



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

PALOMA THUANY CAVALCANTE RIBEIRO

POLARIZADOR DE LUZ: UM ESTUDO SOBRE A CONSTRUÇÃO E A APLICAÇÃO
DE UM DISPOSITIVO DIDÁTICO

SÃO RAIMUNDO NONATO

2024

PALOMA THUANY CAVALCANTE RIBEIRO

POLARIZADOR DE LUZ: UM ESTUDO SOBRE A CONSTRUÇÃO E A APLICAÇÃO DE
UM DISPOSITIVO DIDÁTICO

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. Rafael de Alencar Rocha

SÃO RAIMUNDO NONATO

2024

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

Ribeiro, Paloma Thuany Cavalcante

R484p Polarizador de luz : um estudo sobre a construção e a aplicação de um dispositivo didático / Paloma Thuany Cavalcante Ribeiro. - 2024.
42 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. Rafael de Alencar Rocha.

1. óptica. 2. polarização da luz. 3. aprendizagem significativa. I.Título.

CDD - 530

Elaborado por Uliscley Silva Gomes CRB 15/938

PALOMA THUANY CAVALCANTE RIBEIRO

POLARIZADOR DE LUZ: UM ESTUDO SOBRE A CONSTRUÇÃO E A APLICAÇÃO DE
UM DISPOSITIVO DIDÁTICO

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: 12/09/2024

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Rafael de Alencar Rocha (Orientador)

Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Campus São Raimundo Nonato

Prof. Dr. Antônio Sousa Ribeiro

Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dr. Guilherme Severino Mendes de Araújo

Instituto Federal do Piauí (IFPI)

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha sincera gratidão a todos que contribuíram para esta conquista. Primeiramente, agradeço a Deus, pela força, saúde e sabedoria que me sustentaram durante toda esta jornada acadêmica.

A minha mãe, Maria do Socorro Cavalcante Ribeiro, pelo amor incondicional, apoio constante e por ser meu maior exemplo de dedicação e perseverança. A senhora me ensinou o valor do esforço e da educação, e por isso, sou eternamente grata.

A minha irmã, Rayane Cristina Cavalcante Ribeiro, por sempre acreditar em mim e por estar ao meu lado nos momentos mais difíceis e também nas conquistas.

A uma amiga muito especial, Josueli Araujo, do campus Parnaíba, cuja ajuda foi inestimável ao longo desta jornada. Sua disposição em me apoiar, tanto nos momentos de dificuldade quanto nos momentos de celebração, fez toda a diferença. Sou imensamente grata por sua amizade e por toda a assistência que me proporcionou.

Ao meu orientador, Rafael de Alencar, por toda a paciência, orientação, e sabedoria compartilhada durante esta jornada. Sua orientação foi essencial para a conclusão deste trabalho.

Aos professores, pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional.

Aos meus colegas de curso, que compartilharam comigo essa caminhada, os desafios, e as vitórias. Juntos, crescemos e aprendemos, e essa jornada foi muito mais significativa por termos trilhado esse caminho juntos.

À minha instituição de ensino IFPI, e a todos os professores, pelo conhecimento transmitido e pela formação acadêmica de excelência.

RESUMO

As instituições educacionais enfrentam inúmeros desafios ao ensinar Física, uma disciplina que muitas vezes adota uma abordagem abstrata. A complexidade dos conceitos físicos advém da sua natureza muitas vezes não diretamente observável, o que dificulta a compreensão pelos alunos. Em resposta às dificuldades enfrentadas pelos professores ao abordar o tema da Óptica, especialmente no que diz respeito à polarização da luz, foi desenvolvida a iniciativa de criar um polarizador alternativo. Este estudo foi aplicado em uma turma do 3º ano do ensino médio de uma escola estadual, com o objetivo de verificar a eficácia desse recurso pedagógico. Para coleta de dados, foram aplicados dois questionários, um inicial e outro final, para avaliar o progresso dos alunos. Os resultados indicaram que o produto educacional proposto atingiu os objetivos estabelecidos. Embora tenham sido identificadas lacunas iniciais no entendimento dos conceitos de polarização da luz, a aplicação do polarizador alternativo contribuiu significativamente para a melhora na compreensão dos alunos.

Palavras-chave: Óptica; polarização da luz; aprendizagem significativa.

ABSTRACT

Educational institutions face numerous challenges in teaching Physics, a subject that often takes an abstract approach. The complexity of physical concepts arises from their nature, which is often not directly observable, making comprehension difficult for students. In response to the challenges teachers encounter when addressing the topic of Optics, particularly in relation to light polarization, the initiative to create an alternative polarizer was developed. This study was conducted with a 3rd -year high school class at a state school, aiming to assess the effectiveness of this pedagogical tool. To collect data, two questionnaires were administered, one at the beginning and one at the end of the study, to evaluate the students' progress. The results indicated that the proposed educational product achieved the established objectives. Although initial gaps in understanding the concepts of light polarization were identified, the application of the alternative polarizer significantly contributed to improving the students'

Keywords: Optics; light polarization; meaningful learning.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 01- Esquema representativo da luz não polarizada	16
Figura 02- Esquema representativo da luz polarizada	16
Figura 03- Polarímetro elaborado por Jean Baptiste Biot	17
Figura 04- Um polarímetro moderno	19
Figura 05- Luz polarizada emergente do polarizador 1 atravessando o polarizador 2.....	20
Figura 06.Luz natural incidindo sobre uma polaróide.....	21
Figura 07. Fenômeno de polarização da luz através de um polarizador e um analisador	21
Figura 08-Aplicação do questionário inicial.....	24
Figura 09-Experimento da polarização da luz.....	25
Figura 10-Aplicação do questionário final.....	26
Figura 11-Resultado da questão 01.....	27
Figura 12- Resultado da questão 02.....	28
Figura 13- Resultado da questão 03.....	29
Figura 14- Resultado da questão 04.....	30
Figura 15- Resultado da questão 05.....	30
Figura 16- Resultado da questão 01.....	31
Figura 17- Resultado da questão 02.....	32
Figura 18- Resultado da questão 03.....	33
Figura 19- Resultado da questão 04.....	34
Figura 20- Resultado da questão 05.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 01- Atividade experimental	39
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1 Aprendizagem Significativa de Ausubel	13
2.2 Polarização da Luz.....	14
2.3 Polarímetro.....	17
2.4 Lei de Malus.....	19
3 METODOLOGIA.....	22
3.1 Local da Pesquisa	22
3.2 Sujeito da Pesquisa	22
3.3 Produto Educacional.....	23
4 APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	24
4.1 Questionário Inicial	24
4.2 Demonstração de Polarização Por Transmissão.....	25
4.3 Questionário Final	25
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	27
5.1 Questionário Inicial	27
5.2 Questionário Final	31
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
REFERÊNCIAS	37
APÊNDICE A-ATIVIDADE EXPERIMENTAL	39
APÊNDICE B-ATIVIDADE EXPERIMENTAL	41

1 INTRODUÇÃO

As instituições educacionais enfrentam diversos obstáculos ao se ensinar Física, uma disciplina que assume uma abordagem abstrata. A complexidade dos conceitos físicos emerge de sua natureza desvinculada da observação direta da realidade, tornando a compreensão um desafio. Adicionalmente, a Física é uma área em constante desenvolvimento, com descobertas frequentes, o que pode complicar a atualização regular do currículo. Conforme Medeiros e Medeiros (2002,p.78) afirma que :

o ensino da Física nas escolas e nas universidades não tem parecido ser uma tarefa fácil para muitos professores. Uma das razões para essa situação é que a Física é lida com vários conceitos, alguns dos quais caracterizados por uma alta dose de abstração fazendo com que a matemática seja uma ferramenta essencial no desenvolvimento da Física”.(MEDEIROS & MEDEIROS,2002,p.78)

Segundo Benfica (2020,p.4)

o ensino da Física tem sido visto de um ângulo negativo pelos alunos, pois eles não relacionam a Física em teoria que lhe é apresentada na sala de aula com o seu cotidiano, mas associa com a Matemática e ainda atribui como mais difícil, não percebendo a abstração necessária, fato este refletido nos resultados das avaliações, onde ocorrem reprovações em quantidade significativa.(BENFICA,2020,p.4)

Nesse sentido, torna-se essencial que o professor proporcione abordagens alternativas que desempenhem um papel significativo no processo de ensino-aprendizagem, incluindo a utilização de instrumentos pedagógicos e práticas experimentais.

