



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ -
CAMPUS SÃO RAIMUNDO NONATO
CURSO LICENCIATURA EM FÍSICA**

ATALIA LIMA DOS SANTOS

**UMA PROPOSTA METODOLOGICA PARA O ENSINO DA INTRODUÇÃO À
ÓPTICA A PARTIR DA EXPERIMENTAÇÃO DE CORES E LUZ**

SÃO RAIMUNDO NONATO - PI

2024

ATALIA LIMA DOS SANTOS

UMA PROPOSTA METODOLOGICA PARA O ENSINO DA INTRODUÇÃO À ÓPTICA
A PARTIR DA EXPERIMENTAÇÃO DE CORES E LUZ

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para
obtenção do diploma do Curso de Licenciatura
em Física do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus São
Raimundo Nonato.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Severino
Mendes de Araújo

SÃO RAIMUNDO NONATO - PI

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Santos, Atalia Lima dos

S237p Uma proposta metodologica para o ensino da introdução à óptica a partir da experimentação de cores e luz / Atalia Lima dos Santos. - 2024.

54 p.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus São Raimundo Nonato, 2024.

Orientador: Prof Dr. Guilherme Severino Mendes de Araújo.

1. atividades experimentais. 2. aprendizagem significativa. 3. metodologia de ensino. 4. óptica. I. Título.

CDD - 530

ATALIA LIMA DOS SANTOS

UMA PROPOSTA METODOLOGICA PARA O ENSINO DA INTRODUÇÃO À ÓPTICA
A PARTIR DA EXPERIMENTAÇÃO DE CORES E LUZ

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para
obtenção do diploma do Curso de Licenciatura
em Física do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí. Campus São
Raimundo Nonato.

Aprovada em: 05/09/2024

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Guilherme Severino Mendes de Araújo (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI) – Campus São Raimundo Nonato

Prof. Ma. Amaya de Oliveira Santos
Instituto Federal do Piauí (IFPI) – Campus São Raimundo Nonato

Prof. Dr. Rafael de Alencar Rocha
Instituto Federal do Piauí (IFPI) – Campus São Raimundo Nonato

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e por ter me mantido na trilha certa durante este projeto de pesquisa, concedendo-me saúde e forças para chegar até o final. Sou imensamente grata ao meu pai, Jurandir, à minha mãe, Maria do Carmo, e às minhas irmãs, Itamara, Izamara e Ana Vitória, que sempre estiveram ao meu lado, apoiando-me ao longo de toda a minha trajetória.

Ao meu esposo Patrick, pela a presença constante na minha vida durante a elaboração deste trabalho. Agradeço pela a sua paciência, amor e compreensão nos momentos que a jornada se tornou desafiadoras, me oferecendo palavras de encorajamento e motivação, o que fez toda a diferença.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Guilherme Mendes, por aceitar conduzir meu trabalho de pesquisa. Também sou grata aos meus amigos de curso, que sempre me ajudaram com suas vastas experiências desde o início deste projeto de pesquisa.

Agradeço ao IFPI e todos os meus professores do curso de Licenciatura em Física do pela excelência na qualidade de ensino. A CAPES por ofertar os programas BIBID e Residência Pedagógica e contribuir para a minha formação acadêmica.

Ao Colégio CEEP e ao Prof. Nelson, agradeço pela colaboração na realização dessa pesquisa. A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho, o meu sincero agradecimento.

RESUMO

O presente trabalho de conclusão de curso propõe uma metodologia que se concentra na introdução de cores e luz como ferramentas de aprendizagem por meio da experimentação. Ao integrar esses elementos sensoriais no processo educacional, busca-se estimular a criatividade, a percepção visual e a compreensão dos conceitos abordados. A pesquisa destaca a importância da experimentação prática no ensino, evidenciando como o uso de cores e luz pode potencializar a experiência de aprendizagem dos alunos. Ao promover a interação ativa com esses elementos, os estudantes são incentivados a explorar sua criatividade, a desenvolver habilidades artísticas e a compreender de forma mais profunda os conteúdos apresentados. Por meio da análise de resultados de estudos de caso e da aplicação da metodologia em sala de aula, o trabalho demonstra os benefícios da abordagem proposta. Os resultados obtidos apontam para um maior engajamento dos alunos, uma melhoria na retenção do conhecimento e um desenvolvimento mais significativo das competências cognitivas e emocionais.

Palavras-chave: atividades experimentais; aprendizagem significativa; metodologia de ensino; óptica.

ABSTRACT

The present thesis proposes an innovative methodology for teaching, focusing on the introduction of colors and light as learning tools through experimentation. By integrating these sensory elements into the educational process, the aim is to stimulate creativity, visual perception, and understanding of the concepts covered. The research highlights the importance of practical experimentation in teaching, showing how the use of colors and light can enhance students' learning experience. By promoting active interaction with these elements, students are encouraged to explore their creativity, develop artistic skills, and gain a deeper understanding of the content presented. Through the analysis of case study results and the application of the methodology in the classroom, the work demonstrates the benefits of the proposed approach. The obtained results point to increased student engagement, improved knowledge retention, and more significant development of cognitive and emotional competencies.

Keywords: experimental activities; teaching methodology; meaningful activity; Optics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - O espectro eletromagnético e a faixa completa de todos os tipos de radiação eletromagnética, organizadas por comprimento de onda ou frequência.	19
Figura 2 - Formação de cores a partir da reflexão da luz nos objetos.	21
Figura 3 - Fachada da escola, CEEP Gercílio de Castro Macêdo, na qual foi realizada a pesquisa.	25
Figura 4 - Momento de aplicação do questionário para a avaliação diagnóstica.	27
Figura 5 - a) Aula expositiva dialogada e b) aplicação do questionário após a aula expositiva dialogada.....	28
Figura 6 - Aula experimental.....	29
Figura 7 - Interação dos alunos com os experimentos realizados na aula experimental.	31

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Percentuais de acertos (em azul) e erros (em vermelho) referentes a questão 01 dos questionários dos (a) APÊNDICE A e (b) APÊNDICE B.	33
Gráfico 2 - Percentuais de acertos (em azul) e erros (em vermelho) referentes a questão 02 dos questionários nos (a) APÊNDICE A e (b) APÊNDICE B.	34
Gráfico 3 - Percentuais de acertos (em azul) e erros (em vermelho) referentes a questão 03 dos questionários nos (a) APÊNDICE A e (b) APÊNDICE B.	35
Gráfico 4 - Percentuais de acertos (em azul) e erros (em vermelho) referentes a questão 04 dos questionários nos (a) APÊNDICE A e (b) APÊNDICE B.	36
Gráfico 5 - Percentuais de acertos (em azul) e erros (em vermelho) referentes a questão 05 dos questionários nos (a) APÊNDICE A e (b) APÊNDICE B.	37
Gráfico 6 - Percentuais de acertos (em azul) e erros (em vermelho) referente as questões (a) 06, (b) 07, (c) 08, (d) 09 e (e) 10 do questionário do APÊNDICE A.	37
Gráfico 7 - Percentuais de acertos (em azul) e erros (em vermelho) referentes a questão 06 dos questionários nos (a) APÊNDICE B e (b) APÊNDICE C.	39
Gráfico 8 - Percentuais de acertos (em azul) e erros (em vermelho) referentes a questão 07 dos questionários nos (a) APÊNDICE B e (b) APÊNDICE C.	40
Gráfico 9 - Percentuais de acertos (em azul) e erros (em vermelho) referentes a questão 08 dos questionários nos (a) APÊNDICE B e (b) APÊNDICE C.	41
Gráfico 10 - Percentuais de acertos (em azul) e erros (em vermelho) referentes a questão 09 dos questionários nos (a) APÊNDICE B e (b) APÊNDICE C.	42
Gráfico 11 - Percentuais de acertos (em azul) e erros (em vermelho) referentes a questão 10 dos questionários nos (a) APÊNDICE B e (b) APÊNDICE C.	43
Gráfico 12 - - Percentuais de acertos (em azul) e erros (em vermelho) referentes as questões (a) 01, (b) 02, (c) 03, (d) 04 e (e) 05 do questionário no APÊNDICE C.	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Etapas de realização da sequência didática.	25
Quadro 2 - Descrição dos Experimentos	30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REFERÊNCIAL TEÓRICO	15
2.1 A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA	15
2.2 O ENSINO DE ÓPTICA.....	18
2.2.1 O espectro eletromagnético, cores e luz	19
2.3 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	21
2.4 O USO DA SEQUENCIA DIDÁTICA NO ENSINO DE ÓPTICA	23
3 METODOLOGIA.....	25
3.1 DESCRIÇÃO DO ESPAÇO ESCOLAR E PÚBLICO ALVO.....	25
3.2 ORGANIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	25
3.2.1 Etapa I – Avaliação Diagnóstica	26
3.2.2 Etapa II – Aula Teórica	27
3.2.3 Etapa III – Aula Experimental.....	28
4 ANÁLISE E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS.....	32
5 CONCLUSÕES.....	45
REFERÊNCIAS.....	46
APÊNDICES	49
APÊNDICE A – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA	49
APÊNDICE B – AVALIAÇÃO APÓS A AULA TEÓRICA	51
APÊNDICE C – AVALIAÇÃO APÓS A AULA EXPERIMENTAL	53

1 INTRODUÇÃO

Os desafios enfrentados no ensino de ciências, em particular, na disciplina de Física, estão, em boa parte, ligados à necessidade de superar a baixa motivação e interesse dos alunos, a formação inadequada dos professores e a resistência dos alunos a temas complexos dificultam a aprendizagem. Segundo estudo de Carvalho et al. (2021), esses fatores são evidentes em diversas escolas, resultando em um ensino que muitas vezes não consegue engajar os estudantes de maneira adequada.

Este cenário, por vezes, é uma consequência direta da abordagem tradicional e predominantemente teórica adotada nas aulas. “O ensino da Física é muito focado na aprendizagem mecânica, na preparação para as provas, mas deveria se ocupar da aprendizagem significativa da Física”. (MOREIRA, 2001, P. 01) A falta de experimentação e aplicação prática dos conceitos contribui para a aprendizagem mecânica, onde os alunos memorizam fórmulas sem compreender sua aplicação no mundo real.

A realidade escolar no ensino de física enfrenta sérios problemas, como desinteresse dos alunos e o mal-estar docente na área, bastante afetada pelas péssimas condições de trabalho, por profissionais mal remunerados, péssima infraestrutura das instituições, o que leva a uma forma mecânica de ensino por falta de equipamentos e laboratórios. (AGUIAR, 2020, p. 4)

Nesse contexto, a importância do uso de experimentos no ensino de Física é ressaltada como uma estratégia fundamental para tornar o aprendizado mais significativo e estimulante. A experimentação permite aos alunos vivenciarem os fenômenos físicos de forma concreta, promovendo a construção de uma compreensão mais profunda dos conceitos Físicos. Além disso, a realização de experimentos estimula o desenvolvimento do raciocínio lógico, da capacidade de resolução de problemas e da criatividade dos estudantes.

Para superar esses desafios e promover uma abordagem da alternativa no ensino de Física, a proposta de uma sequência didática é apresentada como uma forma estruturada de aplicar experimentos no processo de ensino e aprendizagem. As metodologias por meio da contextualização e da prática experimental, proporcionando aos alunos a oportunidade de desenvolver uma compreensão crítica e relevante dos conceitos físicos.

Essa sequência envolve etapas como avaliação diagnóstica, aulas experimentais e avaliação final, visando não apenas verificar o conhecimento adquirido, mas também estudar o impacto das práticas experimentais na compreensão dos conceitos pelos estudantes.

No contexto educacional, o ensino da óptica é essencial para proporcionar aos alunos uma compreensão mais profunda dos princípios fundamentais da luz, cores e fenômenos ópticos.

Assim, ao falarmos sobre a reflexão ou a transmissão de uma cor, estamos nos referindo à reflexão ou à transmissão da parte do espectro eletromagnético que gera a sensação visual associada a essa cor. As demonstrações se concentram em cores puras e primárias para a percepção humana: vermelho, verde e azul. (HENRIQUE, 2019, p.2).

Além disso, a óptica desempenha um papel fundamental na formação de uma base sólida em ciências, estimulando o pensamento crítico e a resolução de problemas. Assim, o campo da óptica assume uma importância essencial na educação, na investigação e na inovação tecnológica, constituindo uma área da Física que analisa os fenômenos associados à luz e sua interação com a matéria.

“Aprender física pressupõe apoderar-se de modelos físicos como ferramentas conceituais de interpretação dos fenômenos, pois os modelos permitem conectar esses fenômenos a uma determinada teoria física. (SCARINCI, 2014, p. 1)

Compreender os fenômenos ópticos, como a reflexão, a refração e a dispersão da luz, não apenas amplia o conhecimento dos estudantes sobre o mundo que os cerca, mas também contribui para a formação de uma base sólida em ciências. Avanços nessa área têm impulsionado a inovação em diversos setores, como comunicações, medicina, eletrônica e energia. O estudo aprofundado dos fenômenos ópticos não apenas amplia o conhecimento científico, mas também abre portas para a criação de novas tecnologias e aplicações práticas.

Com os avanços tecnológicos, novas ferramentas e tecnologias têm revolucionado a execução de experimentos, elevando a qualidade e o alcance das práticas experimentais. Os experimentos virtuais, ganhando popularidade crescente, proporcionam aos estudantes acesso a experiências antes inalcançáveis em ambientes educacionais convencionais. (FERREIRA, 2024, p.1)

Novas ferramentas e tecnologia elevaram a qualidade e alcance das práticas experimentais, no ensino de Física têm revolucionado a forma como os alunos aprendem e compreendem conceitos complexo.

