o conhecimento adquirido e o mundo em que os estudantes vivem;
- Possibilita que os conhecimentos obtidos sejam aplicados em outras disciplinas do currículo escolar;
- Quando o conteúdo do problema está alinhado com os conceitos espontâneos dos estudantes (Driver, Guesne e Tiberghien, 1985), esses conceitos devem ser considerados como hipóteses iniciais, permitindo uma ponte entre o conhecimento intuitivo dos estudantes e o conhecimento científico formal.

Por outro lado, nas aulas experimentais, um bom problema é aquele que possibilita aos estudantes (Carvalho et al., 2010):

- Progredirem das ações manipulativas para ações intelectuais mais complexas, como a elaboração e o teste de hipóteses, o raciocínio proporcional e a construção da linguagem científica;
- Desenvolverem explicações causais e fundamentadas em princípios legais, abrangendo tanto os conceitos quanto as leis científicas que regem o fenômeno em estudo.

Com o objetivo de abordar esses dois conceitos fundamentais, liberdade intelectual e elaboração de problemas, foi planejada uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI). A SEI é uma proposta didática voltada ao desenvolvimento de conteúdos ou temas científicos, promovendo a investigação por meio de diferentes atividades investigativas, como laboratório aberto, demonstração investigativa, textos históricos, problemas e questões abertas, além de recursos tecnológicos (Carvalho et al., 2010).

Para melhorar a compreensão da abordagem do ensino por investigação, a próxima subseção se concentrará em uma análise detalhada das SEIs.

2.1.1 As sequências de ensino investigativas

As Sequências de Ensino Investigativas (SEIs) têm como objetivo estabelecer uma sequência de atividades planejadas a partir de um problema identificado em sala de aula, que esteja relacionado ao cotidiano escolar ou pessoal dos Estudantes. Dessa forma, espera-se que cada estudante seja atendido de acordo com suas necessidades e especificidades.

Conforme afirmado por Carvalho (2018), uma SEI deve ser cuidadosamente elaborada para proporcionar aos estudantes as condições necessárias para mobilizar seus conhecimentos prévios e iniciar novas aprendizagens. Essa abordagem favorece a discussão entre os estudantes e o professor, permitindo uma melhor compreensão dos fenômenos naturais que os cercam. Além disso, promove um diálogo enriquecedor sobre os conceitos transmitidos ao longo das gerações, buscando assim construir um conhecimento científico significativo e duradouro.

O ensino de Física deve ser conduzido de forma investigativa, considerando as diversas personalidades presentes em sala de aula, como destaca Carvalho (2018). Esse ambiente não é constituído apenas por cientistas em potencial ou futuros especialistas; cada estudante possui suas próprias inclinações, e muitos podem se identificar mais com outras disciplinas, como História, por exemplo. No entanto, é fundamental proporcionar a todos os estudantes a capacidade de compreender a natureza ao seu redor, capacitando-os a analisar e interpretar os fenômenos que observam em seu cotidiano. Por exemplo, mais do que saber como adquirir um eletrodoméstico, o estudante deve entender que a escolha entre 110 V e 220 V em uma geladeira não está diretamente relacionada ao consumo energético, promovendo uma leitura crítica e fundamentada das questões práticas do dia a dia. Para a autora:

Podemos ensinar (conduzir/mediar) os alunos no processo (simplificado) do trabalho científico para que possam gradativamente ir ampliando sua cultura científica, adquirindo, aula a aula, a linguagem científica [...] (Carvalho, 2018, p. 9.)

A Sequência de Ensino Investigativa (SEI) deve ser planejada para que o professor atue como mediador, deixando de ocupar o papel de único detentor do conhecimento e passando a orientar uma investigação conduzida pelos próprios estudantes. Para apoiar essa construção, Carvalho (2018) estabelece diretrizes essenciais e aponta que uma SEI deve incorporar atividades-chave. Em geral, a SEI inicia-se com a apresentação de um problema, que pode ser experimental ou teórico, seguida por uma atividade de sistematização do conhecimento construído, frequentemente acompanhada de um texto explicativo ou de apoio. Ao final, o professor deve conduzir uma atividade que promova a aplicação e contextualização desse conhecimento no cotidiano dos estudantes, reforçando sua relevância e aplicabilidade.

A literatura oferece diversas perspectivas e estratégias para aplicar atividades que favoreçam a construção de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI). Entre as abordagens mais comuns estão as demonstrações investigativas, a experimentação, a leitura e interpretação de textos, e as simulações.

Explorar uma SEI pode representar um desafio para o professor, mas os resultados bem-sucedidos fortalecem as relações entre professor e estudante, estudante e professor, estudante e escola, bem como entre escola e família. Estar em um ambiente acolhedor, onde erros se transformam em oportunidades de aprendizado e o estudante é protagonista do processo, intensifica a relação entre o estudante e o desejo de aprender.

Um dos principais benefícios proporcionados por uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) é a possibilidade de o professor atuar como formador de conhecimento, promovendo a Alfabetização Científica (AC). Esse processo representa um ganho significativo, não apenas para o desenvolvimento intelectual e crítico do estudante, mas também para a sociedade como um todo, à medida que contribui para a formação de cidadãos mais informados e capazes de interpretar fenômenos científicos em seu cotidiano.

[...] explorar as relações existentes entre ciências/tecnologia/sociedade. Tendo esse objetivo, os autores propõem o ensino por investigação como “uma forma excelente de favorecer a Alfabetização Científica (Sasseron e Carvalho, 2011, p 72).

Assim, além de ampliar o entendimento sobre os fenômenos científicos, a AC desenvolvida pelo ensino por investigação contribui para a construção de uma visão crítica sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade. Por meio da SEI, os estudantes são encorajados a refletir sobre como os avanços científicos influenciam suas vidas e o meio em que estão inseridos. Esse processo estimula o pensamento crítico e a capacidade de avaliar as implicações éticas e sociais das inovações tecnológicas, proporcionando aos estudantes ferramentas para tomarem decisões mais fundamentadas e atuarem de maneira responsável como cidadãos.

2.2 A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

A AC pode ser abordada sob diversas perspectivas, apresentando grandes contribuições para o meio acadêmico e sendo interpretada de maneiras distintas por

diferentes estudiosos. Sua característica mais marcante é a natureza polissêmica, o que permite que o conceito abranja múltiplos significados em variados contextos e análises educacionais.

A definição e interpretação do termo “Alfabetização Científica” é amplamente discutida em literaturas nacionais, que exploram diferentes formas de traduzir e compreender o conceito. Sasseron e Carvalho (2011) apresentam contribuições importantes ao afirmar que:

Devido à pluralidade semântica, encontramos hoje em dia, na literatura nacional sobre ensino de Ciências, autores que utilizam a expressão “Letramento Científico” (Mamede e Zimmermann, 2007, Santos e Mortimer, 2001), pesquisadores que adotam o termo “Alfabetização Científica” (Brandi e Gurgel, 2002, Auler e Delizoicov, 2001, Lorenzetti e Delizoicov, 2001, Chassot, 2000) e também aqueles que usam a expressão “Enculturação Científica” (Carvalho e Tinoco, 2006, Mortimer e Machado, 1996) (Sasseron e Carvalho, 2011).

Além da pluralidade semântica, Sasseron e Carvalho (2011) ressaltam a necessidade de uma configuração de ensino que promova a formação cidadã do estudante. O domínio dos conhecimentos científicos, nesse contexto, contribui para o fortalecimento do pensamento crítico, político e da cidadania.

Nesta pesquisa o termo AC está alicerçado na ideia de alfabetização concebida por Paulo Freire:

[...] a alfabetização é mais que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler. É o domínio destas técnicas em termos conscientes. [...] Implica numa autoformação de que possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto (p. 111, 1980).

Nesse sentido, a AC deve promover o desenvolvimento da capacidade do indivíduo de organizar o pensamento de maneira lógica, bem como auxiliar na construção de uma consciência crítica em relação ao mundo que o cerca. Esse processo envolve não apenas a compreensão dos conceitos científicos, mas também a reflexão sobre como esses conceitos se relacionam com as questões sociais, éticas e ambientais contemporâneas.

Lemke (2006) enfatiza a relevância da educação científica no contexto dos jovens estudantes, defendendo que ela deve se esforçar para cultivar um novo respeito por esses aprendizes e empoderá-los. Isso se deve ao fato de que, frequentemente, os jovens são privados do pleno exercício da cidadania e, em algumas instituições educacionais, são considerados desprovidos até mesmo dos direitos civis mais fundamentais.