Conforme Silva (2022,p.840)

as aulas experimentais têm maior impacto aos olhos do aluno e, conseqüentemente, consegue a atenção e o envolvimento do aprendiz com o conteúdo abordado com ferramentas dessa natureza. Nesse panorama, o estudante tem mais chances de realizar questionamento e se tornar um sujeito ativo no processo de ensino e aprendizado. (SILVA,2022,p.840)

Nessa perspectiva, surge a iniciativa de desenvolver um projeto para a construção de um polarizador alternativo em resposta às dificuldades enfrentadas pelos professores ao abordar o tema da Óptica, especialmente devido à redução da carga horária no novo ensino médio. O objetivo principal é oferecer uma solução na forma de um polarizador alternativo, proporcionando aos alunos a oportunidade de aprender sobre a polarização da luz de maneira lúdica e recreativa.

Este trabalho apresenta um método simples e alternativo para construir polarizadores usando fita adesiva e lâmina. O método é baseado no efeito de polarização por reflexão. Quando a luz incide em uma superfície reflexiva, parte da luz é refletida e parte é transmitida,

o produto educacional será testado usando duas películas polarizadoras de 2 mm de espessura e uma fita adesiva de polietileno.

O mesmo será usado como uma atividade extra em aulas de ensino médio para ensinar aos alunos sobre a natureza da luz como comportamento ondulatório e suas aplicações. As atividades podem ser adaptadas para diferentes níveis de ensino e podem ser usadas para ilustrar conceitos científicos, como polarização, reflexão e refração.

Espera-se que os resultados deste trabalho contribuam para o desenvolvimento de novas estratégias. Os resultados também podem ajudar a promover a compreensão da polarização da luz e suas aplicações entre alunos do ensino médio.

2.REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico visa embasar a pesquisa e fornecer o suporte necessário para a compreensão dos conceitos relacionados à aprendizagem significativa de Ausubel, à polarização da luz e à aplicação do polarímetro, incluindo a Lei de Malus. A base teórica oferecida é crucial para uma compreensão profunda e integrada desses temas, permitindo uma análise detalhada e fundamentada de cada um.

2.1 Aprendizagem significativa de Ausubel

David Ausubel (1918-2008) foi um psicólogo americano conhecido por suas contribuições significativas no campo da psicologia educacional. Nascido em Nova York, Ausubel dedicou grande parte de sua carreira ao estudo da aprendizagem e à aplicação de princípios psicológicos na educação. A sua principal contribuição foi a Teoria da Aprendizagem Significativa, desenvolvida na década 1960. A teoria destaca a importância de conectar novos conhecimentos aos conhecimentos prévios dos alunos, promovendo assim uma aprendizagem mais profunda e duradoura.

A aprendizagem significativa ocorre quando as novas informações, incorporam uma estrutura lógica e interagem com outros conceitos relevantes, inclusivos e claros, previamente estabelecidos na estrutura cognitiva por processo de assimilação em equidade sob o processo de diferenciação, elaboração e estabilidade. É por meio desse processo de interatividade que há apropriação uma experiência consciente, claramente articulada e precisamente diferenciada quanto a sinais, símbolos, conceitos e proposições potencialmente e incontestavelmente significativos que estão estritamente relacionados a estrutura cognitiva e a ele incorporados. (GUIMARÃES, 2021)

Ausubel reforça a importância do conhecimento prévio do aluno, que ele chama de "subsunçores", que são ideias ou conceitos já existentes na mente do aluno. Conforme afirma Alisson e Leite (2016), assim o conhecimento torna-se uma estrutura hierárquica onde o conhecimento prévio do indivíduo é enriquecido com o novo conhecimento. Sucessivamente, o subsunçor se enriquece em significados, servindo cada vez mais de âncora para novos conhecimentos.

Na prática pedagógica alinhada à teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, o papel do professor é crucial na seleção e apresentação de materiais potencialmente significativos. Segundo Alisson e Leite (2016), o conteúdo escolar apresentado tem que ser

potencialmente significativo e se apresentar de forma interessante e motivacional servindo de reforço à disposição que o aluno tem para aprender ou ao seu conhecimento prévio.

A contextualização do material, através de exemplos práticos e situações do cotidiano, torna a assimilação de conceitos mais efetiva. Além disso, a inclusão de atividades práticas, leva o aprendiz a se manter motivado. Ao personalizar o ensino para se adequar às necessidades individuais dos alunos, o professor cria um ambiente de aprendizagem envolvente e motivador, onde o processo de construção de conhecimento é potencialmente significativo e duradouro. Segundo Torres (2022), Para que o ensino seja eficaz, é essencial que o professor estabeleça relações entre o conteúdo novo que será abordado em sala de aula e o conhecimento prévio dos alunos. Caso contrário, esse conteúdo será apenas aprendido de forma momentânea, permanecendo na estrutura cognitiva sem se conectar de maneira significativa com o conhecimento já armazenado. Isso pode resultar em uma fixação puramente memorística, sem promover uma verdadeira compreensão ou retenção a longo prazo.

A teoria de Ausubel tem como foco a aprendizagem cognitiva resultante do armazenamento organizado de informações na mente do ser que aprende. Na aprendizagem, entretanto, é imprescindível considerar o contexto social, cultural e econômico em que o sujeito está inserido, criando condições que possibilitem a aprendizagem significativa, ao lidar com pessoas num contexto social, respeitando seus significados, e não com leis abstratas gerais de aprendizagem; dando condições de o indivíduo participar ativamente do processo de aprendizagem e colaborar de forma consciente para as necessidades sociais que passam a perceber. (MOREIRA; MASINI, 2001).

2.2 Polarização da luz

Ausubel, com sua teoria da aprendizagem significativa, destacou a importância do conhecimento prévio na assimilação de novos conceitos, enfatizando a conexão entre conteúdos antigos e novos para uma compreensão mais profunda. No ensino de Física, essa abordagem é especialmente útil para explicar temas complexos como a polarização da luz, um fenômeno estudado e desenvolvido ao longo dos séculos por cientistas como Young, Fresnel, Brewster e Maxwell. Aplicar a teoria de Ausubel ao ensino desse tema facilita a aprendizagem, tornando-a mais significativa para os alunos..

A compreensão da polarização da luz teve marcos importantes ao longo da história, além de envolver contribuições de vários cientistas. Inicialmente, observada em cristais birrefringentes no século XVII, a teoria ondulatória da luz de Young e Fresnel no século XVIII contribuiu para explicar o fenômeno. Sir David Brewster descobriu a polarização por reflexão em 1813, enquanto James Clerk Maxwell unificou fenômenos elétricos e magnéticos na década de 1860. Descobertas adicionais, como a polarização por dispersão por Peter Zeeman em 1908, enriqueceram o entendimento. A dupla refração em cristais birrefringentes, estudada por Christian Huygens, também foi crucial.

No século, XVII, Newton explorou várias ideias sobre a teoria corpuscular da luz, sugerindo que a luz é composta de partículas (corpúsculos) que viajam em linha reta e interagem com a matéria, através de sua obra “Óptica”, publicada em 1704. Na época surge outro cientista importante conhecido como Christian Huygens (1629-1695) que defendia a teoria ondulatória da luz, propondo que a luz se propagava como ondas. Embora ambos tivessem uma maneira distinta de abordar a natureza da luz, essas teorias contribuíram posteriormente para estudo da luz.

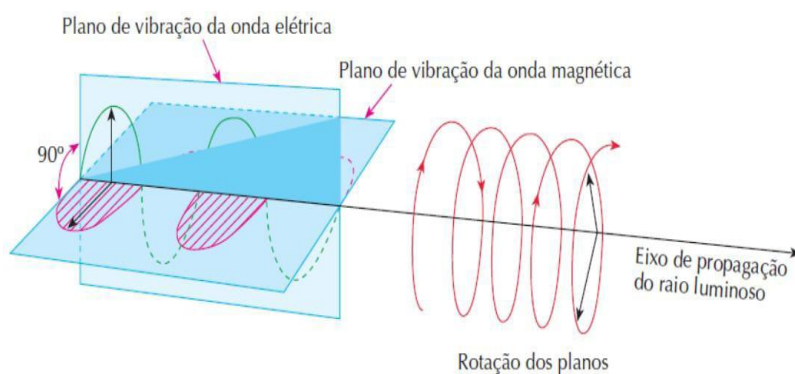
Segundo Moura (2016) em discussões sobre episódios da História da Óptica, é comum nos depararmos com a narrativa de que entre os séculos XVII e XVIII houve uma disputa acirrada entre as teorias corpuscular e ondulatória para a luz, respectivamente representadas pelas figuras de Isaac Newton (1642-1727) e Huygens. De um lado, Newton defendeu a ideia da luz como uma série de pequenos corpos materiais emitidos pelos corpos luminosos – a teoria corpuscular – e, de outro, Huygens propôs o conceito de pulsos de luz propagados pelo éter, o que é usualmente classificado como uma teoria ondulatória. A disputa só terminou no início do século XIX, com o advento das concepções de Thomas Young (1773-1829) e Augustin Fresnel (1788-1827) e a ascensão definitiva da teoria ondulatória.