A proposta deste trabalho surgiu ao perceber que grande parte dos alunos no ensino médio tem baixo interesse nas aulas de Física, muitas vezes em decorrência de uma abordagem predominantemente tradicional e teórica nas aulas. Essa percepção surgiu durante vivências adquiridas em programas de PIBD e Residência Pedagógica e nos estágios supervisionados.

Nesse sentido, as aulas experimentais são praticamente inexistentes no ensino médio e os estudantes ficam, em boa parte, restritos a aprendizagem mecânica ao decorar equações somente para as avaliações.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a viabilidade o efeito do uso da experimentação de cores e luz de introdução à óptica como ferramenta para a compreensão da natureza da luz (e como os enxergamos os objetos) como vista a promoção de uma aprendizagem significativa. Seus objetivos específicos consistem em:

- Aplicar os conceitos da óptica no dia a dia por meio da verificação experimental;
- Apontar a importância da experimentação para a compreensão dos conceitos físicos da óptica;
- Proporcionar uma visão criativa e inovadora através de metodologias baseadas em elaboração de experimentos científicos.

Este trabalho de TCC está dividido em 4 capítulos onde são apresentadas as ideias que fundamentaram esta pesquisa. No segundo capítulo são apresentados os conceitos teóricos fundamentais relacionado à óptica, cores e luz. O terceiro capítulo descreve a metodologia utilizada, que inclui a aplicação de questionários e realização de experimentos práticos com os alunos. No quarto capítulo, os resultados obtidos a partir da aplicação dos questionários e das atividades práticas são apresentados e discutidos.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

Neste capítulo será abordado o referencial teórico que foi utilizado na pesquisa. Na subseção 2.1 Será apresentado os conceitos da experimentação no ensino de Física. Na subseção 2.2 São destacados os desafios no ensino da óptica e estratégias a ser utilizada para os conceitos de uma base solida. 2.3 Na subseção ocorrerá a definição sobre o espectro eletromagnético, cores e luz.

2.1 A experimentação no ensino de Física

A experimentação é uma estratégia de ensino de grande relevância no ensino de física, pois permite aos alunos vivenciarem os fenômenos físicos de forma concreta e significativa. Através da experimentação, os alunos podem observar manipular, medir e comparar os fenômenos físicos, o que lhes permite construir uma compreensão mais profunda desses fenômenos. Dessa forma é importante para desenvolver o raciocínio lógico e a capacidade de resolução de problemas. Ao realizarem experimentos, os alunos são estimulados a formular hipóteses, a coletar dados e a interpretar resultados, o que lhes permite desenvolver essas habilidades importantes para o aprendizado da física.

A valorização das práticas experimentais como fermenta essenciais para a aprendizagem são reconhecidas como fundamentais para a aprendizagem de Física, pois permitem que os alunos desenvolvam habilidades científicas e construam conhecimento de forma ativa e contextualizada. (GOMES, 2021, p. 76).

A experimentação é um instrumento eficaz, o que indica que elas têm um impacto positivo comprovado no aprendizado. Ao realizar experimentos os alunos não apenas aprendem sobre as leis e teorias, mas também vivenciam os conceitos de forma prática. Isso ajuda a transformar o conhecimento abstrato em algo tangível e compreensível.

O ensino de Física baseia na observação, experimentação e modelagem, não deve se restringir à memorização de fórmulas, mas sim ser abordada como um processo de construção do conhecimento, que inclui uma análise crítica da realidade.

Para (SOUZA, 2020, p. 88)" O ensino da Física, quando aliado à experimentação, possibilita aos alunos uma compreensão mais efetiva dos conceitos, pois a prática experimental torna o aprendizado mais dinâmico e significativo."

O aprendizado da Física não deve ser visto como um mero acúmulo de fórmulas e conceitos. A ideia é que os alunos participem ativamente na construção do conhecimento, o que significa que eles devem explorar, questionar e descobrir as leis da natureza por si mesmos. Isso promove um entendimento mais profundo do conteúdo.

As atividades experimentais são ferramentas pedagógicas fundamentais que promovem uma aprendizagem ativa e significativa. Elas vão além da teoria, permitindo que os alunos explorem conceitos científicos de forma prática e interativa. Através dessas experiências, os estudantes não apenas absorvem conhecimento, mas também desenvolvem habilidades essenciais, como o pensamento crítico, a resolução de problemas e a colaboração em grupo.

Compreende-se, então, como as atividades experimentais são enriquecedoras para o aluno, uma vez que elas dão um verdadeiro sentido ao mundo abstrato e formal das linguagens. Elas permitem o controle do meio ambiente, a autonomia face aos objetos técnicos, ensinam as técnicas de investigação, possibilitam um olhar crítico sobre os resultados. (SERÉ, p. 39. 2003).

Um dos principais benefícios das atividades experimentais é a capacidade de engajar os alunos quando eles estão ativamente envolvidos no processo de aprendizagem, a motivação aumenta e a retenção do conhecimento se torna mais eficaz. Além disso, ao trabalharem em grupos, os alunos aprendem a se comunicar e a compartilhar ideias, o que enriquece ainda mais o aprendizado.

“A maneira tradicional de utilizar o experimento é aquela em que o aluno não tem que discutir; ele aprende como se servir de um material, de um método; a manipular uma lei fazendo variar os parâmetros e a observar um fenômeno”. (SERÉ, M. G. et al, p. 31. 2003).

A abordagem tradicional não apenas estimula a compreensão de ideias, como também promove a compreensão de conceitos científicos, desenvolve habilidades críticas e analíticas nos alunos, preparando-os para enfrentar problemas reais com um olhar investigativo.

A abordagem tradicional da disciplina de Física geralmente se baseia em aspectos predominantemente teóricos. Isso é evidenciado pela análise dos livros didáticos usados nas escolas, que se concentram principalmente em conceitos matemáticos e exercícios de reforço. Os desafios enfrentados pelos alunos ao assimilar o conteúdo da disciplina muitas vezes derivam da dificuldade em conectar conceitos físicos a fenômenos naturais do cotidiano, resultando na falta de vínculo entre teoria e prática. Esse desafio pode levar ao desinteresse, refletindo-se até mesmo na aversão à disciplina (GRASSELLI; GARDELLI, 2014, p. 02).

O ensino da física na maioria das vezes é tradicional, centrado no professor, na memorização de fórmulas a serem aplicadas na resolução de problemas conhecidos. Esse tipo de ensino pode ser eficaz para a aprendizagem de conceitos básicos, mas é limitado para a compreensão mais profunda da física.

A óptica é um campo da física que pode ser explorado de forma prática e aplicado no dia a dia através de experimentos simples. A reflexão da luz é um fenômeno fundamental que

ocorre quando a luz incide sobre a superfície de um objeto. Quando a luz atinge a superfície de um objeto, ela pode ser refletida, absorvida ou transmitida, dependendo das propriedades ópticas do material em questão.

A reflexão da luz é crucial para nossa visão diária e para muitas aplicações em óptica. Por exemplo: Em espelhos, a reflexão especular permite que vejamos imagens nítidas de nós mesmos e do ambiente ao nosso redor. Em objetos não metálicos, a reflexão difusa garante que a luz seja distribuída de maneira uniforme, proporcionando uma aparência não brilhante e confortável aos olhos.

A falta de conexão entre os conceitos físicos ensinados e os fenômenos naturais do dia a dia pode dificultar a compreensão por parte dos alunos. A ausência de exemplos práticos e de aplicações reais pode tornar mais árduo o processo de aprendizado e assimilação desses conceitos. Quando os estudantes não conseguem ver a relevância prática da Física em suas vidas, isso pode levar ao desinteresse pela disciplina a aversão pode se manifestar como resultado da falta de motivação para aprender conceitos que parecem não ter aplicação prática direta.

Desta maneira, no que diz respeito à prática experimental, considerando os mecanismos de ensino-aprendizagem, ela pode ser considerada como uma ferramenta para ensinar conteúdos de Física de forma a proporcionar aos alunos qualidades como, por exemplo, interesse pelo estudo das ciências, criatividade e solucionar problemas e dúvidas que possam emergir em seus estudos futuros. A utilização da prática experimental como ferramenta de ensino pode contribuir para resolver os problemas ligado são chamado ensino tradicional, que infelizmente continua a ser a preferência da maioria dos professores, sejam eles de escolas públicas ou privadas.

A Física no ensino médio deve assegurar que a competência investigativa resgate o espírito questionador, o desejo de conhecer o mundo onde se habita, logo é uma ciência que permite investigar os mistérios do mundo, compreender a natureza da matéria macroscópica e atômica. (ANTONOWISKI; ALENCAR; ROCHA, 2017, p.51).

Ao proporcionar um ambiente de aprendizado que estimula a curiosidade e a investigação, a disciplina de Física não apenas busca transmitir conhecimentos teóricos, mas também desenvolver habilidades práticas e cognitivas nos estudantes, que contribui para formar indivíduos críticos, capazes de analisar e interpretar fenômenos naturais, além de despertar o interesse pela ciência e pela busca do conhecimento.

2.2 O ensino de óptica

O ensino da óptica pode ser um desafio, pois é uma área complexa com muitos conceitos abstratos. No entanto, existem várias estratégias que podem ser usadas para tornar o ensino da óptica mais eficaz.

Uma estratégia importante é começar com uma base sólida em conceitos básicos. Isso inclui conceitos como a natureza da luz, a reflexão, a refração e a difração. Esses conceitos podem ser ensinados usando uma variedade de atividades, como experimentos, modelos e ilustrações. É importante fazer conexões com o mundo real, pois isso pode ajudar os alunos a entender a relevância da óptica e a aplicar os conceitos aprendidos em situações cotidianas. Por exemplo, os alunos podem aprender sobre a reflexão observando como a luz é refletida por espelhos e superfícies reflexivas. Eles também podem aprender sobre a refração observando como a luz é refratada por lentes e prismas. O uso de atividades práticas também é uma estratégia eficaz para o ensino da óptica. As práticas experimentais permitem que os alunos explorem conceitos e princípios ópticos por conta própria, as práticas também podem ajudar os alunos a desenvolver habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas.

A importância do entendimento da ciência, especialmente da Física, para a formação da cidadania ressalta que ter conhecimentos básicos sobre ciência permite que os cidadãos ajam de maneira mais informada e crítica diante das questões científicas presentes na sociedade. As dificuldades e desafios no ensino de Física, apontam que essas questões não são recentes e que diversas propostas têm sido feitas ao longo dos anos para melhorar a forma como essa disciplina é ensinada.

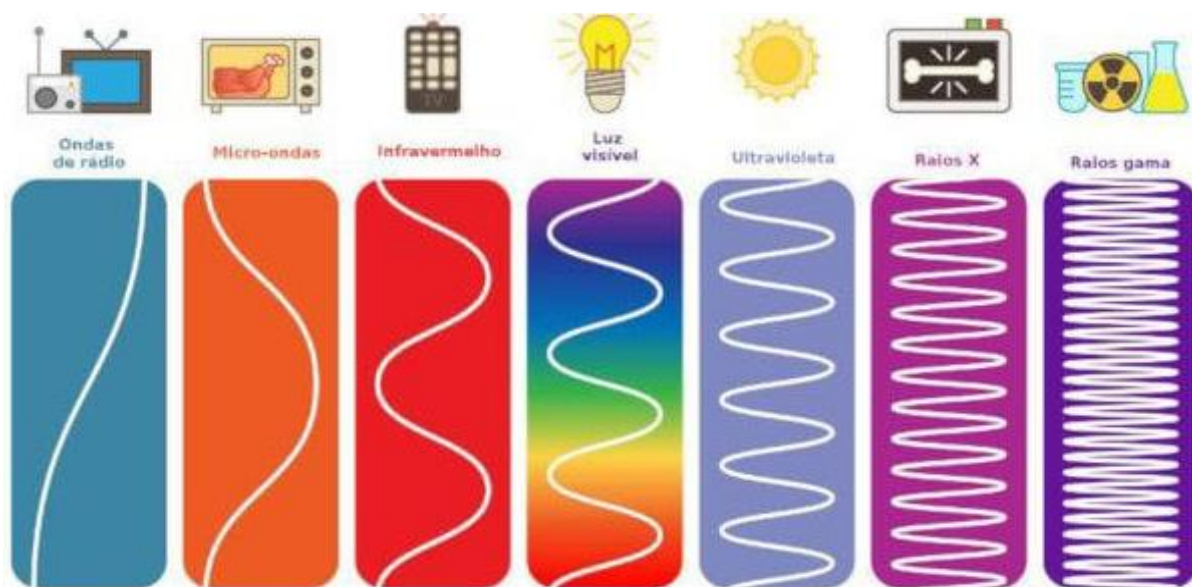
O entendimento da natureza da ciência de um modo geral, e da física em especial, constitui um elemento fundamental à formação da cidadania. As dificuldades e problemas no ensino de física, entretanto, não são recentes, e várias propostas para viabilizar o ensino dessa disciplina têm sido propostas ao longo dos anos. A experimentação como recurso didático é uma das mais frequentes. (RIBEIRO; VERDEAUX, 2012, p. 1).