A autora argumenta que a educação científica deve adotar uma postura política e moral em relação a essas questões, enfatizando que não deve permanecer neutra quanto aos direitos e ao empoderamento dos jovens. Ao contrário, a educação científica deve tomar uma posição clara em defesa deles.

Por fim, Lemke (2006) adverte que, se a educação científica se abster de adotar essa postura, tanto os estudantes quanto a história poderão julgar seus responsáveis como negligentes e socialmente irresponsáveis em relação às necessidades e aos direitos dos jovens. Assim, ele ressalta a importância de que a educação científica se engaje ativamente na defesa dos direitos e do empoderamento dos jovens, reconhecendo que essa responsabilidade é tanto política quanto moral.

O desenvolvimento da AC adquire uma relevância significativa no âmbito acadêmico ao considerar a importância da interação entre a escola e a sociedade. Nesse contexto, é fundamental que as aulas sejam atrativas, promovendo o engajamento dos estudantes e estimulando sua participação ativa. Essa abordagem visa formar adultos críticos e conscientes, comprometidos com a sociedade e com a preservação do meio ambiente. Sasseron e Carvalho (2011) definem uma pessoa alfabetizada cientificamente como:

“[...] para uma pessoa ser considerada alfabetizada cientificamente deve ter conhecimento das relações entre Ciência e Sociedade; saber sobre a ética que monitora o cientista; conhecer a natureza da ciência; diferenciar Ciência de Tecnologia; possuir conhecimento sobre conceitos básicos das ciências; e, por fim, perceber e entender as relações entre as ciências e as humanidades.” (Sasseron e Carvalho, 2011, p. 62).

Assim, a AC não apenas enriquece o conhecimento dos estudantes, mas também os capacita a atuar de maneira responsável e informada em suas comunidades.

O avanço tecnológico trouxe melhorias consideráveis para a humanidade, possibilitando um acesso rápido e fácil à informação. Essa facilidade permitiu aos cientistas apresentarem seus trabalhos de maneira mais eficiente e com maior abrangência. Contudo, é essencial garantir um acesso crítico às informações disponíveis em meios eletrônicos e plataformas digitais, pois, embora o acesso à informação seja livre, a propagação de conteúdos nem sempre é acompanhada de rigor científico.

Um indivíduo alfabetizado cientificamente torna-se capaz de desenvolver suas pesquisas de forma cautelosa, uma vez que seu conhecimento de termos científicos e conceitos relevantes se expande. Segundo Sasseron e Carvalho (2011), essa ampliação do conhecimento ocorre porque a AC promove:

[...] o entendimento da natureza da ciência; a compreensão de termos e conceitos chave das ciências; e, o entendimento dos impactos das ciências e suas tecnologias (Sasseron e Carvalho, 2011, p.63).

Essa ampliação do arcabouço teórico e prático não apenas enriquece sua compreensão sobre fenômenos científicos, mas também o habilita a avaliar criticamente as informações que consome e produz.

A apresentação de textos ao estudante e a promoção do contato com a leitura e a escrita constituem importantes estratégias para fomentar a AC. A interação com textos científicos pode enriquecer a relação do estudante com o mundo científico, proporcionando um entendimento mais profundo dos conceitos abordados. Em um contexto em que vídeos curtos ganham destaque, reduzindo o potencial de atenção dos estudantes, é fundamental ressaltar a importância do prazer pela leitura, que deve ser incentivado em sala de aula. Nesse sentido, estabelece-se uma forte conexão entre os textos utilizados em uma SEI e os conceitos abordados na AC, contribuindo para um aprendizado mais significativo e contextualizado. Sasseron e Carvalho

[...] ressaltam a necessidade de leitura e escrita também nas aulas de Ciências, evocando a ideia de que um texto escrito traz consigo muitos dos elementos do “fazer científico (Sasseron e Carvalho, 2011, p.67).

Sasseron e Carvalho (2011) destacam que a sala de aula deve estar integrada às tecnologias e à sociedade, enfatizando a importância de contemplar o futuro enquanto se reconhecem os avanços já realizados. O ato de estudar não deve ser apenas um meio de aproximação com as ciências em geral; é fundamental compreender as relações intrínsecas entre as disciplinas científicas abordadas em sala de aula, a tecnologia presente em nosso cotidiano e a sociedade que nos cerca. Nesse contexto, o EI se revela como um excelente propulsor da AC ao

[...] explorar as relações existentes entre ciências/tecnologia/sociedade. Tendo esse objetivo, os autores propõem o ensino por investigação como “uma forma excelente de favorecer a Alfabetização Científica (Sasseron e Carvalho, 2011, p.72).

A avaliação da eficácia de nossos esforços na implementação de métodos de EI voltados para a AC é um desafio que frequentemente encontramos. Surge a questão: se o estudante responde corretamente às indagações propostas, podemos considerá-lo alfabetizado cientificamente? E se ele apresenta uma nova ideia para explicar o fenômeno observado ou começa a observar a natureza de forma crítica, também podemos classificá-lo como tal? Segundo Sasseron e Carvalho (2011), a avaliação de uma SEI com o objetivo de promover a AC deve ser um processo gradual, realizado durante a aplicação das atividades em sala de aula. Essa avaliação pode ser feita por meio das respostas apresentadas em questionários e pela postura do estudante durante as aulas.

Um estudante confiante, por exemplo, transmite essa segurança por meio de suas palavras e atitudes. Essa confiança só será evidenciada quando o estudante se sentir seguro em relação ao conteúdo que lhe foi apresentado, refletindo sua compreensão e domínio do conhecimento científico. Com relação a isso, Sasseron e Carvalho definem como essas atividades investigativas devem ser desenvolvidas, enfatizando a importância de um planejamento cuidadoso que promova a participação ativa dos estudantes.

É necessário, pois, a nosso ver, desenvolver atividades que, em sala de aula, permitam as argumentações entre os alunos e professor em diferentes momentos da investigação e do trabalho envolvido. Assim, as discussões devem propiciar que os alunos levantem hipóteses, construam argumentos para dar credibilidade a tais hipóteses, justifiquem suas afirmações e busquem reunir argumentos capazes de conferir consistência a uma explicação para o tema sobre o qual se investiga (Sasseron e Carvalho, 2011, p.73).

Portanto, o papel do professor é fundamental nesse processo, pois ele deve criar um ambiente que favoreça a expressão e a troca de ideias, permitindo que os estudantes se sintam à vontade para explorar suas próprias interpretações e questionamentos.

Em uma releitura das palavras de Sasseron e Carvalho (2011), podemos inferir que um estudante que responde corretamente a perguntas não necessariamente está adquirindo os benefícios de uma AC. As autoras afirmam que “a existência e o uso de aparatos tecnológicos pelas pessoas em geral não implicam necessariamente que tais equipamentos façam parte de sua cultura” (Sasseron e Carvalho, 2011, p. 74). Essa observação sugere que a mera habilidade de manusear equipamentos não se traduz em uma compreensão aprofundada dos contextos científicos e sociais.

Assim, há uma diferença significativa entre um estudante que responde corretamente às questões e utiliza equipamentos com destreza, e aquele que é capaz de reconhecer e analisar as interações entre ciência, política e sociedade. A verdadeira AC exige não apenas a aplicação técnica de conhecimentos, mas também uma reflexão crítica sobre como esses conhecimentos se inserem no mundo contemporâneo, promovendo um engajamento ativo com as questões sociais e éticas que permeiam a ciência.

3 A INTERVENÇÃO DIDÁTICA

A presente proposta de trabalho tem como objetivo promover o ensino de Óptica Geométrica, utilizando os defeitos da visão e as lentes corretivas como fontes motivadoras. Para isso, a construção da proposta foi estruturada com base nas orientações de Sasseron e Machado (2017). A ênfase do conteúdo recaiu sobre a problematização dos problemas visuais e suas correções por meio de lentes, temas que foram cruciais para a evolução da humanidade, mas que, muitas vezes, são pouco abordados nos livros didáticos, os quais tendem a priorizar critérios técnico-científicos em detrimento de uma abordagem mais contextualizada.

Com esse propósito, o produto pedagógico foi organizado em sete encontros, conforme descrito no Quadro 3. Essa estrutura tem o intuito de não apenas transmitir o conteúdo conceitual, mas também fomentar uma reflexão crítica sobre a relevância social e histórica dos avanços relacionados às lentes corretivas, permitindo que os estudantes compreendam a ciência por trás dessas inovações e sua aplicação direta em suas vidas cotidianas.