O feito de Young na teoria ondulatória da luz, especialmente seu experimento da dupla fenda, foi essencial para a aceitação geral da teoria ondulatória em oposição à teoria corpuscular predominante de Newton. Em 1801, Young utilizando do experimento da dupla fenda, consolida a teoria ondulatória de Huygens e um ano após (1802), formulou o princípio da interferência e mostrou, com uma série de experiências engenhosas, que a luz se comporta claramente como uma onda. Explicou a difração da luz, e foi também o primeiro a introduzir a ideia da luz como onda transversal (1817), que era até então vista como uma onda longitudinal (AZEVEDO et al. 2010).

A utilização da luz para o estudo de substâncias que apresentam atividade óptica se iniciou com as pesquisas realizadas por Jean Baptiste Biot (1815) e Louis Pasteur (1848), porém quem primeiro observou o fenômeno da luz plano-polarizada foi Étienne-Louis Malus (1775-1812), em 1808, ao fazer estudos com cristais de espato da Islândia, uma das formas cristalinas do carbonato de cálcio CaCO_3 (BAGATIN et. al., 2005).

A fonte de luz natural que chega até o nosso planeta através do sol, ou a que usamos por meio das lâmpadas incandescentes em nossas casas, é composta de ondas eletromagnéticas que oscilam em diferentes planos perpendiculares à direção de propagação da luz (Figura 01) (CAMPOS, 2018).

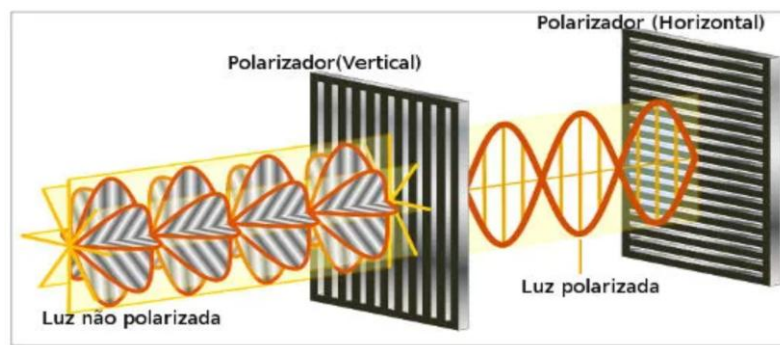
Figura 01 Esquema representativo da luz não polarizada



Fonte: FELTRE(2018)

Um método prático de se obter a polarização da luz (luz plano-polarizada) é fazê-la atravessar certas lentes chamadas polarizadores. Dessa maneira, segundo (NETO, 2021, p. 14) "a direção de oscilação do campo elétrico será aquela determinada pelo eixo de transmissão do polarizador" (Figura 02).

Figura 02 Esquema representativo da luz polarizada



Fonte: NETO (2021)

2.3. Polarímetro

No início do século XIX, com a necessidade de medir a rotação óptica de substâncias levou-se ao desenvolvimento dos primeiros polarímetros. Esses dispositivos primitivos eram basicamente versões sofisticadas do polaroscópio, um dispositivo para observar a polarização da luz. O polarímetro é um instrumento utilizado para investigar a atividade óptica e medir o ângulo de rotação produzido pelo desvio da luz polarizada quando atravessa uma amostra sólida, para análise de cristais, ou para soluções líquidas de substâncias opticamente ativas. O uso de luz polarizada para estudar as propriedades das substâncias opticamente ativas e enantiômeros iniciou-se com Biot e Pasteur por volta de 1812 (BAGATIN et al., 2005)

Jean Baptiste Biot notou que a luz plana polarizada ao atravessar cristais de quartzo precisamente cortados era desviada em um ângulo proporcional à espessura do cristal. Biot também constatou que para alguns cristais a rotação era característica, ocorrendo ora para a direita, ora para a esquerda (SOUSA, 2015). Na Figura 03, onde está representado o primeiro polarímetro elaborado por Biot, podemos observar um dos primeiros instrumentos utilizados para medir a rotação óptica de substâncias. Biot, em 1815, aprimorou os estudos sobre polarização ao desenvolver um dispositivo que permitia medir com precisão o ângulo de rotação da luz polarizada ao passar por soluções ópticamente ativas, como compostos de açúcar. Esse instrumento foi fundamental para o avanço da química, pois possibilitou a análise detalhada de isômeros ópticos e a compreensão de propriedades ópticas de várias substâncias. O polarímetro de Biot foi um marco na estereoquímica, permitindo distinguir compostos com base em sua interação com a luz.

Figura 03 Polarímetro elaborado por Jean Baptiste Biot



Fonte: BAGATIN et. AL., (2015)

Um polarímetro é um instrumento científico utilizado para medir o ângulo de rotação

causado pela passagem de luz polarizada através de uma substância óptica ativa. Esse ângulo de rotação é uma característica física importante, pois está diretamente relacionado à concentração e à estrutura molecular da substância através da qual a luz está passando.

O instrumento opera-se medindo o ângulo de rotação da luz polarizada ao atravessar uma substância opticamente ativa. Inicia-se com uma fonte de luz que emite luz não polarizada, que é então convertida em luz polarizada por um polarizador. Quando essa luz polarizada passa pela amostra em análise, a direção de sua polarização pode ser rotacionada se a amostra for opticamente ativa. Após atravessar a amostra, a luz chega a um segundo polarizador, conhecido como analisador, que é ajustado até que a intensidade da luz detectada seja mínima, o que ocorre quando os planos de polarização do polarizador e do analisador são perpendiculares. O ângulo pelo qual o analisador precisa ser girado para alcançar esse ponto mínimo indica o ângulo de rotação óptica causado pela amostra.

O polarímetro possui algumas partes principais, dentre elas uma fonte de luz monocromática, um filtro polarizador, uma cubeta, um filtro polarizador móvel (também 15 chamado de 'analisador'). A lâmpada de sódio é normalmente utilizada como fonte de luz por ter uma banda bem definida (589 nm), o filtro polarizador é responsável por tornar a luz polarizada, a cubeta é onde se coloca a amostra que será analisada e o segundo filtro polarizador é móvel (rotaciona) para medir o ângulo de rotação da amostra (BARBOSA, 2011)

O equipamento passou por significativos aperfeiçoamentos desde sua invenção inicial por Biot no início do século XIX. Esses aprimoramentos foram impulsionados pela necessidade de aumentar a precisão das medições. Ainda no século XIX, Marcus Ventzke implementou o prisma de Nicol com o fito de separar o feixe de luz em dois componentes para aproveitar apenas um desses feixes. Em outro momento, pesquisas realizadas por Eilhard Mitscherlich introduziram a utilização da luz monocromática para a análise das substâncias, sendo essa inovação à época ainda aplicada nos equipamentos no momento presente (HILGENBERG et. al., 2012)

Figura 04. Um polarímetro moderno



Fonte: BAGATIN et. Al., (2015)

O polarímetro manual é um equipamento de análise comum em alguns laboratórios. Trata-se de um equipamento que utiliza uma fonte de luz monocromática e filtros polarizadores, e é utilizado para medir a rotação da luz polarizada em substâncias opticamente ativas (BARBOSA, 2011).

2.4. Lei de Malus

Étienne-Louis Malus (1775-1812) era um oficial do exército francês, engenheiro, matemático que também se dedicava à física. Ao longo de suas pesquisas sobre a natureza da luz, ele fez uma descoberta importante ao observar a luz refletida do Palácio de Luxemburgo, em Paris, através de um cristal de calcita. Durante seus experimentos, ele percebeu que a luz refletida por certas superfícies, como vidro ou água, era parcialmente polarizada. Esse fenômeno levou-o a investigar mais a fundo o comportamento da luz polarizada. Segundo França & Lopez (2022,p.2)

Esse fenômeno permitiu que Malus identificasse a polarização por reflexão enquanto observava a luz do Sol refletida pelas janelas do palácio de Luxemburgo através de um cristal de calcita, cujas propriedades ópticas já eram discutidas por Huygens desde 1690 em seu trabalho “Tratado sobre a Luz”. Esse cristal, na época conhecido como “espato da Islândia” é um polarizador, um aparato utilizado como filtro óptico que permite a passagem de ondas eletromagnéticas que oscilam apenas em uma direção específica(FRANÇA & LOPEZ,2022,p.2).