Destaca-se o uso da experimentação como recurso didático frequente, ressaltando a importância de proporcionar aos alunos a oportunidade de vivenciar na prática os conceitos teóricos, o que pode contribuir para uma aprendizagem mais significativa e engajadora. A relevância do ensino de Física não apenas para o desenvolvimento acadêmico dos estudantes, mas também para capacitá-los a serem cidadãos críticos e conscientes em relação às questões científicas que permeiam a sociedade contemporânea.

2.2.1 O espectro eletromagnético, cores e luz

O espectro eletromagnético é um conjunto de todas as frequências da radiação eletromagnética que existem. A radiação eletromagnética é uma onda que consiste em um campo elétrico e um campo magnético oscilantes que destaca a medida do comprimento de onda diminui da esquerda para à direita, a frequência aumenta. O espectro eletromagnético é uma parte importante da física e da ciência, uma ferramenta para entender o mundo ao nosso redor, ele é usado em uma ampla gama de aplicações, desde comunicações até medicina. As ondas eletromagnéticas é um conjunto dessas radiações de diferentes frequências, têm a mesma velocidade que é a da luz, Figura 1.

Figura 1 - O espectro eletromagnético e a faixa completa de todos os tipos de radiação eletromagnética, organizadas por comprimento de onda ou frequência.



Fonte: Espectro eletromagnético; Brasil Escola; 2024.

O espectro eletromagnético e a faixa completa de todos os tipos de radiação eletromagnética, organizadas por comprimento de onda ou frequência.

Ondas de rádio: As ondas de rádio têm o comprimento de onda mais longo e a frequência mais baixa do espectro eletromagnético. Elas são usadas para comunicações, como rádio, televisão e rádio amador.

Micro-ondas: As micro-ondas têm um comprimento de onda intermediário entre as ondas de rádio e a radiação infravermelha. Elas são usadas em aplicações como micro-ondas, radar e aquecimento industrial.

Infravermelho: A radiação infravermelha tem um comprimento de onda mais curto que as micro-ondas e um comprimento de onda mais longo do que a luz visível. Ela é usada em aplicações como visão noturna, aquecimento e detecção de calor.

Luz visível: A luz visível é a faixa do espectro eletromagnético que pode ser vista pelo olho humano. Ela é usada em aplicações como iluminação, fotografia e comunicação óptica.

Ultravioleta: A radiação ultravioleta tem um comprimento de onda mais curto do que a luz visível. Ela é usada em aplicações como esterilização, fototerapia e detecção de pólen.

Raio-X: Os raios-X têm um comprimento de onda mais curto do que a radiação ultravioleta. Eles são usados em aplicações como diagnóstico médico, tratamento de câncer e segurança.

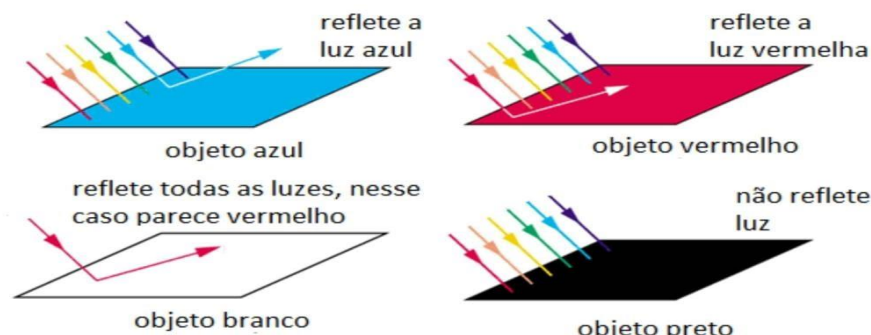
Raio gama: Os raios gama têm o comprimento de onda mais curto e a frequência mais alta do espectro eletromagnético. Eles são usados em aplicações como radioterapia, medicina nuclear e física de altas energias.

No contexto das cores e luz, as cores são percepções visuais causadas pela luz que atinge a retina do olho humano. A luz é uma onda eletromagnética que se propaga no espaço com uma velocidade de 300.000 km/s. As cores da luz são determinadas pelo seu comprimento de onda, que é a distância entre duas cristas sucessivas da onda.

O espectro visível é a faixa de comprimentos de onda da luz que o olho humano pode detectar. Esse espectro vai do vermelho, com comprimento de onda de cerca de 700 nanômetros, ao violeta, com comprimento de onda de cerca de 400 nanômetros. As cores são percebidas pelo cérebro humano como resultado da combinação de três tipos de células fotorreceptoras na retina: cones vermelhos, cones verdes e cones azuis. Cada tipo de cone é mais sensível a um determinado comprimento de onda de luz. Quando a luz atinge a retina, ela estimula as células fotorreceptoras. As células fotorreceptoras enviam sinais elétricos para o cérebro, que os interpreta como cores.

As cores dos objetos, não possuem cores intrinsecamente. A cor de um objeto é determinada pela luz que ele reflete. Um objeto que reflete todas as cores da luz branca é visto como branco. Um objeto que reflete apenas uma cor da luz branca é visto como a cor refletida. Por exemplo, um objeto que reflete apenas a luz vermelha é visto como vermelho. Um objeto que reflete apenas a luz verde é visto como verde. A Figura 2 mostra o processo de formação de cores a partir da reflexão da luz nos objetos.

Figura 2 - Formação de cores a partir da reflexão da luz nos objetos.



Fonte; A Cor-pigmento; Khan Academy; 2024

A luz é uma forma de energia radiante, formada por ondas eletromagnéticas. As ondas eletromagnéticas são compostas por um campo elétrico e um campo magnético que oscilam perpendicularmente entre si e à direção de propagação da onda. A luz visível é apenas uma pequena parte do espectro eletromagnético, que se estende desde os raios gama, com comprimentos de onda muito curtos, até as ondas de rádio, com comprimentos de onda muito longos.

A luz visível é percebida pelo olho humano e é responsável pela visão. A cor da luz é determinada pelo seu comprimento de onda. As cores que vemos são, na verdade, diferentes frequências de luz. As cores do arco-íris, por exemplo, são causadas pela refração da luz solar pelas gotas d'água da atmosfera. A luz pode ser refletida, refratada ou absorvida quando interage com um material. A reflexão é o fenômeno que ocorre quando a luz atinge uma superfície e volta a se propagar em direção ao meio de origem. A refração é o fenômeno que ocorre quando a luz passa de um meio para outro com velocidades diferentes. A absorção é o fenômeno que ocorre quando a luz é convertida em outra forma de energia, como calor.

2.3 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A aprendizagem significativa promove aos alunos uma maneira teórica e prática a interação entre conhecimentos prévios e novos na aprendizagem significativa, ressaltando que essa interação não é simplesmente uma associação direta, mas sim um processo de reestruturação cognitiva.

“A Aprendizagem Significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira não arbitrária e substantiva com aquilo que o estudante já sabe” (MOREIRA, 2012, p. 2).

A construção do conhecimento se dá através da relação entre o que o aprendiz já sabe e o que está sendo aprendido, resultando em uma compreensão mais profunda e duradoura. Esse processo evidencia a complexidade e a riqueza envolvidas na construção do conhecimento significativo.

É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não-literal e não-arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva. (MOREIRA, 2012 p. 2).

A aprendizagem significativa se conecta de forma não arbitrária e substancial com o conhecimento prévio do aluno, tornando-o significativo e duradouro. Essa abordagem valoriza a compreensão profunda e a aplicação do conhecimento em situações reais, contribuindo para uma aprendizagem mais eficaz.

A importância do papel ativo do aprendiz no processo de construção do conhecimento, ressalta que o aprendiz não é apenas um receptor passivo de informações, mas sim um agente ativo que desempenha um papel central em sua própria aprendizagem. Isso significa que o indivíduo é responsável por buscar, processar e assimilar novos conhecimentos, tornando-se protagonista do seu próprio desenvolvimento cognitivo.

Segundo Moreira (1999, p. 45), “A construção do conhecimento é um processo nativo e individual, no qual o aprendiz desempenha um papel central na sua própria aprendizagem.”

Assim, os estudantes têm a oportunidade de adquirir conhecimentos de maneira significativa, atribuindo significado aos conceitos de aprendizagem que fazem parte de suas estruturas cognitivas. A teoria da aprendizagem significativa enfatiza que o conhecimento deve ser construído de forma que o aluno possa relacionar novas informações com suas experiências prévias, promovendo uma compreensão mais profunda." (MOREIRA, 1999, p. 32)

A interação é fundamental porque não se trata apenas de acumular informações, mas de integrar novas ideias de maneira que façam sentido dentro do contexto já existente na mente do aluno, ressalta que a aprendizagem significativa vai além da memorização; trata-se de um processo dinâmico onde o conhecimento se transforma através da interação com experiências anteriores, resultando em um aprendizado mais profundo e duradouro.

“De um modo geral, uma teoria é uma tentativa humana de sistematizar uma área de conhecimento, uma maneira particular de ver as coisas, de explicar e prever observações, de resolver problema (MOREIRA, 1999, p. 12)”.

A teoria não é um conjunto de verdades absolutas, mas sim uma forma de entender e explicar o mundo, de prever eventos e de resolver problemas. É uma ferramenta criada pelos humanos para dar sentido à realidade e para lidar com os desafios que a vida apresenta.

2.4 O USO DA SEQUENCIA DIDÁTICA NO ENSINO DE ÓPTICA

A aplicação de sequências didáticas no ensino de ótica representa uma metodologia pedagógica eficaz para auxiliar na assimilação de conceitos intrincados dessa disciplina da física. Tal sequência é composta por um conjunto estruturado de atividades e estratégias educativas que guiam o estudante desde a compreensão básica até o domínio dos conceitos fundamentais de um tema específico, neste contexto, a óptica.

Um dos desafios do ensino de física na Educação Básica é prover ao aluno a capacidade de compreender que esta ciência é muito mais do que uma sobreposição de fórmulas e de teorias. Consideramos que a compreensão dos fenômenos físicos fica mais fácil quando o estudante tem a oportunidade de experimentar, de forma prática e contextualizada, aquilo que é ensinado nos livros didáticos (BECHTLUFFT, 2017, p 97).

Essa abordagem contribui para consolidar o conhecimento, tornando-o mais prático, significativo e contextualizado para uma compreensão mais profunda dos fenômenos físicos

A contextualização prática no ensino da óptica é um fator importante destacado ao apresentar conceitos físicos em situações do dia a dia ou em desafios do mundo real, os estudantes conseguem conectar o que aprenderam às suas vivências pessoais.

Entendemos que esse processo de busca colabora para o desenvolvimento cognitivo e social dos jovens, que estão sempre reorganizando as informações recebidas a partir de um repertório de conhecimentos construídos nas experiências e vivências do dia a dia. Para isso, é necessário que o estudante deixe de ser um mero espectador em sala de aula para assumir o papel de protagonista da sua aprendizagem. (BECHTLUFFT, 2017, p 98).

Compreendemos que essa jornada de busca contribui para o crescimento cognitivo e social dos jovens, que estão constantemente reorganizando as informações adquiridas com base no conjunto de conhecimentos formados por suas experiências cotidianas.

Para alcançar isso, é fundamental que o estudante se transforme de simples observador em sala de aula para se tornar o protagonista de seu próprio aprendizado.

A relevância da construção de um modelo alternativo de ensino que propicie aos alunos a liberdade de elaboração de hipóteses e de experimentações que, independentemente de sua validade, sirvam de estímulo pela busca por respostas originais para os problemas que lhes são apresentados. (BECHTLUFFT, 2017, p 98).

A importância de desenvolver um modelo de ensino alternativo que ofereça aos alunos a liberdade de formular hipóteses e realizar experimentos que, mesmo que não sejam válidos, incentivem a busca por respostas inovadoras para os desafios que enfrentam.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo, serão abordados todos os aspectos metodológicos desenvolvidos nesse trabalho de pesquisa. As subseções que sequeem descrevem o espaço escolar no qual foi realizado a pesquisa e a organização e aplicação da sequência didática.

3.1 DESCRIÇÃO DO ESPAÇO ESCOLAR E PÚBLICO ALVO

A aplicação do projeto foi realizada na Unidade Escolar CEEP – Gercílio de Castro Macedo da rede pública estadual. O mesmo localiza-se no Bairro Aldeia/ Av. Cel. João Dias-1231, na cidade de São Raimundo Nonato-PI, Figura 3. O público alvo deste trabalho será voltado para uma turma de 2ª série do ensino médio de Jogos Digitais (Manhã) com idades entre 15 a 17 anos. A pesquisa, de natureza aplicada, foi desenvolvida para verificar a viabilidade do uso de práticas experimental no estudo de introdução à Óptica, cores e luz.

Figura 3 Fachada da escola, CEEP Gercílio de Castro Macêdo, na qual foi realizada a pesquisa.



Fonte: Elaborada pela autora, (2024)

3.2 ORGANIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A realização das atividades ocorreu de acordo com o quadro 1.

Quadro 1 - Etapas de realização da sequência didática.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA ENSINO MÉDIO	
Duração: 3 aulas	Turma: 2ª Série
Professora: Atalia Lima dos Santos	Área do conhecimento: Física
Tema: Uma proposta metodológica para o ensino da introdução à óptica a partir da experimentação de cores e luz.	
Habilidade: (EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos	

explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.			
Aulas	Atividade em sala	Metodologia	Atividade para o aluno
1 ^a	Avaliação diagnóstica.	Identificar no dia-a-dia fenômenos que relacione cores, luz e Física.	Aplicação do primeiro questionário.
2 ^a	Introdução teórica.	Aula dialogada e expositiva, buscando mostra e estimular o pensamento crítico, reflexivo e discutindo conceitos com os alunos sobre o tema do trabalho.	Aplicação do segundo questionário e discussão dos prontos compreendidos.
3 ^a	Execução dos experimentos.	Analisar a evolução dos alunos no entendimento do tema metodológico de ensino utilizada após as práticas experimentais.	Realização e observações das práticas.

