



Pós-Graduação em **Astronomia**
MESTRADO PROFISSIONAL
UEFS



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ASTRONOMIA

**UTILIZAÇÃO DE PAINÉIS DIDÁTICOS NO ENSINO DE ÓPTICA, MEDIADO PELA
ASTRONOMIA, EM AULAS DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO**

MARLUS VINICIO SANTOS

FEIRA DE SANTANA
2024

**UTILIZAÇÃO DE PAINÉIS DIDÁTICOS NO ENSINO DE ÓPTICA MEDIADO PELA
ASTRONOMIA, EM AULAS DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO**

MARLUS VINICIO SANTOS

**Dissertação apresentada ao Curso de
Pós-Graduação em Astronomia – Mestrado
Profissional, Departamento de Física,
Universidade Estadual de Feira de Santana,
como requisito parcial para a obtenção do título
de Mestre em Ensino de Astronomia**

**Orientador(a): Prof. Dr. Carlos Alberto
de Lima Ribeiro**

FEIRA DE SANTANA

2024

Ficha Catalográfica – Biblioteca Central Julieta Carteado

S236u Santos, Marlus Vinicio
Utilização de painéis didáticos no ensino de óptica, mediado pela
Astronomia, em aulas de Física no Ensino Médio./ Marlus Vinicio
Santos .-, 2024.
107f.: il.

Orientador: Carlos Alberto de Lima Ribeiro

Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Estadual de Feira
de Santana. Departamento de Física. Programa de Pós-Graduação em
Astronomia, 2024.

1. Astronomia. 2. Ensino de Física – Ensino Médio. 3. Painel didático.
4. Óptica. I. Ribeiro, Carlos Alberto de Lima, orient. II. Universidade
Estadual de Feira de Santana. III. Título.

CDU : 535 +521(07)

Maria de Fátima de Jesus Moreira - Bibliotecária - CRB-5/1120



ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

CANDIDATO (A): MARLUS VINICIO SANTOS

DATA DA DEFESA: 16 de fevereiro de 2024 **LOCAL:** Sala 03 do LABOFIS

HORÁRIO DE INÍCIO: 14:30h

MEMBROS DA BANCA		FUNÇÃO	TÍTULO	INSTITUIÇÃO DE ORIGEM
NOME COMPLETO	CPF			
CARLOS ALBERTO DE LIMA RIBEIRO	848.990.004-30	Presidente	DR	DFIS - UEFS
ANA VERENA FREITAS PAIM	563.113.975-87	Membro Interno	DR	DEDU - UEFS
JILVAN LEMOS DE MELO	001.845.135-70	Membro Externo	DR	CETEC - UFRB

TÍTULO DEFINITIVO DA DISSERTAÇÃO*:

UTILIZAÇÃO DE PAINÉIS DIDÁTICOS NO ENSINO DE ÓPTICA MEDIADO PELA ASTRONOMIA EM AULAS DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO.

*Anexo: produto(s) educacional(is) gerado(s) neste trabalho.

Em sessão pública, após exposição de 34 min, o(a) candidato(a) foi argüido(a) oralmente pelos membros da banca, durante o período de 51min. A banca chegou ao seguinte resultado**:

- APROVADO(A)
 INSUFICIENTE
 REPROVADO(A)

** Recomendações¹: Atender as recomendações da banca.

Na forma regulamentar, foi lavrada a presente ata, que é abaixo assinada pelos membros da banca, na ordem acima relacionada, pelo candidato e pelo coordenador do Programa de Pós-Graduação em Astronomia da Universidade Estadual de Feira de Santana.

Feira de Santana, 16 de fevereiro de 2024

Presidente: Carlos Alberto de Lima Ribeiro

Membro 1: Ana Verena Freitas Paim

Membro 2: Jilvan Lemos de Melo

Membro 3: _____

Candidato (a): Marlus Vinício Santos

Coordenador do PGAstro: P/ Jilvan Lemos de Melo

¹ O aluno deverá encaminhar à Coordenação do PGAstro, no prazo máximo de 60 dias a contar da data da defesa, os exemplares definitivos da Dissertação, após realizadas as correções sugeridas pela banca.



**ANEXO DA ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO:
PRODUTO(S) EDUCACIONAL(IS) GERADO(S) NO TRABALHO FINAL DE CURSO**

CANDIDATO (A): MARLUS VINICIO SANTOS

DATA DA DEFESA: 16 de fevereiro de 2024 **LOCAL:** Sala 03 do LABOFIS

HORÁRIO DE INÍCIO: 14:30h

PRODUTO EDUCACIONAL: Roteiro para a utilização
dos painéis didáticos no ensino de Óptica mediado
pela Astronomia.