Malus descobriu que, quando um feixe de luz natural atravessava um polarizador (como um cristal de calcita) e, em seguida, passava por um segundo polarizador (chamado de

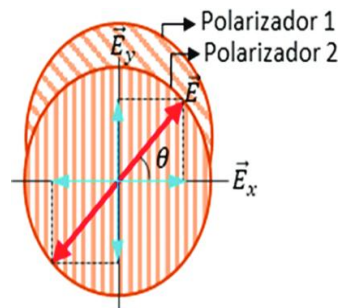
polarizador analisador), a intensidade da luz transmitida variava conforme o ângulo entre as direções de polarização dos dois polarizadores. Ele enunciou a sua descoberta através de uma fórmula matemática que ficou conhecida por Lei de Malus. Através da formulação da lei temos que a intensidade da luz transmitida através de um polarizador é proporcional ao quadrado do cosseno do ângulo entre a direção de polarização da luz incidente e a direção de polarização do polarizador. Matematicamente, a lei é expressa como:

$$I = I_{máx} \cdot \cos^2 \phi$$

Onde $I_{máx}$ é a intensidade máxima da luz transmitida e I é a intensidade transmitida por um dado ângulo ϕ .

Vários experimentos confirmam a Lei de Malus. Um experimento clássico envolve o uso de dois polarizadores. Quando a luz não polarizada passa pelo primeiro polarizador, ela emerge polarizada em um plano. Se o segundo polarizador é girado, a intensidade da luz transmitida varia conforme a Lei de Malus.

Figura 05 Luz polarizada emergente do polarizador 1 atravessando o polarizador 2

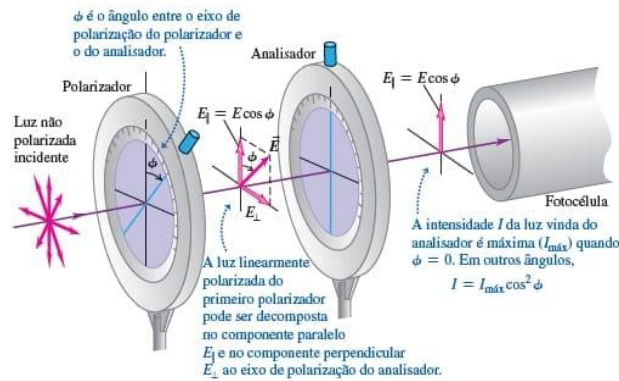


Fonte:: SANTOS(2023)

Na figura 06, tem a ilustração do processo de polarização da luz, em que uma luz não polarizada incide sobre um polarizador, o que resulta em uma luz linearmente polarizada. No polarizador, a componente do campo elétrico da luz que está alinhada com o eixo de polarização é transmitida, enquanto as outras componentes são bloqueadas. Resultando, em uma luz emergente que possui vibrações alinhadas paralelamente ao eixo de polarização do polarizador. Assim a intensidade dessa luz polarizada, medida por uma fotocélula, é a mesma independentemente da orientação do polarizador, sendo que em um filtro polarizador ideal, essa intensidade corresponde à metade da intensidade da luz incidente. Este fenômeno é fundamental para o entendimento de diversos efeitos ópticos e é amplamente utilizado em

experimentos de óptica

Figura 06 Luz natural incidindo sobre uma polaróide



Fonte: Young & Freedman (2014)

A polarização da luz é um processo que descreve como a luz, que normalmente se propagava em várias direções, pode ser filtrada para oscilar em uma única direção. Na figura 07, é possível visualizar que há a luz não polarizada incidente, o que significa que suas ondas de campo elétrico vibram em todas as direções perpendiculares à direção de propagação. Quando essa luz passa através de um dispositivo chamado polarizador, ocorre uma filtragem das direções de vibração. O polarizador permite que apenas as ondas cujas oscilações estão alinhadas a seu eixo de polarização passem, bloqueando as demais. O resultado é a chamada luz linearmente polarizada, que possui oscilações em um único plano.

Figura 07 Fenômeno de polarização da luz através de um polarizador e um analisador



Fonte: Young & Freedman (2014)

3 METODOLOGIA

Para embasarmos o presente estudo recorreremos a uma pesquisa bibliográfica, que se caracteriza pela busca, seleção e análise de material já publicado sobre o tema de interesse. Esses materiais podem incluir livros, artigos científicos, teses, dissertações e outras fontes acadêmicas. De acordo com Fonseca (2002,p.32) é feita:

a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites. Qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto. Existem porém pesquisas científicas que se baseiam unicamente na pesquisa bibliográfica, procurando referências teóricas publicadas com o objetivo de recolher informações ou conhecimentos prévios sobre o problema a respeito do qual se procura a resposta (FONSECA, 2002, p. 32).

A presente pesquisa se caracteriza por adotar uma abordagem qualitativa e quantitativa. A escolha metodológica visa obter uma compreensão abrangente do fenômeno em estudo, aproveitando as vantagens complementares oferecidas por ambas as abordagens. A coleta e a análise de dados serão conduzidas de maneira a integrar informações quantitativas, para identificar padrões e relações numéricas; e qualitativas, para explorar a profundidade, contexto e significados subjacentes ao fenômeno. Na abordagem quantitativa, a ênfase é na análise, pelo exame dos componentes separadamente; enquanto a qualitativa visa “compreender o significado de uma experiência dos participantes, em um ambiente específico, bem como o modo como os componentes se mesclam para formar o todo” (JONES, 2007, p.298).

3.1 Local de pesquisa

O local de pesquisa foi O CEEP Gercílio de Castro Macedo, localizado em São Raimundo Nonato - PI, é uma instituição que oferece educação profissional técnica de nível médio, integrando a formação geral e a educação profissional.

3.2 Sujeitos da pesquisa

Os participantes da pesquisa foram os alunos do 3º ano do ensino médio, regularmente matriculados nos cursos técnicos oferecidos pelo CEEP, com idades variando entre 15 e 18 anos. A escolha da turma se deu, pelos os alunos do 3º ano já possuírem uma base em conceitos fundamentais de física, como ondas, reflexão, refração e dispersão da luz.

3.3 Produto educacional

O produto educacional foi a construção de um polarizador de luz para o estudo do conteúdo de Óptica, com ênfase nos tópicos de polarização, reflexão e refração.

O produto educacional foi aplicado nas turmas do 3º ano do Ensino Médio, pois os alunos desse nível demonstram características e níveis de compreensão particularmente adequados para a implementação eficaz do estudo proposto. Foi realizado 3 encontros, com uma duração de 50 minutos; em cada aula, o produto foi introduzido como uma atividade adicional, oferecendo aos alunos uma abordagem prática para compreender a natureza da luz e suas aplicações. A versatilidade das atividades permite ajustes conforme a necessidade, possibilitando a ilustração de conceitos científicos, com: polarização, reflexão e refração; e adaptando-se, assim, aos diferentes níveis de ensino.

A implementação do produto educacional, ocorreu em três etapas distintas. Inicialmente, foi realizado um levantamento prévio por meio de um questionário inicial. Em seguida, ocorreu a aplicação do produto educacional durante as aulas. Por fim, foi conduzido um pós-teste para avaliar a eficácia e o impacto do produto no aprendizado dos alunos. Essas etapas estruturadas visaram proporcionar uma análise abrangente do processo de ensino, desde a avaliação inicial até a mensuração dos resultados após a aplicação do material educacional.

4. APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

A primeira utilização do dispositivo em sala de aula foi um momento de grande expectativa. Buscava-se observar como os alunos reagiriam a essa nova abordagem. Para medir a eficácia do dispositivo, foi aplicado um questionário inicial que tinha como objetivo avaliar o conhecimento prévio dos estudantes sobre a temática polarização da luz.

4.1 Questionário inicial

Inicialmente, foi explicado aos alunos do que se tratava o produto educacional e quais os tópicos seriam abordados ao longo da aplicação da intervenção pedagógica. Também foi ressaltada a importância do questionário inicial, enfatizando que ele não se tratava de uma avaliação com atribuição de nota, mas sim de uma ferramenta para identificar o conhecimento prévio da turma. Essa abordagem incentivou os alunos a fornecer respostas sinceras.