Fonte: Elaborada pela autora, (2024)

A execução do trabalho apresenta três etapas, conforme mostra a subseção 3.2.1.

3.2.1 Etapa I – Avaliação Diagnóstica

A avaliação diagnóstica é uma ferramenta educacional utilizada para identificar o nível de conhecimento e as habilidades dos alunos, antes de iniciar um novo conteúdo. A Figura 3 mostra o momento da aplicação do questionário para a avaliação diagnóstica realizado na turma na qual foi realizado este trabalho de pesquisa. Nessa etapa, objetivo principal foi avaliar o que os alunos o conhecimento prévio dos alunos sobre o tema da aula.

Em síntese a desenvolvimento dessa etapa transcorreu com:

- Aplicação de um questionário diagnóstico (APENDICE A) dos conceitos que serão abordados em sala de aula;
- Avaliação da compreensão dos alunos sobre os conceitos ópticos de cores e luz;

O questionário contém 10 questões quantitativas de múltipla escolha e 24 alunos participaram dessa etapa com duração de 1 hora.

Figura 4 - Momento de aplicação do questionário para a avaliação diagnóstica.



Fonte: Elaborada pela autora, (2024)

3.2.2 Etapa II – Aula Teórica

A Figura 5 mostra o desenvolvimento da aula teórica e dialógica apresentando os conceitos, teorias e informações sobre o entendimento do tema.

Em síntese a desenvolvimento dessa etapa transcorreu com:

- O projeto didático iniciou com uma aula teórica apresentando o conteúdo abordado, onde foi realizada uma aula que abordou detalhadamente o estudo das cores e luz;
- Após a conclusão dessa aula, foi aplicado um questionário (APÊNDICE B) com o objetivo de avaliar o quanto os alunos haviam aprendido sobre o tema da aula.

O questionário contém 10 questões quantitativas de múltipla escolha, as 5 primeiras questões são idênticas as 5 primeiras questões da avaliação diagnóstica (da etapa I). 22 alunos participaram desta etapa, com duração da aplicação de 1 hora.

Figura 5 - a) Aula expositiva dialogada.



(a)

b) aplicação do questionário após a aula.



(b)

Fonte: Elaborada pela autora, (2024)

3.2.3 Etapa III – Aula Experimental

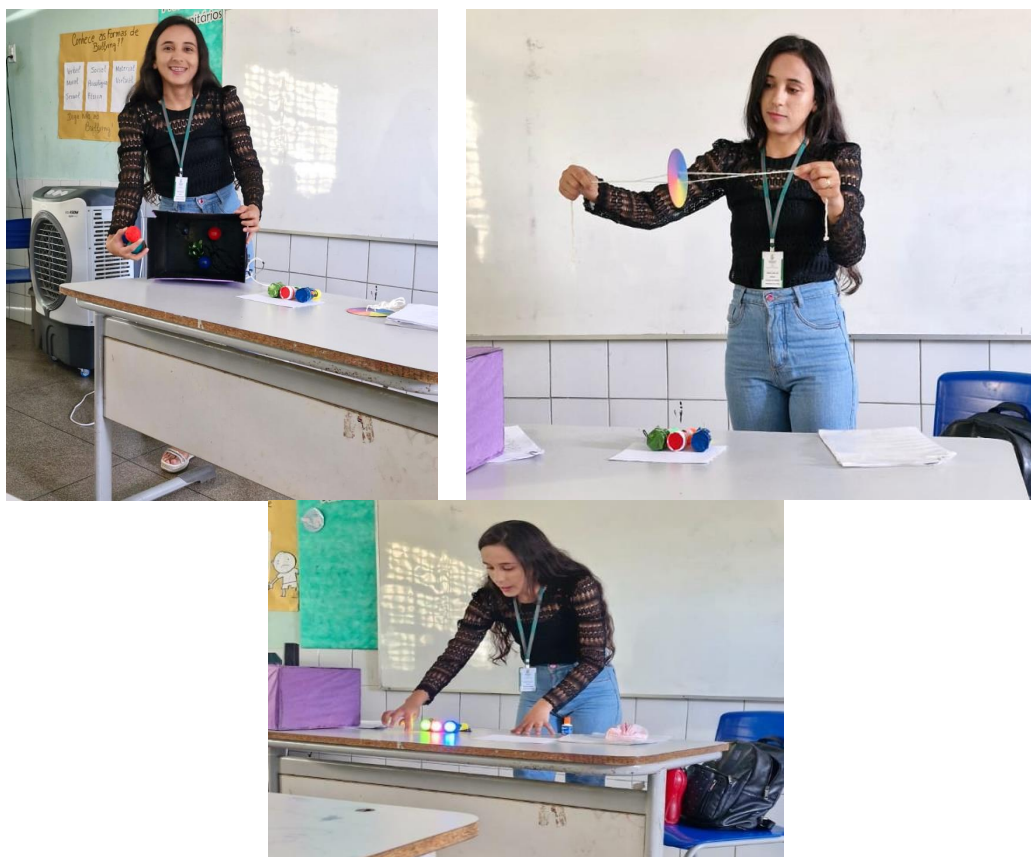
Na terceira (última) etapa foi desenvolvida a aula experimental, onde foram utilizados uma caixa de cores, o disco de Newton e a formação cores a partir da mistura de luzes. Após a aula, foi aplicado um questionário com o objetivo de avaliar o quanto os alunos haviam aprendido sobre o tema, e o quanto as atividades práticas contribuíram para melhorar a compreensão desses alunos. A figura 6 mostra o desenvolvimento da aula experimental.

Em síntese a desenvolvimento dessa etapa transcorreu com:

- O projeto didático iniciou com uma aula experimental apresentando a caixa de cores, o disco de Newton e a formação cores a partir da mistura de luzes, onde foi realizada uma aula que abordou a conexão dos experimentos ao estudo de cores e luz;
- Após a conclusão dessa aula, foi aplicado um questionário (APÊNDICE C) com o objetivo de avaliar o quanto os alunos haviam aprendido sobre o tema da aula.

O questionário contém 10 questões quantitativas de múltipla escolha, as 5 últimas questões são idênticas as 5 últimas questões da avaliação após a aula teórica (da etapa II). 18 alunos participaram desta etapa, com duração da aplicação de 1 hora.

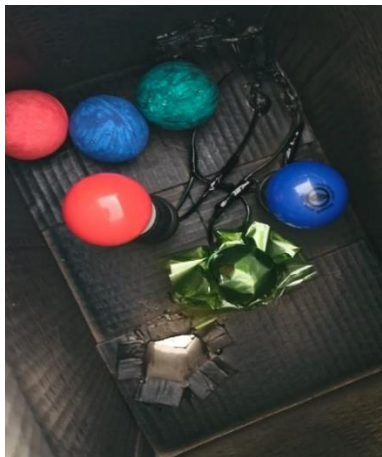
Figura 6 - Aula experimental



Fonte: Elaborada pela autora, (2024)

O quadro 2 mostra a descrição dos experimentos utilizados na aula: caixa de cores, disco de Newton e mistura de cores luminosas. Constam, neste quadro: os materiais utilizados, os procedimentos para a realização e as imagens dos experimentos.

Quadro 2 - Descrição dos Experimentos

Experimentos	Materiais	Procedimentos	Imagens
1.1 Caixa de cores	1 caixa de papelão; 3 Lâmpadas nas cores Azul, Vermelho e Verde; 3 Bolinha nas cores Azul, Vermelho e Verde.	O observador visualiza os objetos iluminados pela a abertura frontal, podendo controlar o acionamento das lâmpadas e visualizar os objetos interno dentro da caixa.	
1.2 Disco de Newton	1 CD 1 Cordão Papel colorido com as cores primarias.	Girar o disco em rotação para o efeito da composição da luz branca.	
1.3 Mistura de cores luminosas	3 Lanternas nas cores Azul, Vermelho e Verde.	Demonstração das cores que vemos nos objetos é a reflexão de cores específicas que existe na luz branca.	

Fonte: Elaborada pela autora, (2024)

A Figura 7 mostra a interação dos estudantes, participantes da aula experimental, com os experimentos do quadro 2. As práticas experimentais são uma parte essencial do aprendizado em disciplina de Física. Elas permitem que os alunos apliquem teorias na prática, desenvolvendo habilidades importantes e promovendo um entendimento mais profundo dos conceitos. Os alunos participam ativamente do processo de aprendizagem, realizando experimentos e observando resultados.

Figura 7 - Interação dos alunos com os experimentos realizados na aula experimental.



Fonte: Elaborada pela autora, (2024)

4 ANÁLISE E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

Nesta etapa da pesquisa, iremos apresentar e discutir os resultados que foram alcançados através da aplicação de questionários (ver APÊNDICES A, B e C). Essa etapa se divide em três momentos distintos: i) realização de uma avaliação diagnóstica a respeito do conhecimento prévio dos alunos sobre as características físicas de cores e luz, antes de iniciar as atividades teóricas e práticas; ii) Aula teórica e coleta de dados a partir de questionários aplicados após a aula; iii) Aula experimental e aplicação de um terceiro (último) questionário, visando avaliar o rendimento das atividades práticas como instrumento de ensino e sua contribuição para uma aprendizagem mais significativa.

Os resultados estão representados na forma de comparação de gráficos percentuais de rendimento de questões aplicadas em etapas diferentes.

4.1 ANÁLISES DE DADOS DAS TURMAS 2º ANO A (MANHÃ)

O gráfico 1 mostra os percentuais de acerto de acertos (em azul) e erros (em vermelho) referentes a questão 01 dos questionários dos (a) APÊNDICE A (avaliação diagnóstica, etapa I) e (b) APÊNDICE B (avaliação após a aula teórica, etapa II). Pode-se observar que os alunos obtiveram um rendimento acima de 80% no percentual de acertos tanto na avaliação diagnóstica quanto na avaliação referente a etapa II. Isso significa que os alunos apresentaram um conhecimento prévio sobre a evidência experimental que demonstra que a luz branca é uma mistura de todas as cores do espectro visível. Além disso, que o rendimento permaneceu aproximadamente constante após a aula teórica da etapa II. A taxa de erro é relativamente baixa, sugerindo que a maioria dos alunos compreendeu bem o conceito abordado na questão.

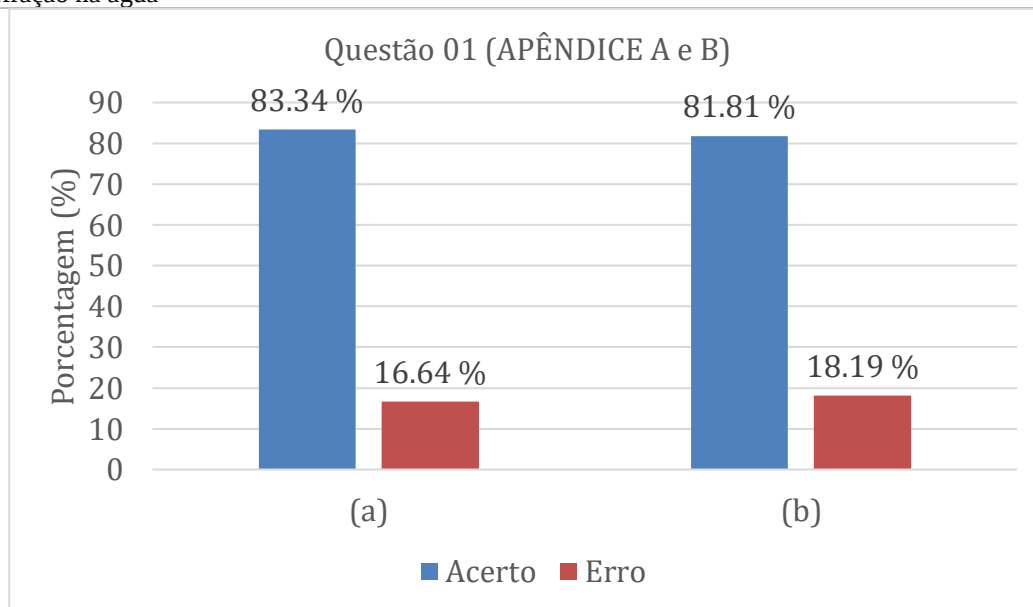
Gráfico 1 - Percentuais de acertos (em azul) e erros (em vermelho) referentes a questão 01 dos questionários dos (a) APÊNDICE A e (b) APÊNDICE B.