Quadro 3 - Resumo das atividades da Sequência de Ensino Investigativa sobre óptica geométrica e defeitos da visão.

ATIVIDADE	TEMPO DE AULA (MIN)	FORMATO DA ATIVIDADE	QUESTÃO PROBLEMA	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	DINÂMICA E RECURSOS
1	50	Demonstração investigativa	Quais alterações vocês acreditam que ocorrerão nas imagens formadas pelos olhos humanos, considerando que suas estruturas sejam semelhantes às das réplicas apresentadas?	Discutir os defeitos da visão por meio de um aparato experimental	Apresentar réplica do olho humano normal, explicitando suas partes (globo ocular, cristalino, retina, etc) e discutir a formação das imagens.
2	50	Demonstração investigativa	Se iluminarmos a máscara, qual imagem será formada na parede?	Entender a propagação retilínea da luz	Apresentar máscaras de E.V.A (círculo, quadrado, triângulo, cruz e estrela).
3	50	Atividade experimental Experimento de refração com copo d'água e moeda	O que vocês veem dentro da caneca?	Apresentar a lei de Snell com um experimento.	Realizar experimento com uma caneca de louça, uma moeda e água.

4	50	Simulação computacional demonstrando o desvio sofrido pela luz ao mudar de meio	Como a luz se comporta ao mudar de meio?	Entender a lei de Snell por meio de simulação	Realizar a simulação da refração da luz utilizando o simulador PhET Colorado.
5	50	Demonstração investigativa Sistematização do conhecimento	Qual é a principal diferença nos raios luminosos ao atravessarem lentes de bordas grossas e lentes de bordas finas?	Apresentar as propriedades da formação de imagens das lentes convergentes e divergentes	Apresentar um aparato experimental construído para simular a passagem de raios luminosos através de uma lente.
6	50	Questões abertas	Qual lente uma pessoa míope ou hipermetrópe deve usar?	Entender como ocorre a correção dos problemas da visão utilizando lentes corretivas; Compreender a diferença entre miopia e hipermetropia.	Demonstrar a correção dos defeitos da visão por meio do uso de aparatos que imitam o olho humano, juntamente com lentes convergentes e divergentes.
7	50	Demonstração experimental	Como calcular o grau de óculos?	Estimar o grau de uma lente.	Realizar um experimento utilizando vela artificial, óculos, lupa, folha de papel A4 e régua para investigar fenômenos ópticos.

Fonte: Autora (2024).

De modo geral, o esquema apresentado ilustra a sequência programática da estratégia didática implementada, que foi organizada conforme a abordagem do Ensino por Investigação. As atividades propostas foram numeradas no Quadro 3 para facilitar o delineamento dos objetivos específicos de cada etapa da SEI. Cabe ressaltar a importância de o professor criar um ambiente de aprendizagem que estimule a participação ativa dos estudantes, incentivando-os a discutir e formular hipóteses sem receio de errar, o que é fundamental para o desenvolvimento de uma postura investigativa e crítica.

Essa Sequência de Ensino Investigativo pode ser aplicada em diferentes contextos escolares. No entanto, é essencial que seja adaptada à realidade de cada professor e ao perfil de sua turma, garantindo que os conteúdos e métodos estejam alinhados às necessidades e particularidades do grupo, sem comprometer os objetivos educacionais propostos.

3.1 A SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA

Nesta seção, apresentam-se as diretrizes essenciais para a condução eficaz e envolvente das aulas sobre óptica geométrica e defeitos da visão. Ao adotar essa abordagem, torna-se indispensável o uso de práticas pedagógicas que promovam o protagonismo dos estudantes, incentivando sua participação ativa no processo de construção do conhecimento. A seguir, são discutidas orientações que visam aprimorar o processo de ensino-aprendizagem, tornando-o mais dinâmico, interativo e alinhado com as necessidades e interesses dos estudantes, fomentando, assim, uma experiência educacional mais significativa.

1. **Introdução e contexto:** Inicie a aula com uma introdução clara e bem contextualizada, destacando a importância e relevância dos temas abordados. Explique de forma acessível como a óptica geométrica se aplica ao cotidiano e a maneira pela qual os defeitos da visão influenciam nossa percepção visual.
2. **Estimular a curiosidade:** Incentive a curiosidade dos estudantes, despertando seu interesse pelo tema. Faça perguntas instigantes, apresente exemplos práticos e conecte os conceitos a situações reais, de forma a motivá-los na busca por respostas e na resolução de problemas.
3. **Participação ativa dos estudantes:** Promova a participação ativa ao longo da aula. Estimule discussões em grupo, valorize a formulação de perguntas e a troca de ideias, acolhendo diferentes pontos de vista. Crie um ambiente acolhedor que incentive os estudantes a se expressarem sem receio, tornando o processo mais dinâmico e colaborativo.
4. **Trabalho colaborativo:** Incentive o trabalho em grupo, permitindo que os estudantes compartilhem seus conhecimentos e colaborem entre si. Organize atividades que promovam a cooperação e o intercâmbio de informações, reforçando o aprendizado por meio da troca de experiências entre os estudantes.
5. **Reflexão e síntese:** Reserve momentos específicos para a reflexão e síntese dos conteúdos discutidos. Estimule os estudantes a relacionarem os novos conhecimentos com suas vivências anteriores e conhecimentos prévios.

Proporcione oportunidades para que eles sintetizem as informações, identifiquem padrões e estabeleçam conexões significativas.

6. Feedback e avaliação formativa: Ofereça retorno contínuo, destacando os avanços e sugerindo melhorias. Utilize a avaliação formativa como ferramenta para identificar possíveis lacunas no aprendizado, ajustando as estratégias de ensino para que todos os estudantes possam progredir e alcançar os objetivos estabelecidos.
7. Encerramento significativo: Conclua a aula reforçando os principais conceitos discutidos, estabelecendo relações com os conteúdos que serão explorados futuramente. Realize uma síntese final que promova a reflexão coletiva e permita que os estudantes compartilhem suas percepções sobre o aprendizado obtido.

Essas orientações devem ser adaptadas de acordo com as necessidades e características específicas de cada turma. O objetivo principal é despertar o interesse dos estudantes, promover sua participação ativa e desenvolver habilidades científicas.

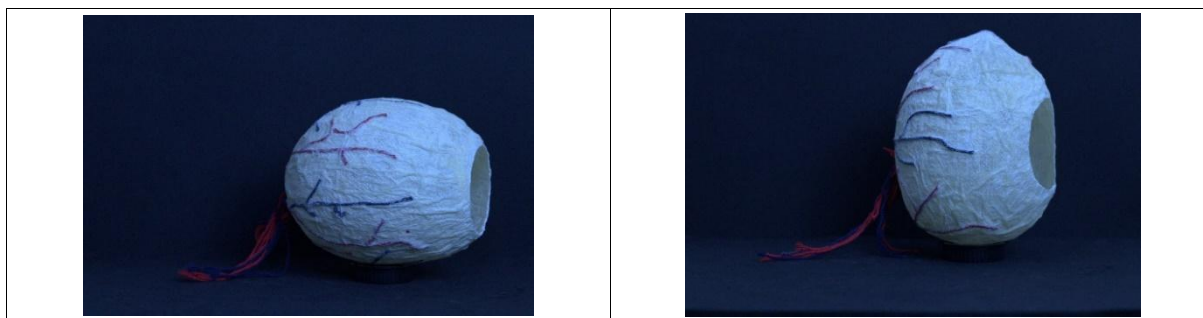
Além disso, é fundamental esclarecer à turma que será adotada uma abordagem de ensino diferenciada para o estudo da óptica geométrica e dos defeitos da visão, por meio da estratégia do Ensino por Investigação. Essa metodologia visa promover o protagonismo dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem, estimulando sua curiosidade e engajamento. Ao adotar essa abordagem, espera-se que os estudantes se tornem protagonistas de sua própria aprendizagem, formulando perguntas, desenvolvendo investigações e refletindo criticamente sobre os conceitos abordados. Essa dinâmica não apenas enriquece o aprendizado, mas também favorece a construção de um conhecimento mais significativo e duradouro.

3.1.1 Atividade 1 - Como as imagens são formadas no olho humano

Nesta aula, foram apresentadas aos estudantes réplicas do olho humano, permitindo que eles observassem e relatassem as principais diferenças entre as réplicas, que representavam estruturas como o globo ocular, a retina e o nervo óptico. O objetivo dessa atividade foi discutir o processo de formação de imagens, utilizando como

recurso tecnológico uma réplica do olho humano (Figura 1). Para realizar essa atividade, o professor deve construir as réplicas do olho humano, conforme ilustrado na Figura 1.