Os questionários foram disponibilizados aos alunos em formato impresso. Cada estudante recebeu uma cópia individual, garantindo que todos tivessem acesso ao material necessário para a atividade. Após a distribuição, foram fornecidas instruções claras sobre como responder às perguntas, e o tempo adequado para a conclusão do questionário foi estabelecido, permitindo que os alunos realizassem a tarefa de maneira tranquila e focada. Na figura 08, têm-se os sujeitos da pesquisa realizando o questionário inicial.

Figura 08 Aplicação do questionário inicial



Fonte: Autoria própria (2024)

4.2 Demonstração de polarização por transmissão

No segundo encontro com a turma, que teve a duração de 50 minutos, o foco da aula foi a polarização da luz. A aula começou com uma introdução que visava avaliar o conhecimento prévio dos alunos sobre o temática, utilizando perguntas direcionadas para explorar suas percepções sobre a polarização. Para tornar a experiência mais relevante, foram apresentadas situações-problema ligadas ao cotidiano dos alunos, com ajuda de recurso audiovisual. Na figura 09, os alunos estão realizando o experimento de polarização da luz, colocando em prática os conceitos discutidos durante a aula.

Figura 09 Experimento polarização da luz



Fonte: Autoria própria (2024)

4.3 Questionário final

O questionário final constituiu-se a última etapa da pesquisa, composto pelas mesmas perguntas do questionário inicial, com o propósito de avaliar o progresso no entendimento dos alunos sobre a polarização da luz após as atividades realizadas. Essa comparação direta dos resultados possibilita medir o impacto das intervenções pedagógicas, identificando melhorias no desempenho dos alunos e áreas que ainda podem precisar de mais atenção. O questionário final serviu como uma ferramenta para verificar se os objetivos de aprendizagem foram alcançados, confirmando a eficácia das metodologias aplicadas durante as aulas. Na figura 10, os discentes estão realizando o questionário final

Figura 10 Aplicação do questionário final



Fonte: Autoria própria (2024)

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

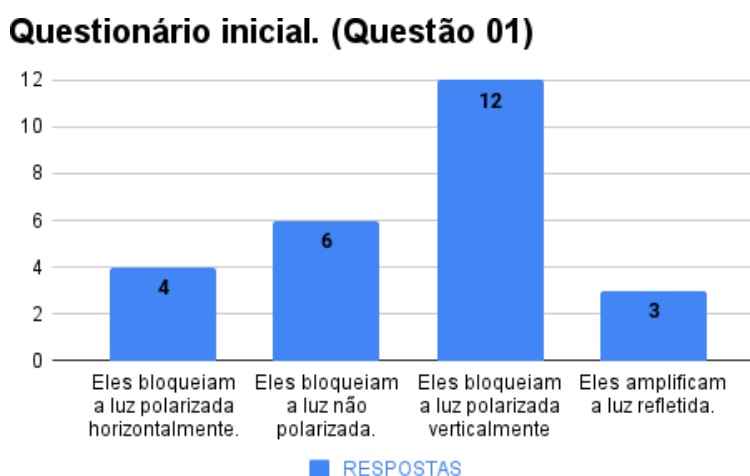
Nesta seção, serão discutidos os resultados obtidos a partir da aplicação do questionário inicial, composto por cinco questões objetivas, e a análise das respostas fornecidas pelos alunos.

5.1 Questionário inicial

O questionário inicial foi uma ferramenta pedagógica essencial para avaliar o conhecimento prévio dos alunos sobre o tema. Por meio dele, foi possível identificar as concepções corretas e equívocos referente a temática, ressalta-se que esse foi o primeiro encontro com a turma, contou com a participação de 25 discentes.

De acordo com a Figura 11, 12 alunos consideraram que os óculos de sol polarizados são eficazes para reduzir o brilho causado pela luz refletida em superfícies como água ou estradas porque bloqueiam a luz polarizada verticalmente. Outros 6 alunos acreditam que essa eficácia se deve ao bloqueio da luz não polarizada, enquanto 3 afirmam que os óculos amplificam a luz refletida. Apenas 4 alunos responderam corretamente, indicando que os óculos bloqueiam a luz polarizada horizontalmente. Isso significa que 84% dos alunos erraram a resposta, enquanto apenas 16% acertaram, o que revela uma lacuna na aprendizagem significativa. Os resultados indicam que muitos alunos não conseguem relacionar adequadamente o novo conceito aos conhecimentos prévios de forma significativa, destacando a necessidade de um aprofundamento pedagógico para corrigir essas concepções equivocadas e promover uma compreensão mais sólida do conteúdo.

Figura 11 Resultado da questão 01

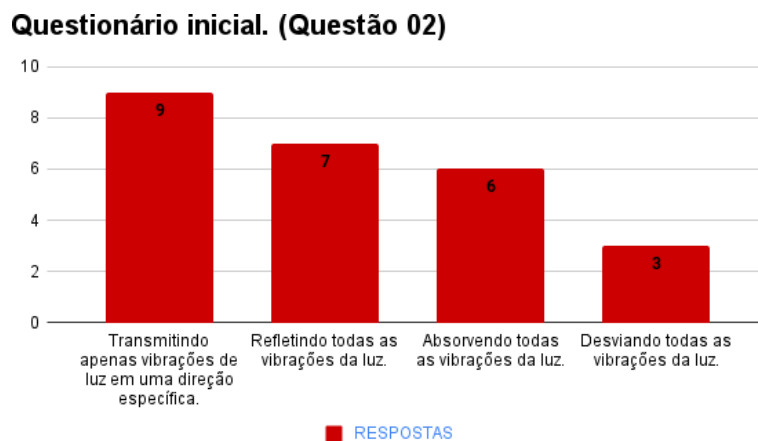


Fonte: Autoria própria (2024)

Na análise da questão 02, na figura 12, que aborda o funcionamento de um polarizador de luz para bloquear a luz não polarizada, verificou-se que 6 alunos afirmaram que o polarizador funciona "absorvendo todas as vibrações da luz", 7 alunos acreditam que ele funciona "refletindo todas as vibrações da luz", e 3 alunos disseram que ele age "desviando todas as vibrações da luz". Por outro lado, 9 alunos responderam corretamente, afirmando que o polarizador atua "transmitindo apenas vibrações de luz em uma direção específica".

A análise percentual dos dados revela que, embora 36% dos alunos tenham respondido corretamente, uma maioria significativa, de 64%, não conseguiu relacionar adequadamente o conceito de polarização da luz com seus conhecimentos prévios. A alta porcentagem de respostas incorretas (64%) indica que muitos alunos possuem concepções equivocadas sobre o funcionamento de um polarizador de luz. Isso sugere que os conhecimentos anteriores desses alunos sobre o comportamento da luz não foram suficientes para sustentar a compreensão significativa deste novo conceito.

Figura 12 Resultado questão 02



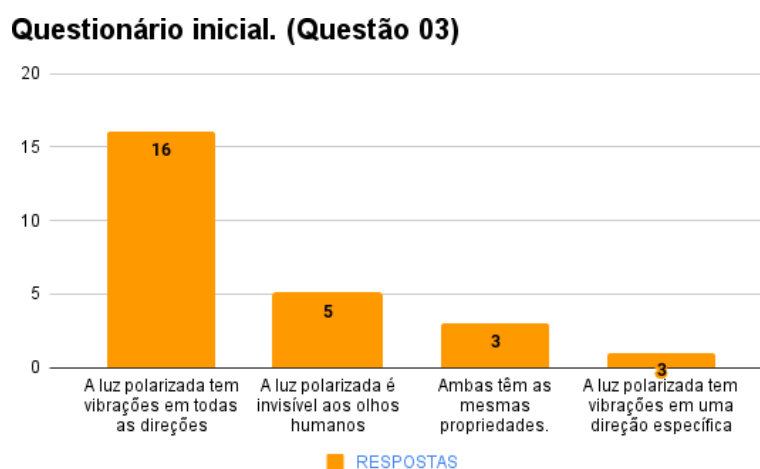
Fonte: Autoria própria (2024)

De acordo com questão 03, na figura 13, que busca identificar a principal diferença entre luz polarizada e luz não polarizada, observa-se que apenas 1 aluno (4%) respondeu corretamente, afirmando que "a luz polarizada tem vibrações em uma direção específica, enquanto a luz não polarizada tem vibrações em todas as direções". A maioria dos alunos, 16 (64%), escolheu a alternativa incorreta "a luz polarizada tem vibrações em todas as direções, enquanto a luz não polarizada tem vibrações em uma direção específica". Além disso, 3 alunos (12%) afirmaram que "ambas têm as mesmas propriedades", e 5 alunos (20%) acreditaram que "a luz polarizada é invisível aos olhos humanos, enquanto a luz

não polarizada é visível".