Questão 01 - Qual é a evidencia experimental que afirma que a luz branca é uma mistura de todas as cores do espectro visível?

a) Luz branca

b) Prisma de Newton

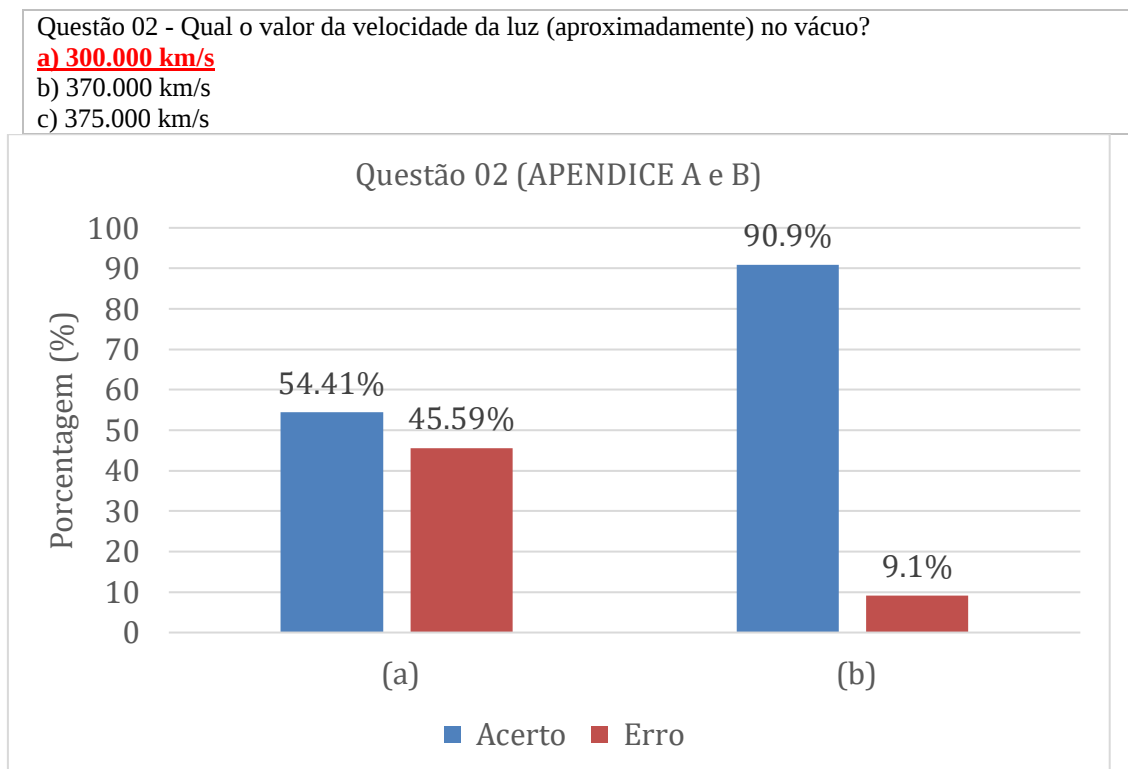
c) Refração na água



Fonte: Elaborada pela autora, (2024)

O gráfico 2 mostra os percentuais de acerto de acertos (em azul) e erros (em vermelho) referentes a questão 02 dos questionários dos (a) APÊNDICE A (avaliação diagnóstica, etapa I) e (b) APÊNDICE B (avaliação após a aula teórica, etapa II). Os percentuais revelam uma diferença significativa no desempenho dos alunos entre as duas etapas. Observa-se que o percentual de acertos subiu de 54,41 % para 90,9 %. A alta taxa de erro na avaliação diagnóstica (45,59%) sugere que os alunos podem ter encontrado dificuldades com o conteúdo abordado ou com a formulação da questão.

Gráfico 2 - Percentuais de acertos (em azul) e erros (em vermelho) referentes a questão 02 dos questionários nos (a) APÊNDICE A e (b) APÊNDICE B.

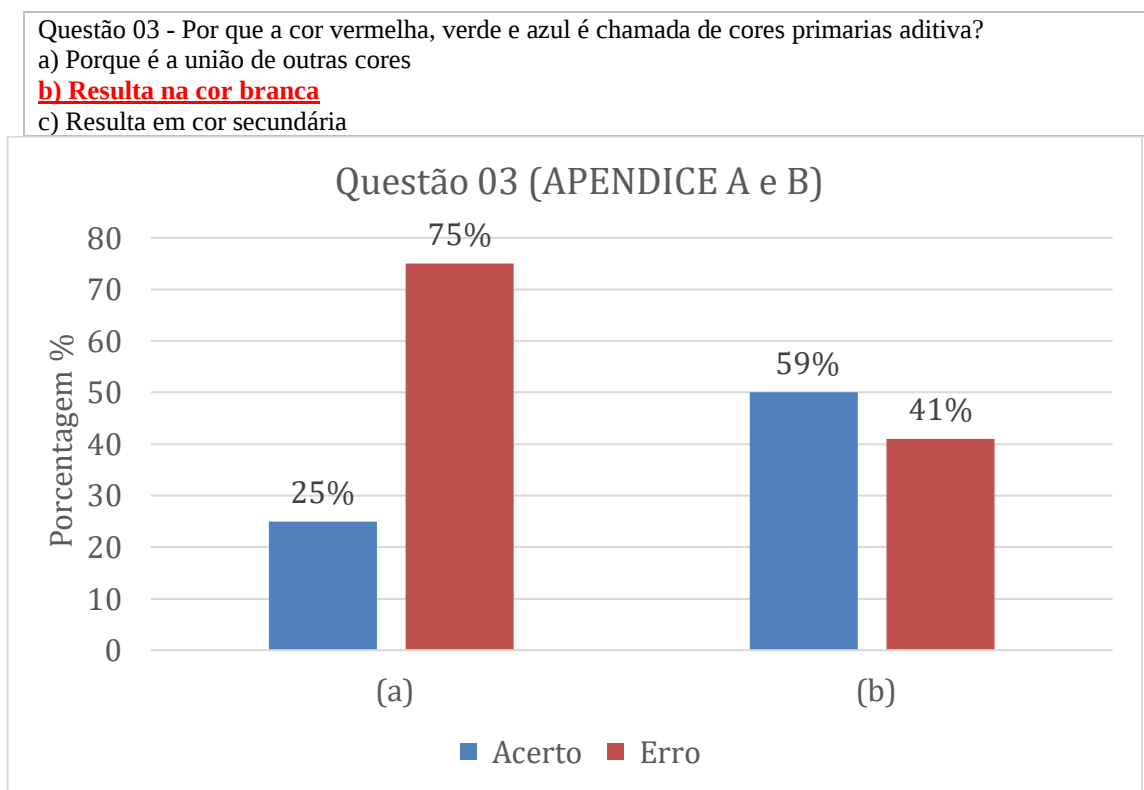


Fonte: Elaborada pela autora, (2024)

Em contraste, a taxa de acerto no Apêndice B indica que os alunos compreenderam melhor a questão, possivelmente devido a descrição informativa sobre o valor da velocidade da luz.

O gráfico 3 mostra os percentuais de acerto de acertos (em azul) e erros (em vermelho) referentes a questão 03 dos questionários dos (a) APÊNDICE A (avaliação diagnóstica, etapa I) e (b) APÊNDICE B (avaliação após a aula teórica, etapa II). A avaliação diagnóstica mostra que apenas 25 % acertaram a questão 03, valor abaixo do percentual aleatório (33,33 %) para o acerto da questão. Após a aplicação da etapa II, o percentual de acerto para essa questão subiu de 25 % para 59 %. Apesar do aumento significativo o percentual de erro de 41 % sugere que muitos alunos ainda têm dificuldades em entender o porquê das cores vermelha, verde e azul serem consideradas de cores primárias aditivas.

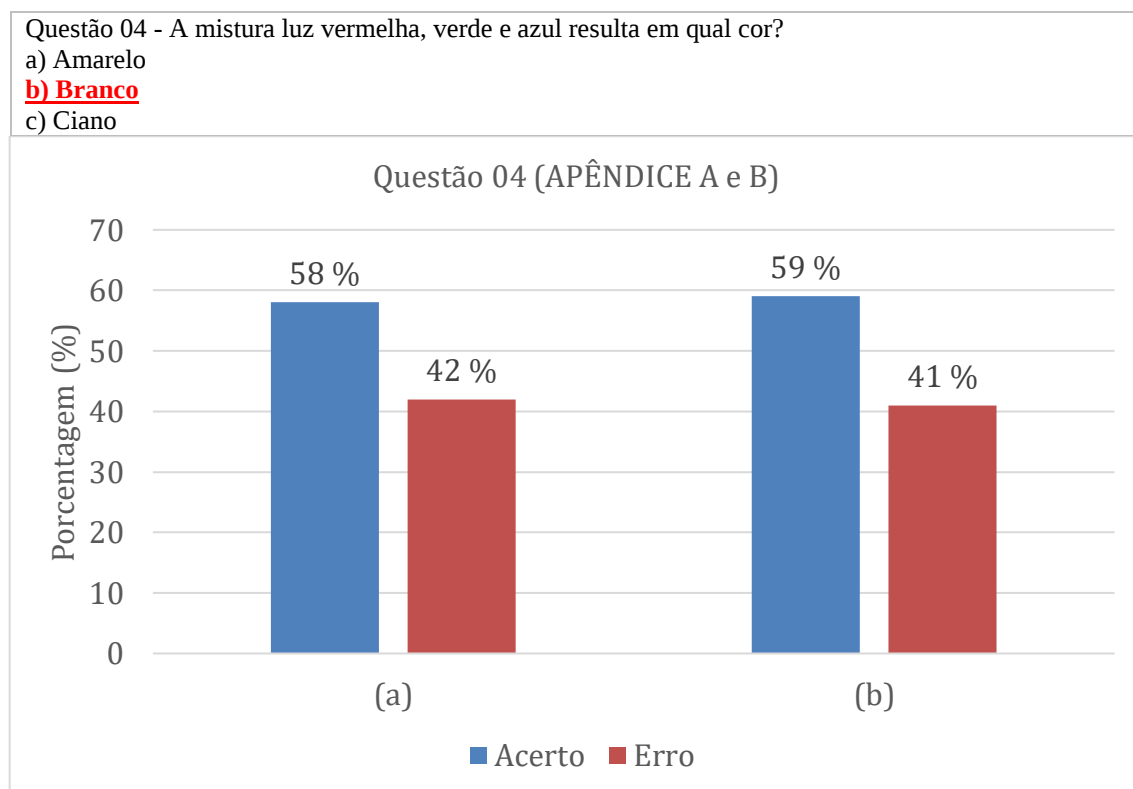
Gráfico 3 - Percentuais de acertos (em azul) e erros (em vermelho) referentes a questão 03 dos questionários nos (a) APÊNDICE A e (b) APÊNDICE B.



Fonte: Elaborada pela autora, (2024)

O gráfico 4 mostra os percentuais de acerto de acertos (em azul) e erros (em vermelho) referentes a questão 04 dos questionários dos (a) APÊNDICE A (avaliação diagnóstica, etapa I) e (b) APÊNDICE B (avaliação após a aula teórica, etapa II). O gráfico mostra que os percentuais de acertos são bastante semelhantes entre os dois apêndices, com 58% de acertos na avaliação diagnóstica e 59% na etapa II. A constância dos percentuais revela que, apesar de os resultados serem relativamente positivos, ainda há uma porcentagem significativa de erros, o que pode indicar a necessidade de reforço no ensino sobre a mistura de luz e suas cores resultantes. Esses dados podem ser utilizados para avaliar a eficácia das estratégias de ensino e para identificar áreas que necessitam de mais atenção, conforme discutido no trabalho.

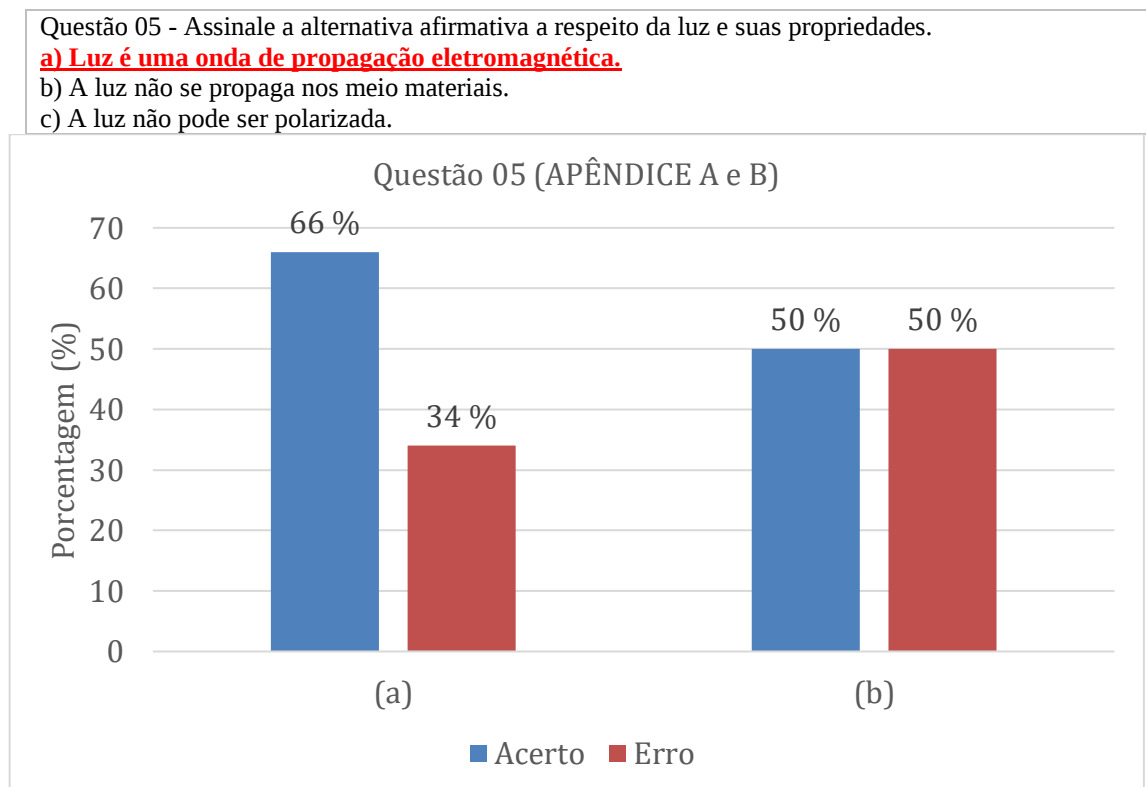
Gráfico 4 - Percentuais de acertos (em azul) e erros (em vermelho) referentes a questão 04 dos questionários nos (a) APÊNDICE A e (b) APÊNDICE B.