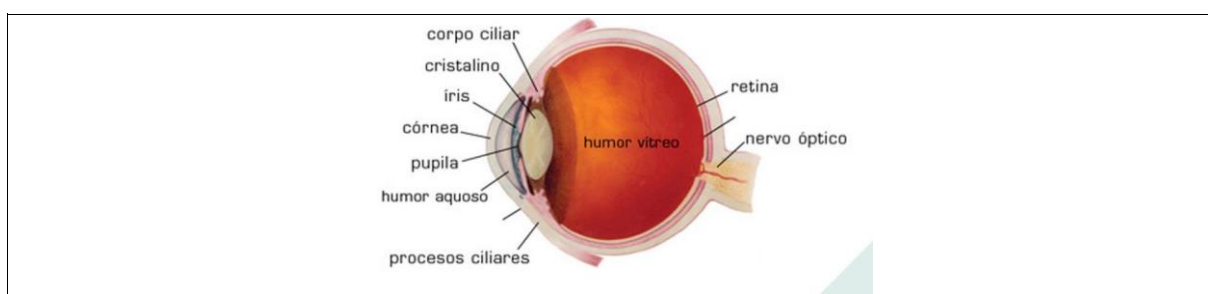
Figura 1 - Réplicas de olhos humanos, representando miopia e hipermetropia, para entender os defeitos da visão e a formação de imagens no olho humano.



Fonte: Autora (2024).

Para construir as réplicas do globo ocular, utilize uma estrutura elaborada com guardanapos e cola, conforme demonstrado no Apêndice I. Recomenda-se que a retina seja modelada com massa de modelar, o nervo óptico representado por barbantes, o cristalino utilizado uma lente de lupa e o humor vítreo simbolizado pelo próprio ar.

Figura 2 - Estrutura do olho humano e suas principais partes.



Fonte: Portal da visão (2024).

Inicie a aula apresentando uma réplica do olho humano em sua forma normal, destacando e explicando as principais partes que o compõem. Entre essas estruturas, é essencial mencionar o globo ocular, o cristalino, a retina, o nervo óptico, a córnea e o humor vítreo, detalhando suas funções no processo de percepção visual (Figura 2). Essa introdução proporcionará aos estudantes uma

compreensão inicial sobre a anatomia ocular, facilitando o entendimento posterior dos defeitos de visão e dos mecanismos de correção por meio de lentes.

Em seguida, apresente duas réplicas adicionais que ilustrem o olho humano com defeitos de visão: uma com miopia e outra com hipermetropia. Solicite aos estudantes que realizem uma observação minuciosa dessas réplicas e, após essa etapa, inicie o roteiro de perguntas sugerido abaixo. Essa atividade proporciona uma compreensão prática dos defeitos visuais, permitindo que os estudantes relacionem a teoria à prática de forma mais significativa.

NOME DA ESCOLA		
Professor (a): NOME DO (A) PROFESSOR (A)		
Turma:	Data: ____/____/____	Turno:
Alunos:		
ATIVIDADE 1: COMO AS IMAGENS SÃO FORMADAS NO OLHO HUMANO. Caro aluno, nesta aula, temos à nossa disposição réplicas do olho humano. Observe-as atentamente, pois faremos uma demonstração investigativa em busca de criar hipóteses sobre os possíveis defeitos de visão. 1. Compare as três réplicas do olho humano e relate suas observações. Caso necessário, utilize desenhos para ilustrar sua resposta. 2. Como você imagina que as imagens são formadas em olhos humanos semelhantes às réplicas apresentadas? Se necessário, utilize desenhos para ilustrar sua resposta.		

Neste encontro, deu-se início ao contato entre os estudantes e o conteúdo abordado nesta Sequência de Ensino Investigativo (SEI). As aulas foram programadas para

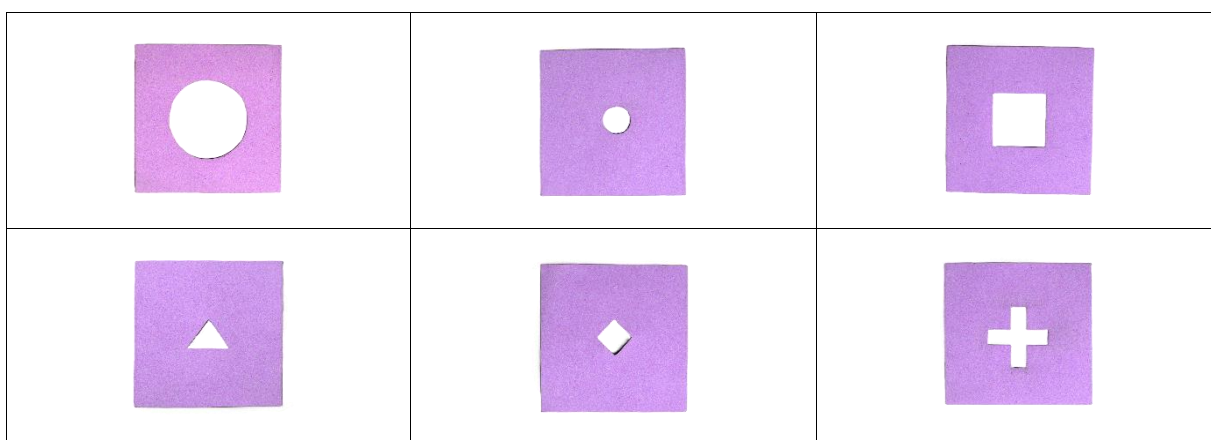
uma duração de 50 minutos. Recomenda-se que os resultados obtidos no roteiro sejam devidamente armazenados e, ao final da aplicação da SEI, revisados para compor a análise final.

A partir deste encontro, espera-se que os estudantes iniciem seu processo de Alfabetização Científica (AC), o que se alinha ao primeiro eixo estruturante descrito por Sasseron e Machado (2017). Nesse sentido, é fundamental estruturar uma aula ou uma sequência de aulas que valorizem a exposição e a análise de termos básicos, permitindo que, posteriormente, os estudantes possam aprofundar-se em conceitos mais específicos. Essa abordagem não apenas enriquece a compreensão dos temas tratados, mas também promove o desenvolvimento de habilidades críticas e analíticas, essenciais para a formação de um pensamento científico.

3.1.2 Atividade 2 - Formação de imagens por meio de máscaras

Este encontro tem como objetivo principal proporcionar uma introdução detalhada à propagação retilínea da luz, destacando sua relevância no cotidiano dos estudantes. Além disso, busca-se promover uma reflexão crítica sobre a aplicação prática desse princípio em diversas situações do dia a dia, incentivando a participação ativa dos estudantes tanto nas discussões quanto no processo de aprendizagem.

Figura 3 - Máscaras usadas para analisar a propagação retilínea da luz.



Fonte: Autor (2024)

Para iniciar a aula de forma prática, sugere-se a confecção de máscaras com recortes de diferentes figuras geométricas. Recomenda-se a utilização de material

de Etileno Acetato de Vinila (E.V.A.) para a elaboração dessas máscaras, que deverão conter as seguintes formas: círculo, quadrado, triângulo, cruz e estrela, conforme ilustrado na Figura 2. Essas máscaras serão utilizadas para demonstrar os conceitos de luz e sombra, permitindo aos estudantes observarem, por meio de experimentação, como a luz interage ao atravessar diferentes aberturas geométricas, facilitando a compreensão do comportamento da luz em relação a obstáculos de variados formatos.

Com o objetivo de otimizar a coleta de dados e promover uma participação mais sistemática dos estudantes, recomenda-se a distribuição de um roteiro previamente estruturado. Nele, os estudantes poderão registrar suas observações e respostas de maneira organizada e clara, conforme o modelo ilustrado a seguir.

NOME DA ESCOLA		
Professora: NOME DO (A) PROFESSOR (A)		
Turma:	Data: ____/____/____	Turno:
Alunos:		
ATIVIDADE 2: FORMAÇÃO DE IMAGENS POR MEIO DE MÁSCARAS.		
Caro aluno, nesta aula, temos à nossa disposição máscaras feitas de pedaços de Etileno Acetato de Vinila (EVA), com um recorte no centro. Observe-as atentamente, pois faremos uma demonstração investigativa para criar hipóteses sobre sombras.		
1. Se iluminarmos a máscara, que imagem será formada na parede? Caso necessário, faça desenhos e esquemas para ilustrar sua resposta.		
2. Agora, após assistir à demonstração, suas hipóteses foram confirmadas ou não? Descreva as diferenças que você observou entre sua hipótese e o que foi apresentado. Formule hipóteses para explicar o fenômeno observado.		