Neste contexto, os resultados revelam que 96% dos alunos possuem uma compreensão equivocada ou incompleta sobre a diferença fundamental entre luz polarizada e não polarizada. Observa-se a necessidade de uma intervenção pedagógica focada no esclarecimento desse conceito específico, uma vez que os conhecimentos prévios dos alunos parecem não ter sido suficientes para apoiar uma aprendizagem significativa nesse contexto.

Figura 13 Resultado da questão 03

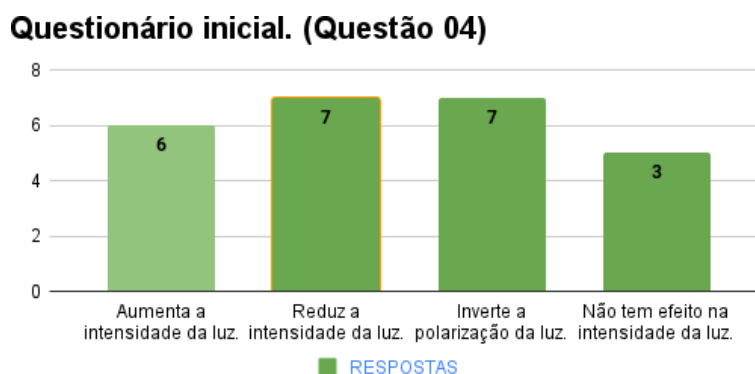


Fonte: Autoria própria (2024)

Observou-se na questão 04, figura 14, que questiona o efeito de colocar dois polarizadores de luz perpendiculares um ao outro, observou-se que 7 alunos (28%) responderam corretamente, afirmando que essa configuração "reduz a intensidade da luz". Contudo, os outros 72% dos alunos escolheram respostas incorretas: 6 alunos (24%) acreditaram que "aumenta a intensidade da luz", 5 alunos (20%) afirmaram que "não tem efeito na intensidade da luz", e 7 alunos (28%) escolheram a alternativa de que "inverte a polarização da luz".

É perceptível que menos de um terço dos alunos compreendem corretamente o conceito físico envolvido, enquanto a maioria (72%) demonstra uma compreensão com concepções equivocadas. Conforme a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, a aprendizagem só ocorre quando o novo conhecimento é integrado de forma substancial e lógica ao que o aluno já sabe. Este tipo de aprendizagem é mais duradouro e compreensivo. Isso mostra que o conhecimento que os discentes têm sobre a temática se deu de forma superficial.

Figura 14 Resultado da questão 04

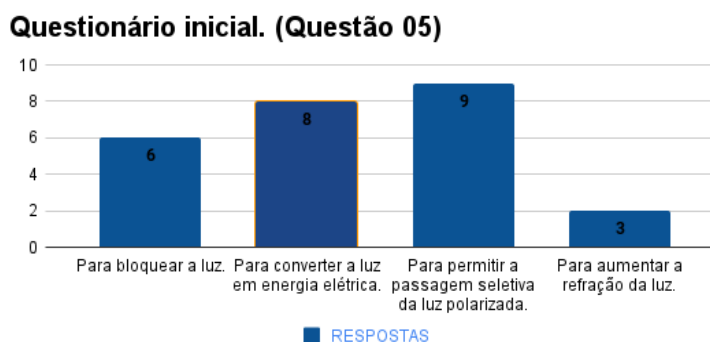


Fonte: Autoria própria (2024)

Na figura 15, mostra-se a última questão referente ao questionário inicial, a questão apresentada perguntou aos participantes por que as telas de LCD são compostas por filtros polarizadores. Dos 25 participantes, apenas 9 (36%) escolheram a alternativa correta, que é "Para permitir a passagem seletiva da luz polarizada". Isso indica que a maioria dos participantes não compreendeu adequadamente o conceito.

Entre as respostas incorretas, 24% (6 pessoas) acreditavam que os polarizadores servem para bloquear a luz, 8% (2 pessoas) pensavam que o objetivo era aumentar a refração da luz, e 32% (8 pessoas) optaram pela alternativa de que os polarizadores convertem a luz em energia elétrica. O percentual total de erros foi de 64%, mostrando que houve uma grande confusão sobre a função real dos polarizadores em telas de LCD. A dispersão nas respostas sugere que o conteúdo da polarização da luz não foi bem assimilado pelos alunos anteriormente. Isso pode indicar falhas na apresentação do conteúdo ou na ativação e integração do conhecimento prévio dos alunos, fatores fundamentais para uma aprendizagem significativa.

Figura 15 Resultado da questão 05



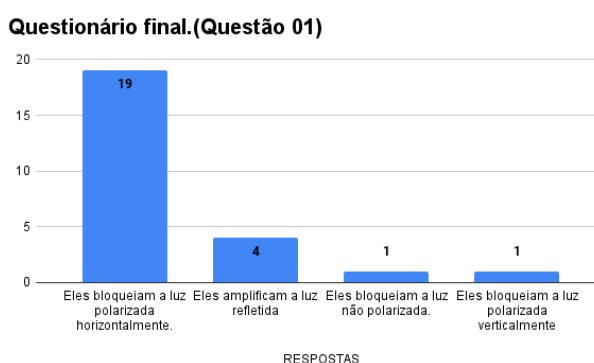
Fonte: Autoria própria (2024)

5.2 Questionário final

Essa foi a última etapa da aplicação do produto educacional, o questionário final contou com a participação de 25 alunos do 3º ano do ensino médio. As perguntas utilizadas foram as mesmas do questionário inicial, com o objetivo de verificar se houve progresso na aprendizagem após as aulas sobre a polarização da luz. A aplicação das mesmas questões em ambos os momentos permitiu comparar o nível de conhecimento dos estudantes antes e depois do conteúdo abordado, avaliando assim a eficácia das atividades e dos recursos educacionais utilizados durante o estudo. As respostas fornecidas no questionário final ajudarão a identificar áreas de maior compreensão e possíveis dificuldades, permitindo ajustes para futuras abordagens pedagógicas.

Na figura 16, O gráfico apresenta as respostas à pergunta "Por que os óculos de sol polarizados são eficazes para reduzir o brilho causado pela luz refletida em superfícies como água ou estradas?". Das 25 respostas, 19 (76%) indicaram corretamente que os óculos bloqueiam a luz polarizada horizontalmente. Sob a perspectiva da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, podemos observar que a maioria dos alunos possuía o conhecimento prévio necessário para responder corretamente. Isso sugere que o conceito de polarização da luz, e seu uso em óculos de sol para reduzir o brilho, foi bem compreendido e integrado ao conhecimento dos estudantes.

Figura 16 Resultado questão 01



Fonte: Autoria própria(2024)

A alta porcentagem de acertos destaca a eficácia da aprendizagem significativa, onde o novo conhecimento foi relacionado com conceitos previamente assimilados, como a maneira que a polarização da luz funciona e sua aplicação prática em óculos de sol. Esse progresso significativo dos alunos também se deve ao uso de um material potencialmente

significativo: o polarizador de luz. Ao incorporar esse recurso didático na intervenção pedagógica, foi possível concretizar um conceito abstrato e facilitar a compreensão dos alunos.

A análise da segunda questão do questionário final, foi possível observar na figura 17, que 20 dos 25 alunos responderam corretamente sobre como um polarizador de luz funciona para bloquear a luz não polarizada. Isso significa que 80% dos alunos conseguiram acertar essa questão após a intervenção pedagógica. No questionário inicial, essa mesma questão teve 64% de erros, o que demonstra uma lacuna significativa no conhecimento prévio dos alunos. O aumento no número de acertos no questionário final reflete a eficácia da intervenção pedagógica.