Fonte: Elaborada pela autora, (2024)

O gráfico 5 mostra os percentuais de acerto de acertos (em azul) e erros (em vermelho) referentes a questão 05 dos questionários dos (a) APÊNDICE A (avaliação diagnóstica, etapa I) e (b) APÊNDICE B (avaliação após a aula teórica, etapa II). Contra intuitivamente, os resultados mostram que houve uma retração nos percentuais de acertos. A diferença nos resultados pode indicar que o conteúdo, ou a forma como a questão foi apresentada, na etapa II pode ter sido mais desafiadora, ou menos clara, para os alunos, resultando em uma maior taxa de erros.

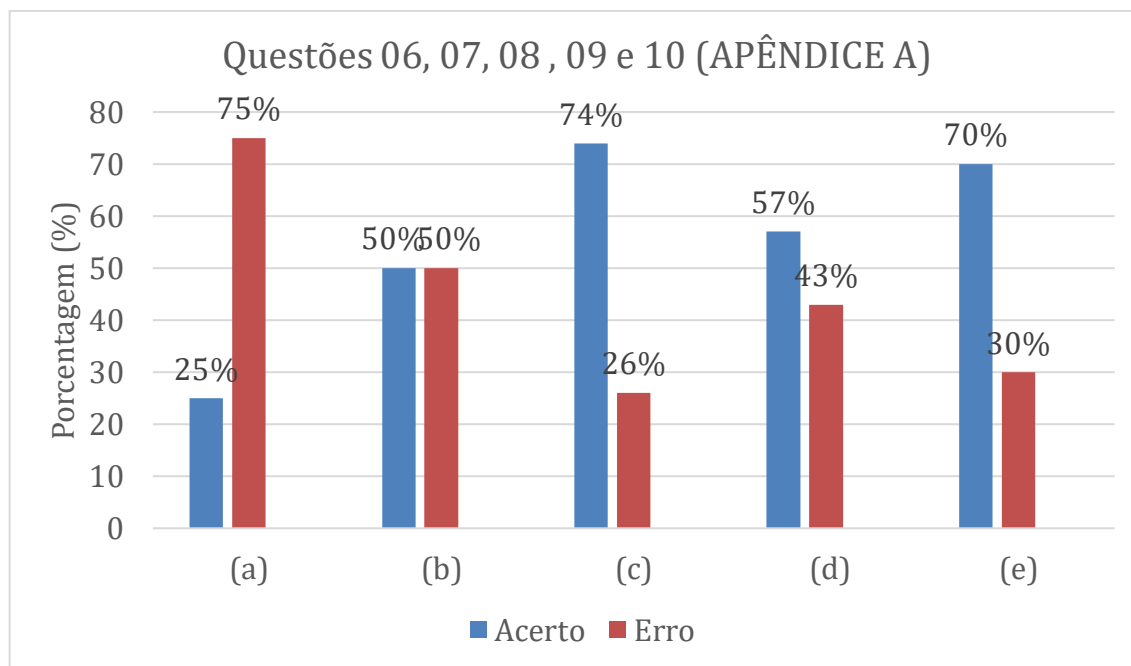
Gráfico 5 - Percentuais de acertos (em azul) e erros (em vermelho) referentes a questão 05 dos questionários nos (a) APÊNDICE A e (b) APÊNDICE B.



Fonte: Elaborada pela autora, (2024)

O gráfico 6 mostra os percentuais de acerto de acertos (em azul) e erros (em vermelho) referentes as 5 últimas questões (questões 06, 07, 08, 09 e 10) do questionário do APÊNDICE A (avaliação diagnóstica, etapa I).

Gráfico 6 - Percentuais de acertos (em azul) e erros (em vermelho) referente as questões (a) 06, (b) 07, (c) 08, (d) 09 e (e) 10 do questionário do APÊNDICE A.



Fonte: Elaborada pela autora, (2024)

A questão 06 teve a menor taxa de acertos (25%), indicando que a maioria dos alunos não conseguiu responder corretamente. Isso pode sugerir que o conteúdo abordado nessa questão foi particularmente difícil ou que os alunos não estavam suficientemente preparados.

A questão 07 apresentaram taxas de acerto de 50% e 50%, respectivamente. Isso mostra que, embora a maioria dos alunos tenha conseguido responder corretamente, ainda há uma porcentagem significativa de erros.

A questão 08 teve a maior taxa de acertos (74%), o que indica que a maioria dos alunos compreendeu bem o conceito abordado. Isso sugere que o tema foi mais acessível ou que os alunos tinham um conhecimento prévio mais sólido sobre ele.

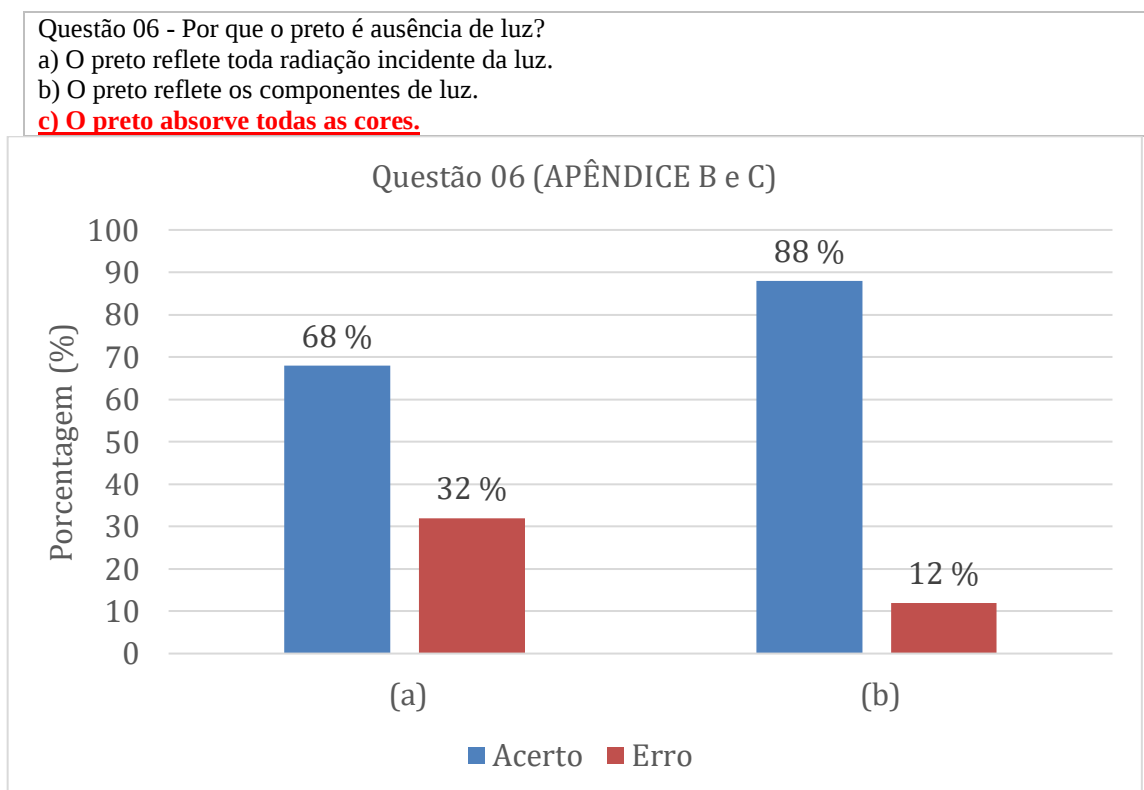
A questão 09 apresentaram taxas de acerto de 57% de acerto e 43% de erro. Isso mostra que, embora a maioria dos alunos tenha conseguido responder corretamente, ainda há uma porcentagem significativa de erros.

A questão 10 apresentaram taxas de acerto de 70% e 30% de erro. Isso mostra que, os alunos tiveram um bom desempenho, embora alguns dos alunos não tenha conseguido responder corretamente.

O gráfico 7 mostra os percentuais de acerto de acertos (em azul) e erros (em vermelho) referentes a questão 06 dos questionários dos (a) APÊNDICE B (avaliação após a aula teórica,

etapa II) e (b) APÊNDICE C (avaliação após a aula experimental, etapa III). O gráfico revela uma diferença de desempenho dos alunos entre os dois apêndices. Na etapa II, mais da metade dos alunos obtiveram êxito na questão (68%), enquanto no Apêndice C, a maioria (88%) teve sucesso. O aumento na taxa de acerto na etapa III indica que os alunos compreenderam melhor a questão, possivelmente devido a abordagem experimental.

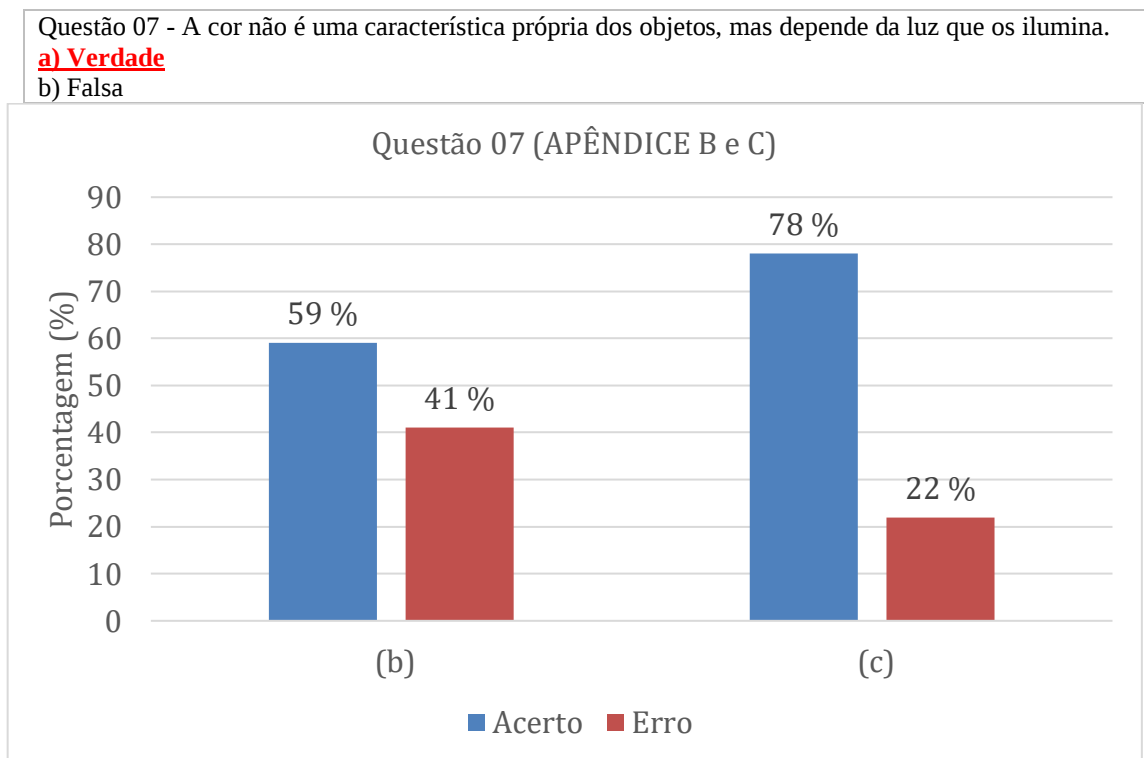
Gráfico 7 - Percentuais de acertos (em azul) e erros (em vermelho) referentes a questão 06 dos questionários nos (a) APÊNDICE B e (b) APÊNDICE C.



Fonte: Elaborada pela autora, (2024)

O gráfico 8 mostra os percentuais de acerto de acertos (em azul) e erros (em vermelho) referentes a questão 07 dos questionários dos (a) APÊNDICE B (avaliação após a aula teórica, etapa II) e (b) APÊNDICE C (avaliação após a aula experimental, etapa III). Na etapa II, menos da metade dos alunos (59%) dos alunos acertaram a questão, enquanto na etapa III, a maioria (78%) obtiveram acerto. A alta taxa de erro na etapa II (41%) sugere que os alunos podem ter encontrado dificuldades com o conteúdo abordado ou com a formulação da questão. Em contraste, a taxa de acerto na etapa III indica que os alunos compreenderam melhor a questão. Os resultados indicam que as intervenções pedagógicas realizadas entre os questionários foram eficazes em melhorar a compreensão dos alunos sobre o tema da questão.