Com o material didático preparado, a próxima etapa consiste na realização da atividade prática. Inicie apresentando as máscaras geométricas aos estudantes e proponha a seguinte pergunta: “Se iluminarmos a máscara com uma lanterna, qual imagem será formada na parede?” Ofereça um tempo adequado para que os estudantes elaborem suas hipóteses, registrando suas considerações no roteiro previamente distribuído. Após a elaboração das hipóteses, realize uma demonstração investigativa, utilizando a lanterna para iluminar as máscaras e projetar as imagens correspondentes.

Em seguida, permita que os estudantes revisem as hipóteses formuladas e, com base na observação dos resultados, solicite que reescrevam suas hipóteses, indicando se foram ou não confirmadas. Tal abordagem, assim como no encontro anterior, visa fortalecer o processo de construção do conhecimento científico. A dinâmica da atividade também introduz novos termos e conceitos, incentivando os estudantes a observarem o comportamento da natureza e a desenvolver uma compreensão mais ampla dos fenômenos, em consonância com os eixos estruturantes 1 e 2 propostos por Sasseron e Carvalho (2011).

3.1.3 Atividade 3 - A magia da refração: descobrindo por que a moeda desaparece e reaparece na caneca com água

Este encontro tem como principal objetivo proporcionar aos estudantes uma compreensão detalhada do fenômeno da refração da luz, que ocorre quando a luz se propaga de um meio para outro com diferentes índices de refração. A refração é um conceito fundamental na óptica e sua compreensão é essencial para a análise de fenômenos ópticos em contextos cotidianos e em diversas aplicações tecnológicas.

Para atingir esse objetivo, recomenda-se que o encontro seja conduzido por meio de uma prática experimental, que favorece uma abordagem mais dinâmica e participativa. Durante essa prática, os estudantes terão a oportunidade de explorar os diversos aspectos dos conceitos envolvidos em cada etapa do experimento.

Como suporte, sugere-se a utilização do roteiro apresentado a seguir, que servirá como guia para orientar a coleta de dados e o registro das observações feitas durante a atividade experimental.

NOME DA ESCOLA		
Professora: NOME DO (A) PROFESSOR (A)		
Turma:	Data: ____/____/____	Turno:
Alunos:		
ATIVIDADE 3: A MAGIA DA REFRAÇÃO: DESCOBRINDO POR QUE A MOEDA DESAPARECE E REAPARECE NA CANECA COM ÁGUA		
Caro aluno, nesta aula temos à nossa disposição uma caneca, água e uma moeda. Observe atentamente a caneca que está sobre a mesa da professora. Levante-se, veja o que há dentro da caneca e volte a se sentar. Em seguida, observe atentamente enquanto a professora acrescenta água à caneca e formule hipóteses para explicar o fenômeno observado.		
1. Do seu assento, o que você é capaz de enxergar em relação à configuração da caneca, água e moeda? O que você imagina que acontecerá se a professora acrescentar água dentro da caneca?		
2. Que explicação você daria para o que acabou de observar na experimentação realizada pela professora? Formule hipóteses para explicar o fenômeno físico observado.		

Ao iniciar a aula, deve-se posicionar uma caneca vazia sobre a mesa e colocar uma moeda dentro dela. O professor deve estimular a participação dos estudantes, questionando o que eles observam na mesa e incentivando-os a analisarem a situação de forma crítica. Em seguida, os estudantes devem ser orientados a registrarem suas observações no roteiro fornecido, o que promoverá uma reflexão inicial sobre o experimento.

Após alguns minutos de observação, o professor deve adicionar água lentamente à caneca e pedir aos estudantes que acompanhem atentamente o processo. Nesse momento, deve-se repetir a pergunta: “O que vocês observam agora?”. A participação ativa de todos deve ser incentivada, e os estudantes devem ser orientados a revisarem suas hipóteses, registrando no roteiro as novas observações e conclusões. Com o tempo, espera-se que os estudantes percebam o fenômeno da refração da luz, observando a moeda “aparecer” dentro da caneca. Ao final, uma explicação detalhada sobre a refração da luz ao passar de um meio para outro deve ser apresentada, destacando como o meio influencia o processo.

Essa experiência permite que o estudante, ao observar o comportamento da luz, avance no processo de AC. Neste ponto, destaca-se o segundo eixo estruturante proposto por Sasseron e Carvalho (2011), que enfatiza a importância da análise crítica e da reflexão no processo de aprendizagem. Essa abordagem pode transformar a maneira como o estudante lida com novos conhecimentos, incentivando-o a adotar uma postura reflexiva e analítica diante de novos contextos, aplicando o pensamento crítico antes de tomar decisões.

3.1.4 Atividade 4 – Comportamento da luz e a refração em diferentes meios: Explorando as mudanças na trajetória luminosa

Nesta etapa, os estudantes serão introduzidos à simulação computacional intitulada “Desvio da Luz”, disponível na plataforma PhET Colorado (https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/bending-light), com o objetivo de aprofundar os conhecimentos trabalhados no encontro anterior.

A atividade oferece instruções detalhadas para o uso adequado da simulação, permitindo que os estudantes explorem a relação entre ângulo de refração e índice de refração. Durante a atividade, os estudantes serão estimulados a formular e testar hipóteses, promovendo um ambiente de investigação ativa. Para auxiliar no desenvolvimento dessa tarefa, sugere-se a utilização do roteiro apresentado a seguir.

NOME DA ESCOLA		
Professor (a): NOME DO (A) PROFESSOR (A)		
Turma:	Data: ____/____/____	Turno:
Alunos:		

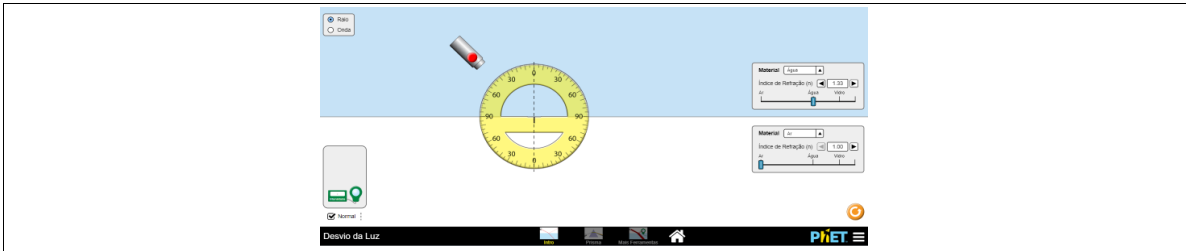
ATIVIDADE 4 – COMPORTAMENTO DA LUZ E A REFRAÇÃO EM DIFERENTES MEIOS: EXPLORANDO AS MUDANÇAS NA TRAJETÓRIA LUMINOSA.

Caro aluno, nesta aula teremos contato com uma simulação computacional da plataforma PhET Colorado. Nela, apreciaremos o comportamento da luz de um laser ao atravessar a interface entre dois meios. É importante que você preste atenção nas interações que a professora fará com o simulador, bem como nas perguntas que ela apresentará durante a aula.

1. Observe que a simulação nos mostra um laser e dois meios: o ar e a água. Ao acionar a luz do laser, como você imagina que o raio de luz formado se propagará?

2. Se trocarmos o meio água pelo meio ar, ou seja, utilizando dois meios iguais, o que irá acontecer com o feixe de luz ao passar pelo normal?

Observe a simulação abaixo, deixando a simulação conforme a imagem apresentada:



Fonte: PhetColorado (2024)

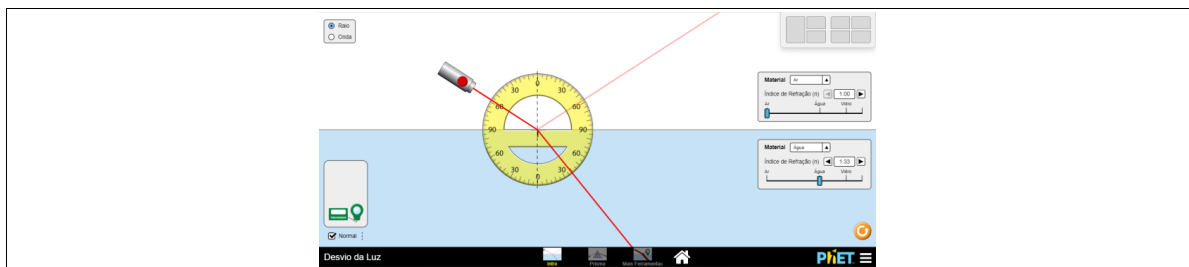
3. Se acionarmos o laser, o que você imagina que acontecerá com o raio de luz ao incidir na normal?