Figura 17 Resultado questão 02

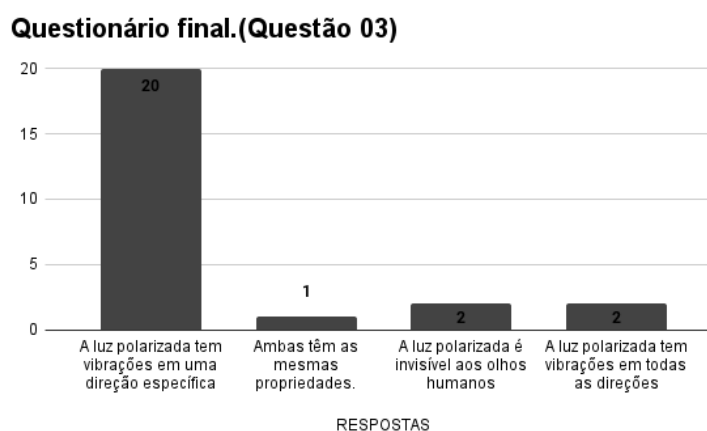


Fonte: Autoria própria (2024)

Esse sucesso evidencia o impacto positivo do produto educacional empregado, que conseguiu reverter a alta taxa de erros do questionário inicial e promover um entendimento claro e preciso sobre o funcionamento dos polarizadores de luz entre os alunos. Isso confirma a importância de métodos de ensino que priorizam a construção de significados a partir daquilo que os alunos já sabem, promovendo uma aprendizagem verdadeiramente significativa.

Observa-se na figura 18, os resultados da terceira questão do questionário final, que tratava da principal diferença entre luz polarizada e luz não polarizada, 20 dos 25 alunos responderam corretamente, representando 80% de acertos. Este resultado reflete uma evolução significativa, considerando que no questionário inicial, 96% dos alunos haviam cometido erros nesta mesma questão.

Figura 18 Resultado questão 03



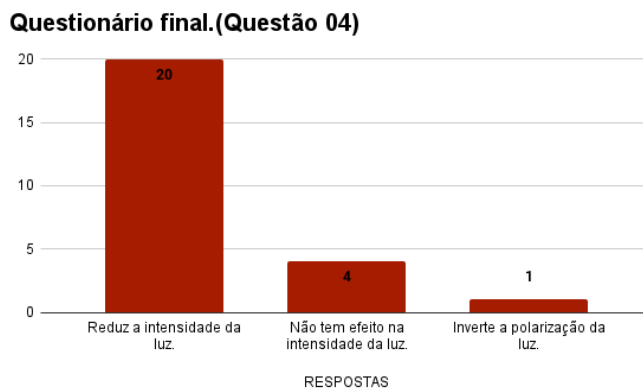
Fonte: Autoria própria (2024)

No contexto referente a essa questão, a utilização de materiais didáticos adequados, como o polarizador de luz, contribuiu para que os alunos internalizassem de forma mais profunda os conceitos de polarização, permitindo-lhes compreender e distinguir com clareza as propriedades da luz polarizada em comparação com a luz não polarizada.

De acordo com a análise da quarta questão do questionário final, representada na figura 19, observamos que 20 dos 25 alunos responderam corretamente à pergunta "Qual é o efeito de colocar dois polarizadores de luz perpendiculares um ao outro?", o que corresponde a 80% de acertos. Apenas 5 alunos erraram essa questão, correspondendo a 20% dos participantes da pesquisa. Comparando com o questionário inicial, houve uma melhora significativa, uma vez que anteriormente 76% dos alunos cometeram erros na mesma pergunta.

A conexão entre o conteúdo novo e o pré-existente, promovida pela teoria de Ausubel, foi fundamental para que os alunos corrigissem suas compreensões errôneas e, no questionário final, demonstrassem um domínio muito maior dos conceitos, como evidenciado pelo aumento significativo no número de respostas corretas. Assim, o sucesso dos alunos não é apenas um reflexo do conteúdo ensinado, mas da maneira como esse conteúdo foi abordado e relacionado ao que os alunos já sabiam, seguindo os princípios da aprendizagem significativa de Ausubel.

Figura 19 Resultado questão 04

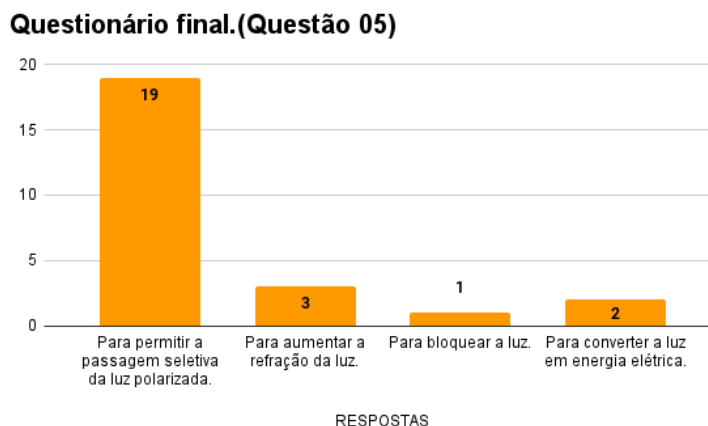


Fonte: Autoria própria (2024)

Conforme a figura 20, tem-se o resultado da quinta questão do questionário final que investigava o entendimento dos alunos sobre o motivo pelo qual as telas de LCD são compostas por filtros polarizadores. Esta questão foi crucial para avaliar a profundidade do conhecimento adquirido sobre a aplicação dos princípios de polarização da luz em dispositivos tecnológicos, especificamente em telas de LCD. Dos 25 alunos que participaram do questionário final, 19 responderam corretamente à questão, representando 76% de acertos. Este resultado mostra um progresso significativo em relação ao questionário inicial, onde apenas 36% dos alunos acertaram a mesma pergunta, ou seja, 64% cometeram erros.

Qualitativamente, o aumento no número de acertos sugere que a compreensão dos alunos sobre o conceito de polarização e sua aplicação em dispositivos cotidianos, como telas de LCD, foi aprimorada. Inicialmente, a maioria dos alunos possuía uma compreensão superficial ou errônea sobre como e por que os filtros polarizadores são utilizados em telas de LCD. O índice elevado de erros no questionário inicial indicava uma lacuna significativa na aprendizagem, que foi abordada de forma estratégica durante as aulas subsequentes.

Figura 20 Resultado da questão 05



Fonte: Autoria própria (2024)

A melhora no desempenho pode ser atribuída à aplicação dos princípios da teoria da aprendizagem significativa Ausubel. De acordo com essa teoria, para que a aprendizagem seja significativa, o novo conhecimento deve ser ancorado em conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aluno. Durante o período de intervenção pedagógica, foi dado um enfoque especial em contextualizar o conteúdo, utilizando exemplos práticos e experimentos visuais que demonstrassem de forma clara o funcionamento dos filtros polarizadores. Os alunos foram expostos a situações-problema que envolviam a utilização de polarizadores em dispositivos eletrônicos, o que permitiu que eles construíssem um entendimento mais sólido sobre o conteúdo. Além disso, o material didático utilizado foi desenvolvido para ser potencialmente significativo, facilitando a assimilação dos conceitos de polarização de luz e sua aplicação prática.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta do presente estudo surgiu da necessidade de enfrentar os desafios enfrentados pelos professores ao abordar conceitos de Óptica, a pesquisa está fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, que destaca a importância de conectar o novo conhecimento ao que o aluno já sabe para promover uma compreensão mais profunda e duradoura. O desenvolvimento de um polarizador alternativo, utilizando materiais acessíveis, é uma tentativa de aplicar os princípios dessa teoria ao ensino de conceitos ópticos.

A escolha do polarizador alternativo, foi uma estratégia deliberada para adaptar o método às condições e limitações da infraestrutura escolar. A experimentação com esses materiais simples visou criar uma experiência prática e acessível que pudesse ser facilmente implementada em sala de aula.

Os resultados da aplicação do produto educacional demonstraram que a proposta alcançou os objetivos estabelecidos. Observou-se que, apesar das lacunas iniciais no entendimento dos conceitos relacionados polarização da luz, a aplicação da sequência didática e o uso do polarizador alternativo resultaram em uma melhoria significativa na compreensão dos temas abordados.

O questionário final indicou uma assimilação efetiva dos conceitos de polarização da luz, refletindo a eficácia da abordagem adotada. Portanto, o produto educacional desenvolvido não só contribuiu de maneira relevante para o processo de ensino-aprendizagem, mas também pode servir como uma ferramenta valiosa para aulas práticas.

REFERÊNCIAS

ALISON, Rosane Brum; LEITE, A. E. Possibilidades e dificuldades do uso da experimentação no ensino da física. Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor-Caderno PDE (Versão online), v. 1, p. 1-29, 2016.

AZEVEDO, Eduardo Ribeiro de et al. Utilização de um espectrógrafo de projeção como uma ferramenta para contagens sobre polarização da luz . Quím. Nova [online]. 2010, vol.33, n.5, pp.1204-1210. ISSN 0100-4042. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422010000500036> . Acesso em 27 Janeiro 2024.