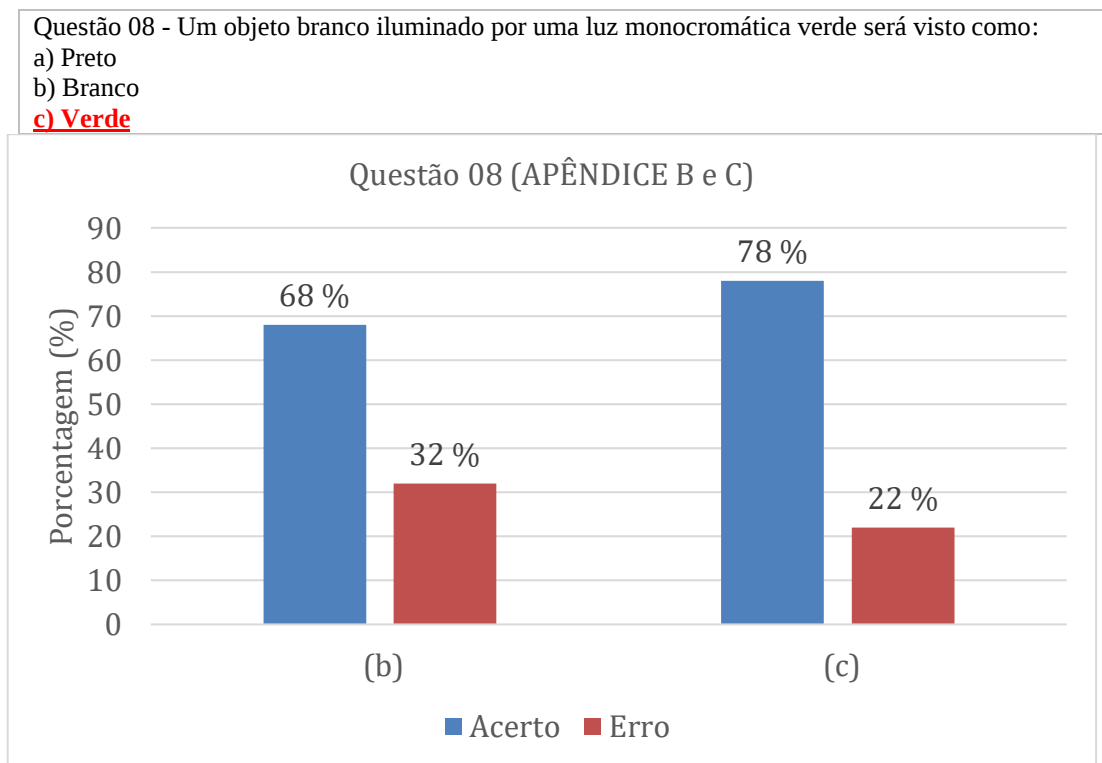
Gráfico 8 - Percentuais de acertos (em azul) e erros (em vermelho) referentes a questão 07 dos questionários nos (a) APÊNDICE B e (b) APÊNDICE C.



Fonte: Elaborada pela autora, (2024)

O gráfico 9 mostra os percentuais de acerto de acertos (em azul) e erros (em vermelho) referentes a questão 08 dos questionários dos (a) APÊNDICE B (avaliação após a aula teórica, etapa II) e (b) APÊNDICE C (avaliação após a aula experimental, etapa III). A maioria dos alunos acertou a questão 08, com uma taxa de acertos de 68% na etapa II e 78% na etapa III. Isso indica que a maioria dos alunos compreendeu o conceito abordado na questão. O aumento de 10% na taxa de acertos da etapa II para etapa III sugere que os alunos que responderam ao terceiro questionário (Apêndice C) tiveram uma melhor compreensão do conteúdo, possivelmente devido à prática.

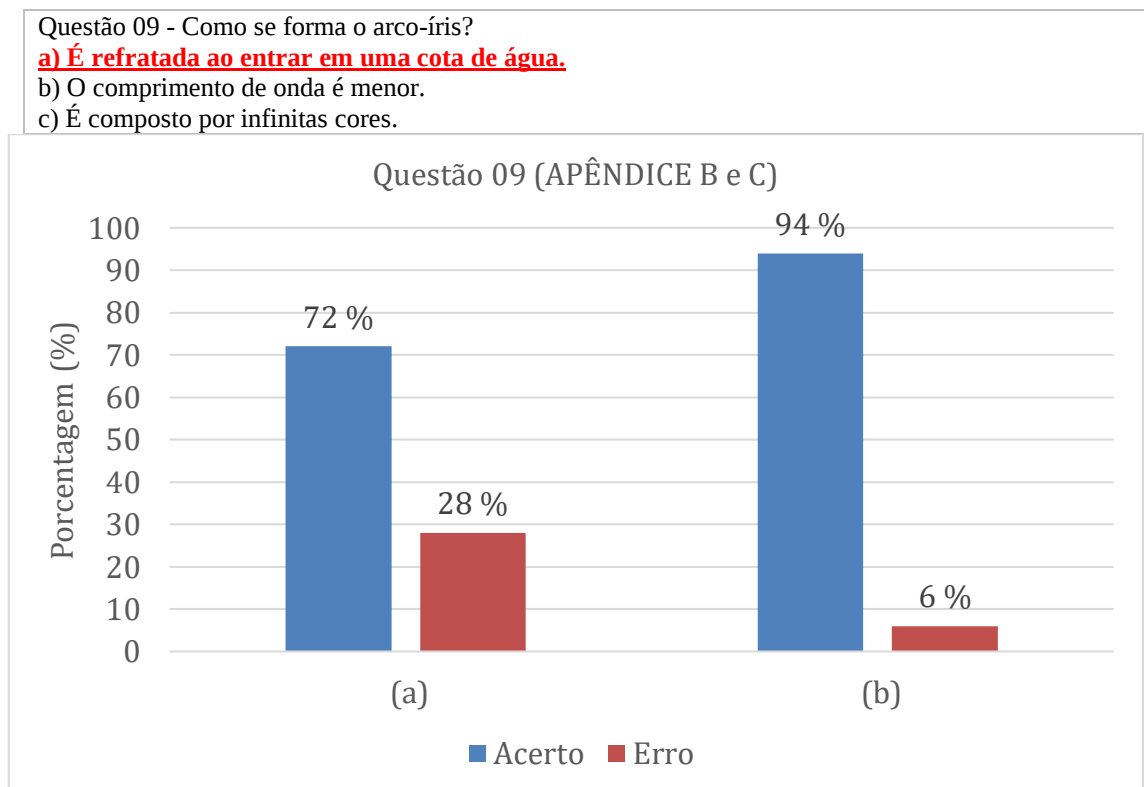
Gráfico 9 - Percentuais de acertos (em azul) e erros (em vermelho) referentes a questão 08 dos questionários nos (a) APÊNDICE B e (b) APÊNDICE C.



Fonte: Elaborada pela autora, (2024)

O gráfico 10 mostra os percentuais de acerto de acertos (em azul) e erros (em vermelho) referentes a questão 09 dos questionários dos (a) APÊNDICE B (avaliação após a aula teórica, etapa II) e (b) APÊNDICE C (avaliação após a aula experimental, etapa III). A maioria dos alunos acertou a questão 09, com uma taxa de acertos de 72% na etapa II e um aumento significativo para 94% na etapa III. Isso indica uma melhoria notável na compreensão do conteúdo entre os dois grupos de questionários. O aumento de 22% na taxa de acertos do etapa II para a etapa III sugere que os alunos que responderam ao segundo questionário tiveram uma melhor compreensão do tema abordado.

Gráfico 10 - Percentuais de acertos (em azul) e erros (em vermelho) referentes a questão 09 dos questionários nos (a) APÊNDICE B e (b) APÊNDICE C.

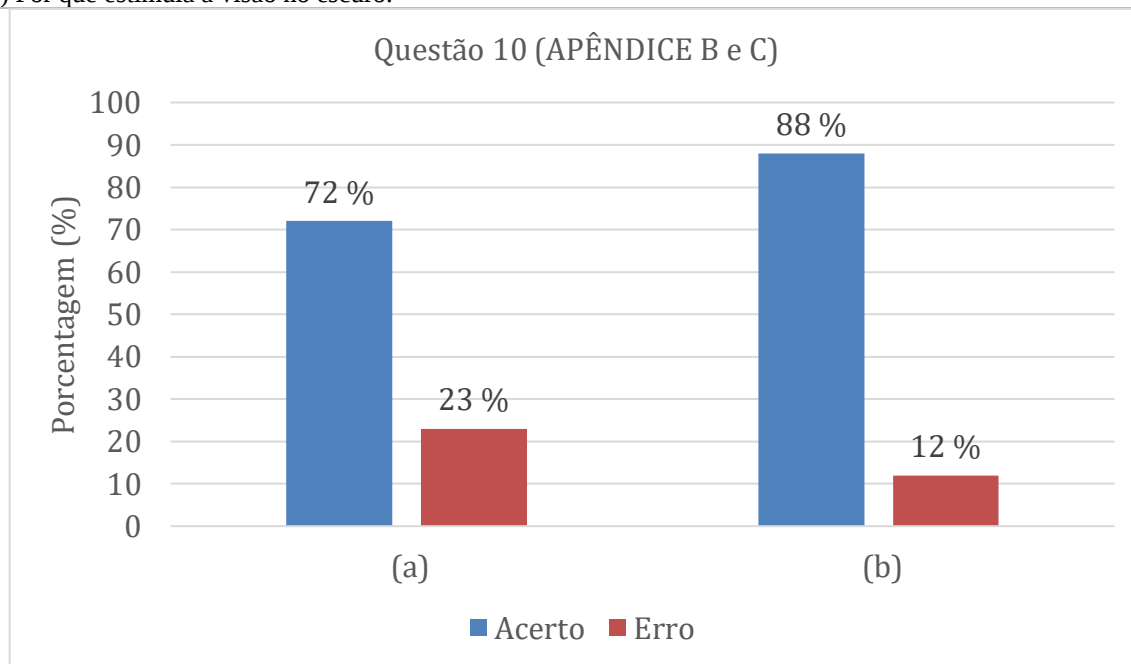


Fonte: Elaborada pela autora, (2024)

O gráfico 11 mostra os percentuais de acerto de acertos (em azul) e erros (em vermelho) referentes a questão 10 dos questionários dos (a) APÊNDICE B (avaliação após a aula teórica, etapa II) e (b) APÊNDICE C (avaliação após a aula experimental, etapa III). O maior número de acerto a questão 10, com uma taxa de acertos de 72% na etapa II e um aumento para 88% na etapa III. Isso indica que houve uma melhoria na compreensão do conteúdo entre os dois grupos de questionários. Um aumento de 16% na taxa de acertos da etapa II para a etapa III sugere que os alunos que responderam ao segundo questionário tiveram uma melhor compreensão do tema abordado.

Gráfico 11 - Percentuais de acertos (em azul) e erros (em vermelho) referentes a questão 10 dos questionários nos (a) APÊNDICE B e (b) APÊNDICE C.

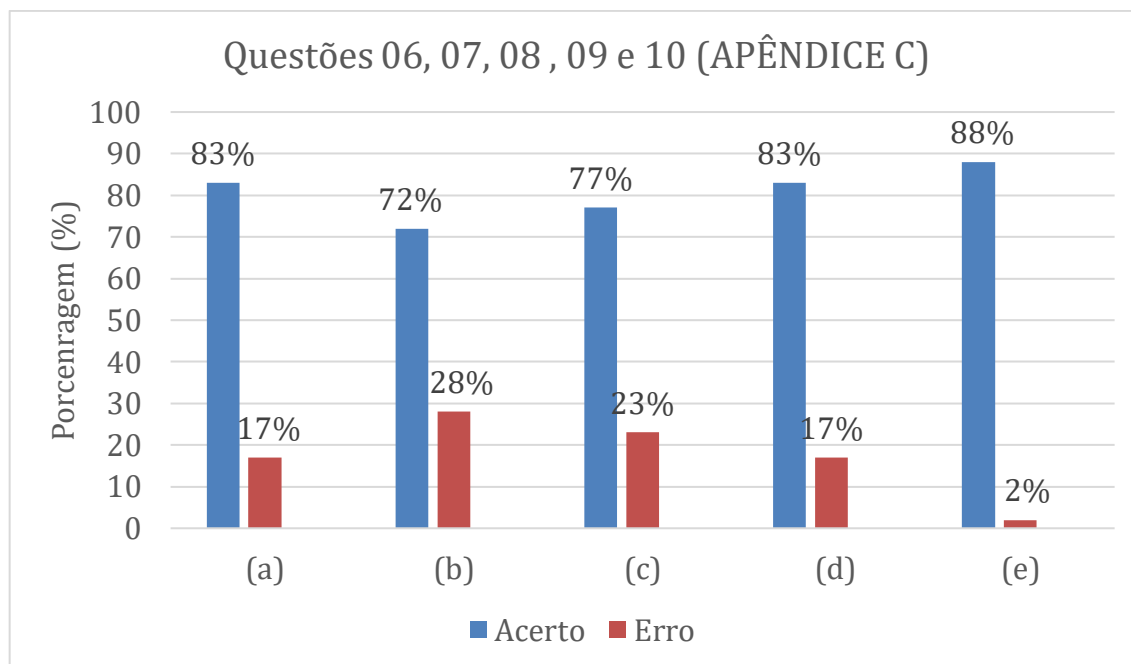
10. Por que não é possível enxergar em um ambiente totalmente escuro?
 a) Porque só conseguimos enxergar os objetos que não produzem luz.
b) Porque só conseguimos enxergar os objetos que refletem a luz de uma fonte luminosa, ou de luz própria.
 c) Por que estimula a visão no escuro.