Feira de Santana, 16 de fevereiro de 2024.

Presidente: Carlos Alberto de Lima Ribeiro

Membro 1: Ana Jerena Freitas Raim

Membro 2: Alvan Ramos de Melo

Membro 3: _____

Candidato (a): Marlus Vinício Santos

Coordenador do PGAstro: [Assinatura]

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por sempre me abençoar e nunca ter me abandonado ao longo da minha vida. Sou grato por ter tido a oportunidade de participar do MPAstro e por Ele ter colocado em meu caminho pessoas abençoadas e iluminadas.

À minha avó, Benedita (*in memoriam*), foi minha base e fonte inspiradora.

À minha mãe, Maria do Planto, expresso toda minha gratidão por seu amor, cuidado e apoio incondicional, sempre presente em minha jornada e ao meu pai, Oscar, que mesmo de forma indireta, torce pelo meu sucesso.

Agradeço aos meus tios pelas palavras de afeto e encorajamento.

À minha futura esposa, Desirré, reconheço todo cuidado, incentivo, paciência e apoio essenciais em minha trajetória.

Aos meus irmãos, Estella e Igor, agradeço por sempre acreditarem em meu potencial e por me incentivarem.

Ao meu orientador, Professor Dr. Carlos Alberto Ribeiro, expresso minha profunda gratidão por ter me acolhido em um momento difícil, por ter acreditado em mim, mesmo quando eu duvidava. Sua empatia, generosidade, paciência e competência foram fundamentais para o meu crescimento.

Às professoras Ana Verena Paim e Vera Martin, manifesto meu agradecimento pelo carinho, atenção e humanidade. Aos professores Paulo Cesar Poppe e Marildo Geraldête, agradeço pelos conhecimentos e momentos compartilhados.

Aos meus colegas, agradeço pelos momentos de aprendizado e descontração compartilhados. Com vocês, minha trajetória se tornou mais leve.

Ao Colégio Estadual Rubem Nogueira, em especial à minha coordenadora Rita de Cássia, agradeço a contribuição significativa para a execução do meu projeto. Aos estudantes das turmas da segunda série do Ensino Médio de 2023, expresso minha gratidão pela participação e colaboração em minha pesquisa.

"Olhem de novo esse ponto. É aqui, é a nossa casa, somos nós. Nele, todos a quem ama, todos a quem conhece, qualquer um sobre quem você ouviu falar, cada ser humano que já existiu, viveram as suas vidas. O conjunto da nossa alegria e nosso sofrimento, milhares de religiões, ideologias e doutrinas econômicas confiantes, cada caçador e coletor, cada herói e covarde, cada criador e destruidor da civilização, cada rei e camponês, cada jovem casal de namorados, cada mãe e pai, criança cheia de esperança, inventor e explorador, cada professor de ética, cada político corrupto, cada "superestrela", cada "líder supremo", cada santo e pecador na história da nossa espécie viveu ali – em um grão de pó suspenso num raio de sol.

Carl Sagan

RESUMO

O presente trabalho teve o objetivo de responder a nossa pergunta norteadora que foi: Como a utilização de painéis didáticos, no ensino de Óptica, mediado pela Astronomia, pode contribuir para uma aprendizagem significativa em aulas de Física no Ensino Médio? Como resposta propusemos a organização de uma sequência didática como ferramenta pedagógica, que visa utilizar a Astronomia como facilitadora para o ensino de Óptica em aulas de Física do Ensino Médio. Acreditamos que a experimentação pode contribuir para desenvolver no aluno uma predisposição para aprender, sendo desta forma um material potencialmente significativo. O produto educacional gerado neste trabalho foi a criação de dois painéis didáticos que contemplam diferentes teorias da Física, mediadas pela Astronomia, relacionadas aos objetos do conhecimento em estudo. A sequência didática foi composta por 16 aulas, dentre elas teóricas e experimentais, realizadas no Colégio Estadual Rubem Nogueira, localizado na cidade de Serrinha-BA com as turmas da 2ª série do Ensino Médio com cerca de 63 estudantes. Os nossos resultados demonstram que o material didático produzido se mostrou significativo, como apontado pelos estudantes, após a finalização das atividades.