BARBOSA, L. C. A. B. Introdução à Química Orgânica. São Paulo: Pearson education 2a ed, 2011.

BAGATIN, O. et al. **Rotação de luz polarizada por moléculas quirais**: uma abordagem histórica com proposta de trabalho em sala de aula. Química Nova na Escola, São Paulo, n. 21, p. 34-38, maio 2005.

BENFÍCA, K. F. G.; PRATES, K. H. G. As contribuições do uso de experimentos no ensino – aprendizado da Física, Brazilian Journal of Development, [s.l.], v. 6, n. 6, p. 33.686-33.703, 2020.

CAMPOS, L. S. **Estereoquímica**: uma análise do conteúdo didático abordado nos livros do ensino médio e propostas de materiais complementares. Monografia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió. Alagoas, 2018.

DA SILVA SANTOS, Marcelo Franklin; LAIA, André Scheidegger. **Abordagem quantitativa da polarização da luz**: Explorando a Lei de Malus com o aplicativo PhyPhox. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 45, p. e20220320, 2023

DOS SANTOS GUIMARÃES, Maria; MACIEL, Cilene Maria Lima Antunes. **A afetividade na relação professor-aluno**: Alicerces para a aprendizagem significativa. Research, Society and Development, v. 10, n. 10, p. e21101018362-e21101018362, 2021.

FELTRE, Ricardo. Fundamentos de Química: vol. único. 7a.ed. São Paulo: Moderna, 2008.

FONSECA, J. J. S. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

FRANÇA, Gustavo Henrique de; LOPEZ, Johnny Vilcarromero. **Experimento de baixo custo para o ensino de física óptica**: o caso da Lei de Malus. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 44, p. e20210423, 2022.

HILGENBERG, M.; CANTERI, M. H. G.; HASS, D. Implantação de Metodologia de Rotina de Uso de Polarímetro. XVII Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR (SICITE), 2012.

JONES, F. P. Pesquisa qualitativa. In: THOMAS, J. R.; NELSON, J. K.; SILVERMAN, S. S. **Métodos da Pesquisa em Atividade Física**. Porto Alegre: Artmed, 2007.

MEDEIROS, A; MEDEIROS, C. F. de; **Possibilidades e limitações das simulações computacionais no Ensino de Física** – Revista Brasileira de Ensino de Física – São Paulo, v. 24, n. 2, p. 77-86, 2002.]

MOURA, Breno Arsioli. **Newton versus Huygens**: como (não) ocorreu a disputa entre suas teorias para a luz. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 33, n. 1, p. 111-141, 2016.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, 2001.

NETO, J. A. P. **Proposta de ensino de polarização da luz com utilização de TDIC**. 2021.

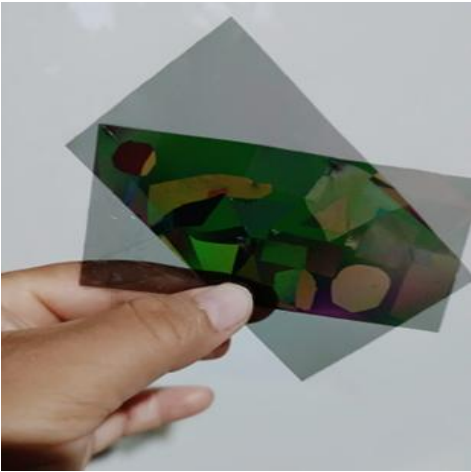
SILVA, Jean Duarte et al. **Prospecção Tecnológica de Dispositivos Didáticos Direcionados para o Ensino da Dinâmica Rotacional na Disciplina de Física**. Cadernos de Prospecção, v. 15, n. 3, p. 839-851, 2022

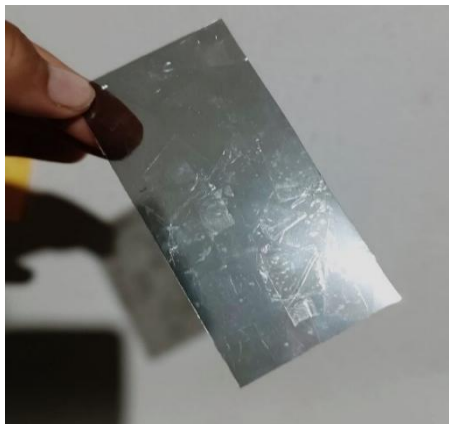
SOUZA, B. B. **A experimentação no Ensino de Química**: trabalhando a isomeria óptica. Monografia, Instituto Federal de Goiás, Inhumas. Goiás, 2015.

TORRES, Luana de Almeida et al. **O uso da prática experimental no ensino da dilatação térmica dos sólidos como ferramenta metodológica**. 2022. Monografia (graduação em Licenciatura em Física), Instituto Federal do Piauí, São Raimundo Nonato, 2022.

Young & R. A. Freedman (Sears e Zemansky), Física. Pearson Addison Wesley, São Paulo, Brasil, 14 edição

APÊNDICE A

ATIVIDADE EXPERIMENTAL	
TÍTULO: Polarização da luz	
OBJETIVOS	
• Utilizar polarizadores para demonstrar efeitos da polarização • Discutir o efeito de desvio de caminho de propagação da luz.	
PÚBLICO ALVO: 3º ano do ensino médio	
DURAÇÃO: 50 minutos	
CONTEÚDO: Durante a aula serão discutidos o que são polarizadores e como eles funcionam, explicando como a luz muda de direção ao passar por diferentes meios (refração) ou ao refletir em superfícies (reflexão).	
MATERIAIS UTILIZADOS	
• Fita adesiva “Durex” • Lentes polarizadas – películas usadas na tela de celulares • Uma fonte de luz (pode ser uma lâmpada ou luz natural) • Uma superfície plana (como uma mesa).	
Figura 5 Montagem do aparato experimental  	



Fonte:

Autoria própria (2024)

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Inicialmente recorta-se duas películas polarizadas do mesmo tamanho, uma delas será utilizada com a fita adesiva, em seguida cola-se pedaços de fita adesiva "Durex" de forma aleatória em uma das películas polarizadas, criando um padrão variado, logo após posiciona-se a película sem fita adesiva sobre uma superfície plana e coloca-se a fonte de luz acima dela, por fim coloca-se a película com a fita adesiva sobre a outra, alinhando-as inicialmente no mesmo ângulo, finalmente observa-se a luz através das películas enquanto gira lentamente a película com a fita adesiva, notando as mudanças na intensidade da luz e os efeitos coloridos devido à birrefringência na fita adesiva.

AVALIAÇÃO DE APRENDIZAGEM

A avaliação se dará por meio da participação dos alunos durante as aulas.

APÊNDICE B



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

Questionário inicial

1. Por que os óculos de sol polarizados são eficazes para reduzir o brilho causado pela luz refletida em superfícies como água ou estradas?
 - a) Eles bloqueiam a luz polarizada verticalmente.
 - b) Eles bloqueiam a luz não polarizada.
 - c) Eles bloqueiam a luz polarizada horizontalmente.
 - d) Eles amplificam a luz refletida.
2. Como um polarizador de luz funciona para bloquear a luz não polarizada?
 - a) Absorvendo todas as vibrações da luz.
 - b) Refletindo todas as vibrações da luz.
 - c) Transmitindo apenas vibrações de luz em uma direção específica.
 - d) Desviando todas as vibrações da luz.
3. Qual é a principal diferença entre luz polarizada e luz não polarizada?
 - a) A luz polarizada tem vibrações em todas as direções, enquanto a luz não polarizada tem vibrações em uma direção específica.
 - b) A luz polarizada tem vibrações em uma direção específica, enquanto a luz não polarizada tem vibrações em todas as direções.
 - c) Ambas têm as mesmas propriedades.
 - d) A luz polarizada é invisível aos olhos humanos, enquanto a luz não polarizada é visível.

4. Qual é o efeito de colocar dois polarizadores de luz perpendiculares um ao outro?

- a) Aumenta a intensidade da luz.
- b) Reduz a intensidade da luz.
- c) Não tem efeito na intensidade da luz.
- d) Inverte a polarização da luz.

5. Por que as telas de LCD são compostas por filtros polarizadores?

- a) Para bloquear a luz.
- b) Para aumentar a refração da luz.
- c) Para permitir a passagem seletiva da luz polarizada.
- d) Para converter a luz em energia elétrica.