Fonte: Elaborada pela autora, (2024)

O gráfico 12 mostra os percentuais de acerto de acertos (em azul) e erros (em vermelho) referentes as 5 primeiras questões (questões 06, 07, 08, 09 e 10) do questionário do APÊNDICE C (após a aula experimental, etapa III). Essas questões não constam em nenhum dos questionários anteriores. O intuito disso é confrontar os alunos diante de questões que eles ainda não tinham visto.

Gráfico 12 - Percentuais de acertos (em azul) e erros (em vermelho) referentes as questões (a) 01, (b) 02, (c) 03, (d) 04 e (e) 05 do questionário no APÊNDICE C.



Fonte: Elaborada pela autora, (2024)

Pode-se observar que as taxas de acerto variam entre 72% e 88%, indicando um desempenho geral positivo dos alunos nas questões do Apêndice C. A maioria dos alunos conseguiu responder corretamente a essas questões. As questões com maior e menor desempenho, são: a questão 5 teve a maior taxa de acertos (88%), sugerindo que o conteúdo abordado foi bem compreendido pelos alunos; a questão 2 teve a menor taxa de acertos (72%), indicando que essa questão pode ter apresentado mais dificuldades para os alunos. Os resultados sugerem que, de modo geral, as intervenções pedagógicas com a experimentação foram intermediadoras no processo de ensino-aprendizagem, pois a maioria dos alunos demonstrou compreensão adequada do conteúdo.

5 CONCLUSÕES

A proposta metodológica para o ensino da introdução à óptica através da experimentação de cores e luz revela-se incentivadora e essencial para o aprendizado significativo dos estudantes. Ao longo deste trabalho, exploramos como a abordagem experimental desperta o interesse dos alunos e, também, possibilita a compreensão dos conceitos teóricos complexos. Através de atividades práticas que envolvem a interação direta com fenômenos ópticos, os estudantes observaram e participam ativamente na construção do conhecimento.

A experimentação com cores e luz contextualiza os conceitos abstratos da óptica e estimula o pensamento crítico e a resolução de problemas, promovendo um ambiente de aprendizado dinâmico e participativo. Além disso, esta abordagem se alinha perfeitamente com os princípios contemporâneos de educação científica, onde a investigação ativa e a descoberta pessoal são fundamentais para a construção de um conhecimento duradouro e significativo.

Portanto, esta proposta metodológica não só visa melhorar a compreensão dos estudantes sobre a óptica, mas também promover o desenvolvimento de habilidades essenciais para a ciência e a aprendizagem ao longo da vida. Ao integrar experimentação prática com os fundamentos teóricos da óptica, estamos preparando os alunos para entender os fenômenos que nos cercam.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, M. D.; Sousa, F. da S. C. de S.; Machado, F. da S.; Santos, A. M. dos. **Teacher malaise in physics teaching: perspectives and challenges**. Research, Society and Development, [S. l.], v. 9, n. 6, p. e106963265, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i6.3265. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/3265>. Acesso em: 14 aug. 2024.

ANTONOWISKI, R.; Alencar, M. V.; Rocha, L. C. T. (2017). **Dificuldades encontradas para aprender e ensinar física moderna**. Scientific Electronic Archives, 10(4). <http://www.seasinop.com.br/revista/index.php?journal=SEA&page=article&op=view&path%5B%5D=384&path%5B%5D=pdf>.

BECHTLUFFT, Josélia Margarida de; Menezes, Paulo Henrique Dias. **Análise de uma sequência didática para o ensino de luz e cores com foco no desenvolvimento do pensamento de ordem superior**. Ensino de Física, Brasília, v. 5, p. 96-107, 2021.

BONJORNO, J.; Kroetz, L.; Heinzen, V. Física. 6ª ed. São Paulo: FTD, 2000.

CAMPOS, Alexandre; Sousa, Wellington Batista de; Souza, Tadeu Nunes. **Luz, cor e visão: uma proposta de ensino por investigação**. Física na Escola, São Paulo, v. 15, n. 01, p. 41-43, 2017.

CARVALHO, A.; Oliveira, M.; Santos, L. **Desafios no ensino de ciências: uma perspectiva contemporânea**. Revista Brasileira de Educação em Ciências, 17(2), 45-58. 2021.

FERREIRA, P. H. D. Ghiglieno, F. Tribuzi, V. **Atividades experimentais no ensino de óptica: uma nova revisão**. Revista Brasileira DE Ensino de Física, 46, e20240104. 2024. Acessado 23 Agosto. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2024-0104>.

FRAUNHOFER, J. (2017). **Avanços em Óptica: Uma Revisão das Tecnologias e Aplicações**. Revista de Física Moderna, 12(4), 45-60.

GRASSELLI, Erasmo Carlos; Gardelli, Daniel. **Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor: O ensino da Física pela a experimentação no Ensino Médio: Da teoria a pratica** Versão Online Cadernos PDE. Vol. I. 2014.

GOMES, L. F. **Práticas experimentais no ensino de Física: importância e desafios**. São Paulo: Editora Atlas, 2021.

HALLIDAY, D.; Resnick, R. **Física**. 4ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

HELERBROCK, Rafael. **"Espectro eletromagnético"**. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/espectro-eletromagnetico.htm>. Acesso em 25 de setembro de 2024.

HENRIQUE, Franciele Renata et al. **Luz à primeira vista: um programa de atividades para o ensino de óptica a partir de cores**. Revista Brasileira de Ensino de Física [online]. 2019, v. 41, n. 3 [Acessado 17 Janeiro 2024], e20180223. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2018-0223>>. Epub 17 Jan 2019. ISSN 1806-9126. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2018-0223>.

MOREIRA, Marcos. **Aprendizagem significativa**: teoria e prática. São Paulo: Editora Livraria da Física, 1999.

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**: A teoria de David Ausubel. São Paulo: Morais, 1999.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Editora pedagógica e universitária, 1999.

MOREIRA, Marcos Antônio. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. Aceito para publicação, Currículum, La Laguna, Espanha, 2012.

MOREIRA, M. A. **Desafios no ensino da física**. Revista Brasileira De Física, vol. 43, suppl. 1, e20200451 (2021). Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0451>.

NUSSENZVEIG, H.M. **"O Ensino de Ciências."** São Paulo: Editora Ática, 1998.

RIBEIRO, Jair Lúcio Prados e Verdeaux, Maria de Fátima da Silva. **Atividades experimentais no ensino de óptica**: uma revisão. Revista Brasileira de Ensino de Física [online]. 2012, v. 34, n. 4 [Acessado 23 Janeiro 2024], 4403. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1806-11172012000400021>>. Epub 31 Jan 2013. ISSN 1806-9126. <https://doi.org/10.1590/S1806-11172012000400021>.

SANTOS, Alessandra Marques Ferreira dos; ALVIM, Márcia Helena. **Estudo sobre a formação das cores na óptica**: possibilidades a partir das fontes documentais históricas. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, [S.L.], v. 39, n. 3, p. 798-827, 15 dez. 2022. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2022.e86515>.

SÉRÉ, M.-G., Coelho, S. M., & Nunes, A. D. **O papel da experimentação no ensino da Física**. Caderno Brasileiro De Ensino De Física, 20(1), 30–42. 2003. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6560>.

SILVA, Cibelle Celestino e Martins, Roberto de Andrade. **A teoria das cores de newton**: um exemplo do uso da história da ciência em sala de aula. Ciência & Educação (Bauru) [online]. 2003, v. 9, n. 1 [Acessado 17 Janeiro 2024], pp. 53-65. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1516-73132003000100005>>. Epub 23 Set 2010. ISSN 1980-850X. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132003000100005>.

SILVA, J. F., & Pereira, A. C. **Abordagens alternativas no ensino de Física**: práticas pedagógicas e reflexões. Revista Brasileira de Ensino de Física, 42(3), 1-12. 2020.

SCARINCI, A. L., & Marineli, F. **O modelo ondulatório da luz como ferramenta para explicar as causas da cor.** Revista Brasileira De Ensino De Física, 36(1), 1309. 2014. <https://doi.org/10.1590/S1806-11172014000100009>.

SOUZA, R. T. **A experimentação no ensino de Física:** metodologias e práticas. Rio de Janeiro: Editora Ciência e Educação, 2020.

APÊNDICES

APÊNDICE A – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

1. Qual é a evidencia experimental que afirma que a luz branca é uma mistura de todas as cores do espectro visível?

a) Luz branca

b) Prisma de Newton

c) Refração na água

2. Qual o valor da velocidade da luz (aproximadamente) no vácuo?

a) 300.000 km/s

b) 370.000 km/s

c) 375.000 km/s

3. Por que a cor vermelha, verde e azul é chamada de cores primarias aditiva?

a) Porque é a união de outras cores

b) Resulta na cor branca

c) Resulta em cor secundaria

4. A mistura luz vermelha, verde e azul resulta em qual cor?

a) Amarelo

b) Branco

c) Ciano

5. Assinale a alternativa afirmativa a respeito da luz e suas propriedades.

a) Luz é uma onda de propagação eletromagnética.

b) A luz se propaga nos meio materiais.

c) A luz não pode ser polarizada.

6. O que esquentará mais rápido quando submetido à luz solar?

a) Um pedaço de vidro incolor

b) Um pedaço de vidro colorido

7. Que cor da luz visível tem maior comprimento de onda?

a) Branco

b) Vermelho

c) Azul

8. Que cor da luz visível tem menor comprimento de onda?

a) Vermelho

b) Amarelo

c) Violeta

9. Por que um pedaço de papel branco aparece como branco?

a) A cor branca reflete todas as outras cores

b) A cor branca não é considerada uma cor

c) A cor branca não reflete todas as cores

10. Uma fonte secundária de luz que se apresenta na cor azul:

a) Refrata a luz incidente

b) Reflete a luz azul

c) Difrata a luz azul

APÊNDICE B – AVALIAÇÃO APÓS A AULA TEÓRICA

1. Qual é a evidencia experimental que afirma que a luz branca é uma mistura de todas as cores do espectro visível?

a) Luz branca

b) Prisma de Newton

c) Refração na água

2. Qual o valor da velocidade da luz (aproximadamente) no vácuo?

a) 300.000 km/s

b) 370.000 km/s

c) 375.000 km/s

3. Por que a cor vermelha, verde e azul é chamada de cores primarias aditiva?

a) Porque é a união de outras cores

b) Resulta na cor branca

c) Resulta em cor secundaria

4. A mistura luz vermelha, verde e azul resulta em qual cor?

a) Amarelo

b) Branco

c) Ciano

5. Assinale a alternativa afirmativa a respeito da luz e suas propriedades.

a) Luz é uma onda de propagação eletromagnética.

b) A luz se propaga nos meio materiais.

c) A luz não pode ser polarizada.

6. Por que a cor preta é ausência de luz?

a) O preto reflete toda radiação incidente da luz.

b) O preto reflete os componentes de luz.

c) O preto absorve todas as cores.

7. A cor não é uma característica própria dos objetos, mas depende da luz que os ilumina.

a) Verdade

b) Falsa

8. Um objeto branco iluminado por uma luz monocromática verde será visto como.

a) Preto

b) Branco

c) Verde

9. Como se forma o arco-íris?

a) É refratada ao entrar em uma cota de água.

b) O comprimento de onda é menor.

c) É composto por infinitas cores.

10. Por que não é possível enxergar em um ambiente totalmente escuro?

a) Porque só conseguimos enxergar os objetos que não produzem luz.

b) Porque só conseguimos enxergar os objetos que refletem a luz de uma fonte luminosa, ou de luz própria.

c) Por que estimula a visão no escuro.

APÊNDICE C – AVALIAÇÃO APÓS A AULA EXPERIMENTAL

1. Qual poderia ser a composição do disco de Newton, utilizado apenas três cores do espectro, para apresente o mesmo resultado?
 - a) Laranja, azul e amarelo.
 - b) Azul, vermelha e laranja.
 - c) Verde, azul e vermelha.
2. Como ocorre a reflexão?
 - a) A luz incide sobre uma superfície e retorna ao meio original.
 - b) A imagem formada é bastante nítida.
 - c) A luz não é refletida por uma superfície.
3. Quais as propriedades da luz?
 - a) Intensidade, frequência e polarização
 - b) Refração, absorção e reflexão.
 - c) Primária, secundárias e terciárias.
4. Qual corpo não permite a passagem da luz?
 - a) Corpos opacos.
 - b) corpos transparentes.
 - c) Corpos translúcidos.
5. Qual o corpo que possuem luz própria?
 - a) Sol.
 - b) Terra.
 - c) Lua.
6. Por que o preto é ausência de luz?
 - a) O preto reflete toda radiação incidente da luz.
 - b) O preto reflete os componentes de luz.
 - c) O preto absorve todas as cores.
7. A cor não é uma característica própria dos objetos, mas depende da luz que os ilumina.

a) Verdade

b) Falsa

8. Um objeto branco iluminado por uma luz monocromática verde será visto como.

a) Preto

b) Branco

c) Verde

9. Como se forma o arco-íris?

a) É refratada ao entrar em uma cota de água.

b) O comprimento de onda é menor.

c) É composto por infinitas cores.

10. Por que não é possível enxergar em um ambiente totalmente escuro?

a) Porque só conseguimos enxergar os objetos que não produzem luz.

b) Porque só conseguimos enxergar os objetos que refletem a luz de uma fonte luminosa, ou de luz própria.

c) Por que estimula a visão no escuro.