Palavras-chave: Astronomia; Ensino de Física; Óptica; Painel didático; Ensino médio.

ABSTRACT

The present work aimed to answer our guiding question: How can the use of didactic panels in Optics teaching, mediated by Astronomy, contribute to meaningful learning in Physics classes in High School? In response, we proposed the organization of a didactic sequence as a pedagogical tool, which aims to use Astronomy as a facilitator for teaching Optics in High School Physics classes. We believe that experimentation can contribute to developing in students a predisposition to learn, thus being potentially significant material. The educational product generated in this work was the creation of two didactic panels that encompass different theories of Physics, mediated by Astronomy, related to the objects of knowledge under study. The didactic sequence consisted of 16 classes, including theoretical and experimental ones, held at the Rubem Nogueira State School, located in the city of Serrinha-BA, with the 2nd-year High School classes comprising about 63 students. Our results demonstrate that the produced didactic material proved to be significant, as indicated by the students after the completion of the activities.

Key words: Astronomy; Teaching Physics; Optics; Didactic Panel; High School.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: VISTA FRONTAL DO PRIMEIRO PAINEL.....	34
FIGURA 2: TUBO DE PVC SOLDÁVEL DE 20 MM X 5CM COM PONTA CORTADA FORMANDO UM ÂNGULO DE 45°.	35
FIGURA 3: ESPELHO SECUNDÁRIO FIXADO AO TUDO DE PVC SOLDÁVEL DE 20 MM.	35
FIGURA 4: PROJETO DO TELESCÓPIO COM CORTE LATERAL NO <i>SKETCHUP FOR SCHOOLS</i>	36
FIGURA 5: ARANHA MONTADA NO CORPO DO TELESCÓPIO	37
FIGURA 6: ESTRUTURA DO ESPELHO PRIMÁRIO - VISTA FRONTAL	38
FIGURA 7: ESTRUTURA DO ESPELHO PRIMÁRIO - VISTA LATERAL.....	38
FIGURA 8: ESTRUTURA DO ESPELHO PRIMÁRIO - VISTA TRASEIRA	38
FIGURA 9: DETALHES DA CÂMARA ESCURA PROPOSTA.....	39
FIGURA 10: DETALHES DO DESENHO NA TAMPA DA EMBALAGEM QUANDO A LÂMPADA ESTÁ APAGADA E ACESA, RESPECTIVAMENTE.	40
FIGURA 11: VISTA EXTERNA DA CÂMARA ESCURA, EXIBINDO A PROJEÇÃO DA IMAGEM DO DESENHO NA TELA LOCALIZADA NO INTERIOR DA MESMA.	40
FIGURA 12: INTERIOR DA CÂMARA ESCURA COM A IMAGEM PROJETADA NA TELA EM TRÊS POSIÇÕES DIFERENTES.	41
FIGURA 13: DISCO DE NEWTON EM REPOUSO.....	42
FIGURA 14: DISCO DE NEWTON EM MOVIMENTO.....	42
FIGURA 15: MONTAGEM DA CAIXA DE CORES COM O ANTEPARO EM PAPEL SULFITE.....	44
FIGURA 16: CAIXA DE CORES DEMONSTRANDO A FORMAÇÃO DA COR BRANCA NO PAPEL SULFITE E DAS CORES SECUNDÁRIAS REPRESENTADAS PELAS “SOMBRAS” DO PARAFUSO.	44
FIGURA 17: PAPEL SULFITE ILUMINADO E DETALHES DO RESULTADO.....	45
FIGURA 18: VISTA FRONTAL DO PAINEL 2.....	46
FIGURA 19: CIRCUITO TRANSMISSOR DO RÁDIO LASER	47
FIGURA 20: CIRCUITO RECEPTOR DO RÁDIO LASER	47
FIGURA 21: MONTAGEM DO CIRCUITO TRANSMISSOR.....	48
FIGURA 22: FEIXE DE LUZ LASER INCIDINDO NO RESISTOR LDR EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE ILUMINAÇÃO	48
FIGURA 23: MONTAGEM DO CIRCUITO RECEPTOR	48
FIGURA 24: MONTAGEM DO CIRCUITO TRANSMISSOR DO RÁDIO LASER COM A INSERÇÃO DA FIBRA ÓPTICA NA SAÍDA DO LASER.	49
FIGURA 25: MONTAGEM REFERENTE AO EXPERIMENTO DE ESPECTROSCOPIA EM DIFERENTES FONTES	50
FIGURA 26: DETALHES DA MONTAGEM UTILIZADA PARA FORNECER LUZ DE CORES VARIADAS PARA ESTUDO NO ESPECTROSCÓPIO CASEIRO.....	51
FIGURA 27: DETALHES DO ESPECTROSCÓPIO CASEIRO	51
FIGURA 28: EXEMPLO DE IMAGEM OBTIDA NO COMPUTADOR, PROVENIENTE DO ESPECTROSCÓPIO CASEIRO .	51
FIGURA 29: DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS DOS ESTUDANTES PARA A QUESTÃO 02.....	53
FIGURA 30: DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS DOS ESTUDANTES PARA A QUESTÃO 03.....	53
FIGURA 31: DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS DOS ESTUDANTES PARA A QUESTÃO 04.....	54
FIGURA 32: DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS DOS ESTUDANTES PARA A QUESTÃO 09.....	56
FIGURA 33: DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS DOS ESTUDANTES PARA A QUESTÃO 10.....	57