4. Observe atentamente a professora interagindo com o simulador computacional. Agora escreva se sua hipótese inicial se confirmou ou não. Utilize desenhos se for necessário.

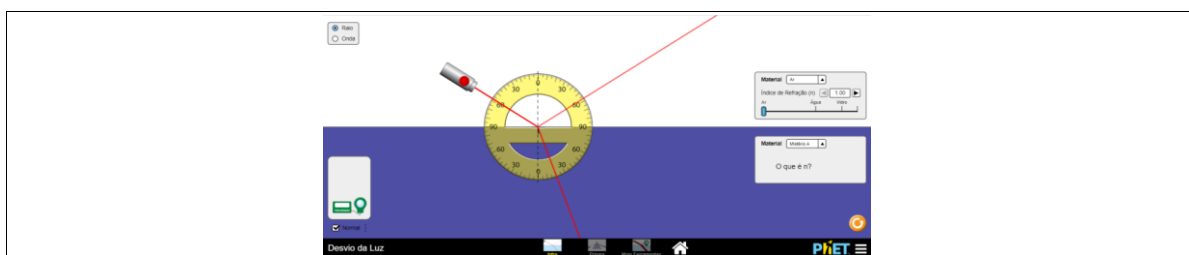
5. Se movermos o laser de forma que ele se aproxime da normal, o que você imagina que ocorrerá com o raio de luz que atravessa a normal?

6. Observe a professora realizar o efeito mencionado acima. Suas hipóteses foram confirmadas? Utilize desenhos se for necessário.

Observe as imagens abaixo:



Fonte: PhetColorado (2024)



Fonte: PhetColorado (2024)

7. Observe que há uma diferença entre as marcações delimitadas nos transferidores acima. Que explicação você daria para o fato de um raio ser mais encurvado ao atravessar um material do que em outro?

Assim, essa atividade proporciona aos estudantes a oportunidade de conhecerem novas ferramentas de estudo, como a plataforma PhET Colorado, que oferece simulações interativas voltadas para a exploração de conceitos das Ciências da Natureza e da Matemática. A aula está programada para ter uma duração de 50 minutos. Caso haja tempo disponível, recomenda-se incentivar os estudantes a explorarem a plataforma durante o restante do tempo da aula.

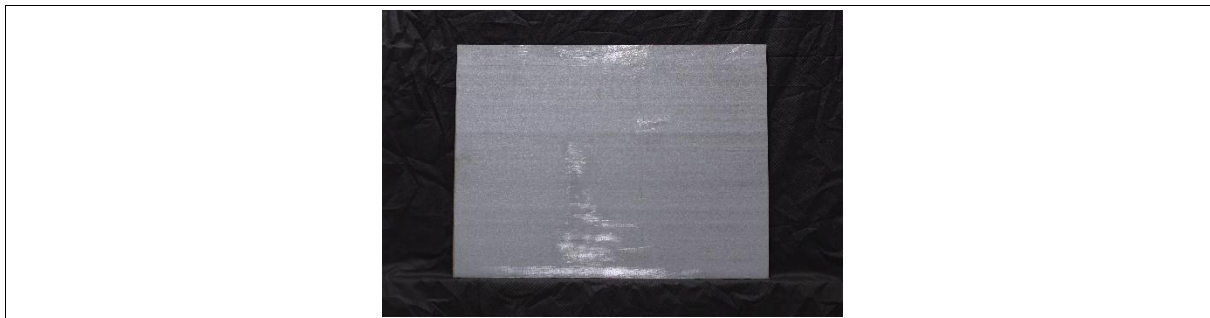
Essa experiência permite que os estudantes avancem em seu processo de alfabetização científica (AC) ao observarem o comportamento da luz ao atravessar uma interface de separação entre dois meios diferentes. Nesse contexto, destacam-se o primeiro eixo estruturante, que se refere à compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais, e o segundo eixo, que aborda a compreensão da natureza das ciências, incluindo os fatores éticos e políticos que permeiam sua prática, conforme proposto por Sasseron e Carvalho (2011).

3.1.5 Atividade 5 – O comportamento da luz ao atravessar uma lente

O presente encontro tem como objetivo principal discutir o comportamento da luz ao atravessar uma lente e a produção de imagens. Para alcançar esse objetivo, sugere-se que a aula seja conduzida por meio de uma demonstração experimental, que propicie uma abordagem mais dinâmica e participativa, permitindo aos estudantes uma imersão no tema abordado.

Durante esta aula prática, os estudantes terão a oportunidade de trabalhar com laser e lentes, explorando diretamente os conceitos discutidos. Para facilitar a visualização dos fenômenos observados, será montado um quadro metalizado, conforme ilustrado na Figura 4. Essa configuração não apenas enriquecerá a experiência de aprendizagem, mas também permitirá que os estudantes compreendam de forma mais efetiva as interações entre a luz e as lentes, contribuindo para o seu desenvolvimento na alfabetização científica.

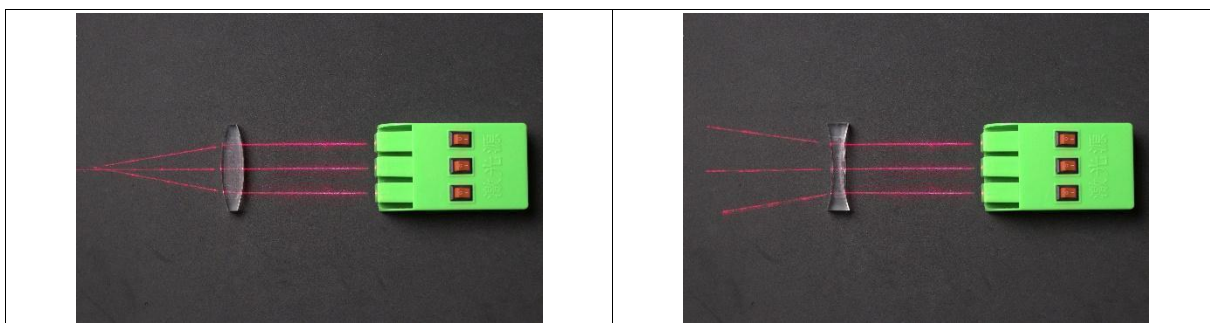
Figura 4 - Painel metálico experimental para estudo do comportamento da luz ao atravessar uma lente. O laser e as lentes são afixados neste painel para investigação e análise dos fenômenos ópticos.



Fonte: Autora (2024).

Inicialmente, as lentes são apresentadas aos estudantes, que deverão observar as diferenças entre elas (ver Figura 5). É esperado que os estudantes notem que uma das lentes possui bordas grossas, enquanto a outra apresenta bordas finas. Solicita-se que anotem suas observações no roteiro, cujo modelo será disponibilizado posteriormente.

Figura 5 - Raios luminosos paralelos sendo desviados ao passar por lentes convergente e divergente



Fonte: Autora (2024).

No quadro metalizado, será realizada uma sistematização utilizando o laser e a lente de borda grossa. O laser será direcionado de maneira que os estudantes possam observar o fenômeno decorrente da interação entre a luz e a lente. Neste momento, o professor deve solicitar que os estudantes anotem suas observações no roteiro. Em seguida, a lente de bordas finas será novamente apresentada. O professor proporá a seguinte questão: “O que vocês acham que acontecerá quando eu

substituir a lente de borda grossa pela lente de bordas finas no experimento realizado?” O docente, então, fornecerá um tempo para que os estudantes reflitam e registrem suas considerações no roteiro. Posteriormente, procederá à experimentação com a lente de bordas finas, direcionando a atenção dos estudantes para a atividade e solicitando que anotem novamente suas observações, indicando se suas hipóteses iniciais foram confirmadas ou refutadas.

NOME DA ESCOLA		
Professor (a): NOME DO (A) PROFESSOR (A)		
Turma:	Data: ____/____/____	Turno: Matutino
Alunos:		

ATIVIDADE 5: O COMPORTAMENTO DA LUZ AO ATRAVESSAR UMALENTE

Caro aluno, nesta aula teremos à nossa disposição um aparato experimental que nos permitirá observar o desvio da luz ao atravessar lentes delgadas. Observe que uma lente possui as bordas grossas e a outra possui as bordas finas. Analise o quadro apresentado pela professora e identifique seus componentes.

1. Você é capaz de notar diferenças entre estas 2 lentes? Se sim, quais são? Utilize de desenhos para te auxiliar na explicação.

2. Observe a demonstração do comportamento de um raio de luz ao atravessar uma lente de bordas grossas. Anote suas observações. Caso julgue necessário, utilize desenhos para ilustrar sua resposta.

3. O que você imagina que acontecerá com o raio de luz ao atravessar a lente de bordas finas?

Após a realização da experimentação, vamos revisar nossas hipóteses!

4. O que ocorreu quando o raio de luz atravessou a lente de bordas finas?

Neste encontro, os estudantes serão conduzidos a construir conhecimento de acordo com o segundo eixo estruturante proposto por Sasseron e Carvalho (2011). É fundamental que a aprendizagem ocorra de maneira a evidenciar os processos de produção científica, permitindo que os estudantes compreendam a importância de confiar na ciência como um caminho seguro e confiável para a construção do saber. Essa abordagem não apenas favorece a aquisição de conhecimentos, mas também estimula a reflexão crítica sobre a natureza dos processos científicos, promovendo uma formação mais sólida e contextualizada no âmbito das Ciências da Natureza.

3.1.6 Atividade 6 - A formação de imagens no olho humano

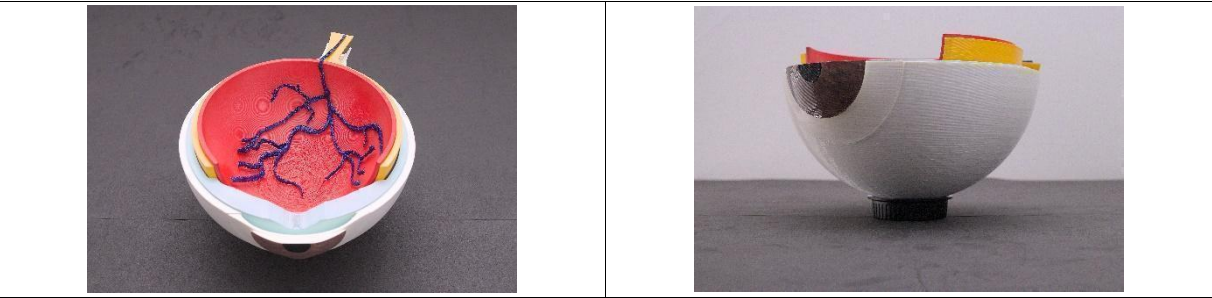
Esta atividade tem como objetivo compreender o processo de correção dos problemas de visão por meio do uso de lentes corretivas, bem como analisar as diferenças na anatomia do olho humano associadas a condições visuais como miopia, hipermetropia e astigmatismo.

A compreensão e o desenvolvimento desta aula exigem que os estudantes mobilizem conhecimentos adquiridos nas seis aulas anteriores. Assim, a aula se inicia com uma revisão dos conteúdos abordados previamente, permitindo que os estudantes contextualizem o novo material à luz dos conceitos anteriores.

Em seguida, são empregadas questões abertas com o intuito de permitir que os estudantes compreendam o mecanismo de correção dos problemas de visão por meio de lentes corretivas e discernam as diferenças entre miopia e hipermetropia. Essa abordagem visa fomentar uma análise crítica sobre o uso de óculos.

Para facilitar a compreensão da fisiologia ocular, foi preparada uma réplica em impressão 3D, conforme ilustrado na Figura 6. Esta réplica foi apresentada pela professora por meio de imagens projetadas na televisão, acompanhadas de explicações detalhadas e da nomenclatura das camadas principais do olho.

Figura 6 - Réplica da fisiologia do olho humano em uma impressão 3D, representação em camadas.



Fonte: Autora (2024).

Na sequência, a professora utiliza a réplica impressa em 3D do olho humano, desmontando-a camada por camada e solicitando aos estudantes que identifiquem cada parte com base na imagem exibida na televisão. Durante essa atividade, a professora propõe a seguinte questão-problema: “Você consegue apontar onde a imagem será formada nesta réplica?”. Em seguida, permite que os estudantes apresentem suas respostas oralmente, enquanto distribui o roteiro impresso para a continuidade da atividade. Essa estratégia de ensino visa estimular a participação ativa dos estudantes e aprofundar sua compreensão sobre a anatomia ocular e a correção de problemas de visão.

NOME DA ESCOLA		
Professora: NOME DO (A) PROFESSOR (A)		
Turma:	Data: ____/____/____	Turno:
Alunos:		
ATIVIDADE 6: EXPLORANDO A FORMAÇÃO DE IMAGENS NO OLHO HUMANO		
Caro aluno, nesta aula revisitaremos a réplica do olho humano que você viu na aula anterior e as lentes convergentes e divergentes que estudamos anteriormente. Lembre-se das hipóteses que você formulou nessas aulas e responda às perguntas da professora.		
1. Prezado aluno, à sua frente você pode observar uma réplica de um olho que está mais alongada do que o normal. Você consegue identificar onde a imagem é formada? Utilize desenhos e esquemas para responder. Levando em consideração a aula sobre lentes, qual delas você		

utilizaria para corrigir a distorção na imagem?

2. Uma pessoa que possui dificuldade para enxergar de longe, ou seja, uma pessoa míope, deverá utilizar qual tipo de lente? Escreva sua resposta com o máximo de detalhes.

3. Uma pessoa que possui dificuldade para enxergar de perto, ou seja, uma pessoa hipermetrope, deverá utilizar qual tipo de lente? Escreva sua resposta com o máximo de detalhes.

4. E agora, após a realização da experimentação? Suas hipóteses se confirmaram ou não?

No primeiro momento, o educando deve realizar uma análise visual, observando as diferenças entre as réplicas. É esperado que ele consiga recordar que essa observação foi realizada anteriormente, onde um olho apresentava um formato mais ovalado e o outro, um formato mais arredondado. Dessa forma, introduza um novo questionamento: “Onde a imagem é formada?”

Monitore a experimentação dos educandos e auxilie-os a compreender que, em um olho ovalado, a formação da imagem não ocorrerá na retina. Leve-os a estabelecer uma conexão com o Atividade 5, no qual foram apresentados ao comportamento das lentes de bordas grossas e das lentes de borda fina.

Ao finalizar este encontro, espera-se que o estudante seja capaz de analisar a diferença entre os óculos utilizados para corrigir diferentes tipos de defeitos de visão. Ele deve compreender que cada tipo de defeito apresenta características próprias, as quais devem ser consideradas de acordo com as leis da natureza. É fundamental ressaltar que os efeitos da luz sobre uma lente não serão os mesmos se a lente apresentar uma curvatura diferente. Assim, evidencia-se um contato importante com o terceiro eixo estruturante descrito por Sasseron e Carvalho (2011), que inter-relaciona ciência, sociedade e tecnologia. Essa compreensão permitirá ao educando não apenas entender melhor as correções visuais, mas também reconhecer a importância da óptica em sua vida cotidiana e em diferentes contextos sociais e tecnológicos.

3.1.7 Atividade 7 – Atividade experimental: Cálculo do grau dos óculos

Esta atividade tem como objetivo determinar o grau de uma lente corretiva utilizando um aparato experimental. A aula teve início com uma demonstração experimental, durante a qual o professor apresentou os elementos que compunham a atividade: uma vela artificial, uma lupa, uma folha de papel A4 e uma régua.

NOME DA ESCOLA		
Professora: NOME DO (A) PROFESSOR (A)		
Turma:	Data: ____/____/____	Turno:
Alunos:		
ATIVIDADE 7: COMO CALCULAR O GRAU DOS ÓCULOS		
Caro aluno, nesta aula determinaremos o grau aproximado de uma lente, utilizando materiais de baixo custo e de fácil acesso. Roteiro para Determinação Aproximada do Grau de uma Lente Objetivo: Neste experimento, você realizará uma exploração para estimar o grau de uma lente, mas lembre-se de que essa é uma estimativa aproximada e não substitui a avaliação de um profissional oftalmologista. Materiais Necessários: - Lupa ou lente de óculos de leitura para pessoas com dificuldade de visão de perto. - Fonte de luz, como uma lâmpada acesa ou acesso a uma janela bem iluminada. - Anteparo, que pode ser uma folha de papel sulfite branca. - Régua.		

Procedimento:

- 1** Preparação: Certifique-se de ter uma fonte de luz forte, como uma lâmpada ou lanterna.
- 2** Posicionamento da Lente: Coloque a lente (lupa ou de leitura) entre a fonte de luz e o anteparo, deixando espaço para ajustar a distância entre eles.
- 3** Ajuste Inicial: Observe a imagem inicialmente desfocada formada pela lente no anteparo.
- 4** Ajuste da Distância: Com cuidado, afaste e/ou aproxime a lente do anteparo até obter uma imagem nítida. Anote a distância entre a lente e o anteparo.
- 5** Medição da Distância: Utilize uma régua para medir a distância entre a lente e o anteparo.
- 6** Cálculo da Distância Focal: Use a equação de Gauss, relacionando a distância focal (f) com as distâncias da imagem (p') e do objeto (p), considerando que o objeto está a uma distância muito maior do que a imagem à lente ($p \gg p'$).
- 7** Cálculo da Vergência e do Grau da Lente: Calcule a vergência ($V = 1/f$) em dioptrias (di), lembrando-se de converter a medida de centímetros para metros. Registre os dados coletados.

Agora, comparem as estimativas de grau obtidas por cada participante. Analisem a precisão dessas estimativas e discutam por que é fundamental obter uma prescrição profissional para óculos ou lentes de contato. Anotem os dados coletados para referência futura.

Lembre-se de que essa exploração é apenas uma estimativa aproximada. Se vocês tiverem problemas de visão ou precisarem de correção visual, consulte um oftalmologista para obter uma avaliação precisa e uma prescrição adequada. A saúde dos olhos é fundamental, e cuidar dela com profissionais de saúde ocular é essencial.

Inicialmente, o professor apresentou as partes do aparato experimental e o roteiro investigativo, solicitando aos estudantes que manipulassem o experimento e analisassem o conteúdo do roteiro. Como havia apenas um kit experimental disponível, a professora incentivou os estudantes a colaborarem entre si,

promovendo um trabalho conjunto e participativo, semelhante ao realizado por cientistas.

Na sequência, o professor posiciona a vela e o papel sobre a mesa, segurando a lupa entre eles, e orienta os estudantes a observarem atentamente cada passo descrito no roteiro. Em seguida, os estudantes podem auxiliar na condução do experimento, sugerindo quais distâncias devem ser testadas. Dessa forma, eles se envolvem ativamente em uma atividade investigativa, assumindo o papel de cientistas. O professor realiza a atividade com as luzes da sala apagadas, facilitando a visualização da imagem formada.

Durante a atividade, o professor pode propor a seguinte questão-problema: “O que acontece com a luz projetada no papel se eu aproximar ou afastar a lupa da vela?”. Nesse momento, os estudantes percebem que há uma posição em que a imagem se torna mais nítida, indicando uma melhor focalização. Em seguida, o professor solicita que um dos estudantes meça a distância entre a lente e o papel para que possam, então, determinar o grau da lente da lupa.

Para concluir a atividade, é fundamental que o professor forneça uma breve explicação sobre a diferença entre os óculos de correção para miopia e hipermetropia, destacando que uma lente é convergente e a outra, divergente. Além disso, o professor pode ressaltar que o foco da imagem está diretamente relacionado à distância entre o emissor de luz e a lente, reforçando a importância da compreensão desse conceito para o entendimento do grau das lentes corretivas. Essa abordagem não apenas enriquece o conhecimento dos estudantes, mas também os capacita a aplicar esses princípios na análise e correção de problemas visuais.

4 ORIENTAÇÕES COMPLEMENTARES

Considerando as informações apresentadas, o produto educacional desenvolvido consiste em um guia didático voltado para o ensino de Óptica Geométrica, utilizando como motivadores os defeitos da visão e as lentes corretivas. Este guia abrange conceitos fundamentais, como a propagação da luz, reflexão e refração, além de explorar a aplicação de lentes corretivas, elementos presentes no cotidiano dos estudantes, de maneira contextualizada e prática.

Ao aplicar a SEI, sugere-se que o professor estimule a participação ativa dos estudantes, incentivando-os a compartilhar o conhecimento adquirido em cada etapa por meio de diálogos e discussões colaborativas. Tal abordagem visa promover um ambiente de ensino dinâmico, no qual os estudantes possam refletir criticamente sobre os fenômenos estudados e construir seu próprio entendimento a partir das atividades propostas.

No contexto das Demonstrações Investigativas, é essencial que o professor faça uma preparação prévia cuidadosa dos materiais, além de fornecer instruções claras e objetivas sobre as atividades a serem desenvolvidas. Também é importante que seja estabelecido um tempo adequado para que os estudantes possam formular suas hipóteses, revisá-las e confrontá-las com os resultados obtidos ao longo do processo.

Destaca-se, ainda, a importância de o professor monitorar continuamente o progresso dos estudantes, estando disponível para esclarecer dúvidas e oferecer suporte durante todo o período de aplicação da SEI. Esse acompanhamento é crucial para garantir que os objetivos de aprendizagem sejam atingidos de forma eficiente e que todos os estudantes se sintam amparados ao longo das atividades.

Recomenda-se, portanto, que o professor aplique todas as atividades desta SEI de maneira integral e na sequência apresentada, a fim de assegurar a continuidade e a coerência pedagógica da proposta. Contudo, caso seja necessário aplicar apenas uma ou algumas das atividades, é fundamental que o professor realize as devidas

adaptações, sem comprometer os objetivos de aprendizagem definidos para cada etapa.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais** – Ensino Médio. Brasília, MEC: 2000.

BODEVAN, Jéssica Adriane de Souza; COELHO, Geide Rosa. Ensino por investigação, centro de ciências, práticas científicas e epistêmicas: análise de uma intervenção pedagógica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 40, n. 1, p. 8-32, abr. 2022.

BORGES, Antônio Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, ed. especial, p. 9–30, 2004.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **As práticas experimentais no ensino de Física**, In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Ensino de Física**, São Paulo: Cengage, 2010.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; RICARDO, Elio Carlos; SASSERON, Lúcia Helena; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos; PIETROCOLA, Mauricio. **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 765-794, 2018.

DRIVER, Rosalind.; GUESNE, Edith; TIBERGHIE, Andrée. **Children's ideas in science**. Milton Keynes: Open University Press, 1985. Tradução de Pablo Manzano, **Ideas científicas en la infancia y la adolescencia**. Madrid: Morata/MEC, 1989.

FREIRE, Paulo. **Conscientização: teoria e prática da libertação**: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire. 4. ed. São Paulo: Moraes, 1980. 102 p.

FREIRE, Paulo. **Educação como prática da liberdade**. 31. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2008a. 158 p.

LEMKE, Jay L. Investigar para el Futuro de la Educación Científica: Nuevas Formas de Aprender, Nuevas Formas de Vivir. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 24, n. 1, p. 5-12, 2006.

NASCIMENTO, Luciana de Abreu; SASSERON, Lúcia Helena. A constituição de normas e práticas culturais nas aulas de ciências: proposição e aplicação de uma ferramenta de análise. **Ensaio: pesquisa em educação em ciências** (online), v. 21, e10548, p. 1-22, 2019.

PELLA, Milton O. The laboratory and science teaching. In: ANDERSEN, Hans O. **Reading in science education for the secondary school**. London: MacMillan, 1969.

PORTAL DA VISÃO. **Descubra as principais partes do olho humano**. 2023. Disponível em: <<https://portaldavisaocuritiba.com.br/descubra-as-principais-partes-do-olho-humano/>>. Acesso em: 10 out. 2024.

SASSERON, Lúcia Helena. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental – Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula**. Tese apresentada à Faculdade de Educação da USP, 2008.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em ensino de ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SASSERON, Lúcia Helena; MACHADO, Vitor Fabrício. **Alfabetização científica na prática: inovando a forma de ensinar Física**. 1 ed. São Paulo: Editora Livraria de Física, 2017.

SILVA JUNIOR, J. M.; COELHO, Geide Rosa. O ensino por investigação como abordagem para o estudo do efeito fotoelétrico com estudantes do ensino médio de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, p. 51-78, 2020.

SILVA, Raniele Aparecida da; OLIVEIRA, Isadora Mota; SUART, Rita de Cássia. Análise dos níveis de investigação de planos e aulas desenvolvidos por uma professora em formação inicial em química. **Investigações em ensino de ciências** (online), v. 26, p. 145-169, 2021.

PAIVA, Josias Rogerio. **Múltiplas representações na construção do conhecimento científico escolar**. 2015. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n.1, p. 59-77, 2011.