FIGURA 34: DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS DOS ESTUDANTES PARA A QUESTÃO 01	61
FIGURA 35: DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS DOS ESTUDANTES PARA A QUESTÃO 02	61
FIGURA 36: DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS DOS ESTUDANTES PARA A QUESTÃO 03	62
FIGURA 37: DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS DOS ESTUDANTES PARA A QUESTÃO 04	63
FIGURA 38: DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS DOS ESTUDANTES PARA A QUESTÃO 05	63
FIGURA 39: DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS DOS ESTUDANTES PARA A QUESTÃO 06	64
FIGURA 40: DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS DOS ESTUDANTES PARA A QUESTÃO 07	65
FIGURA 41: DISTRIBUIÇÃO DAS RESPOSTAS DOS ESTUDANTES PARA A QUESTÃO 08	65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
UEFS	Universidade Estadual de Feira de Santana
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	20
2.2 INSTRUMENTOS ÓPTICOS NA ASTRONOMIA	25
2.3 INSERÇÃO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA MEDIADA PELA ASTRONOMIA.....	27
3. METODOLOGIA.....	29
4. MATERIAIS.....	33
4.1 PAINEL DIDÁTICO 1.....	33
4.1.1 <i>Telescópio refletor newtoniano:</i>	34
4.1.2 <i>Câmara Escura:</i>	39
4.1.3 <i>Disco de Newton</i>	41
4.1.4 <i>Caixa de cores</i>	42
4.2 PAINEL DIDÁTICO 2.....	45
4.2.1 <i>Transmissão de áudio via luz (Rádio Laser)</i>	46
4.2.2 <i>Transmissão de áudio via fibra óptica</i>	49
4.2.3 <i>Espectroscopia em luz de diferentes fontes</i>	49
5. ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	52
6. CONCLUSÕES	67
REFERÊNCIAS	69
APÊNCICE A – QUESTÕES APLICADAS NO PRÉ-TESTE.....	71
APÊNCICE B – QUESTÕES APLICADAS NO PÓS-TESTE	76
APÊNCICE C – RELATOS DOS ESTUDANTES REFERENTES À APLICAÇÃO DOS PAINÉIS DIDÁTICOS.....	81
APÊNCICE D – REGISTROS REFERENTES A APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	95
APÊNCICE E – SEQUÊNCIA DIDÁTICA	102

1. INTRODUÇÃO

A Astronomia é o estudo dos astros celestes, como estrelas, planetas, cometas e galáxias. Ela surgiu da observação e da curiosidade dos humanos, que sempre buscaram entender o mundo que os cerca. No início, a Astronomia era um estudo de pouca precisão, pois não existiam instrumentos adequados para a observação dos astros. No entanto, com o desenvolvimento da tecnologia, a Astronomia tornou-se uma ciência mais precisa e avançada. Hoje, os astrônomos podem estudar os astros com telescópios, espectrógrafos e outros instrumentos que permitem a coleta de dados precisos. Esses dados são usados para estudar a origem, a evolução e a composição dos astros.

A Astronomia é uma ciência fascinante que nos ajuda a entender o nosso lugar no universo. Os primeiros estudiosos acreditavam que a Terra era o centro do Universo (geocentrismo), e tudo girava em torno dela. Um dos principais defensores dessa tese foi o filósofo, matemático e astrônomo Aristóteles (384 a.C. a 322 a.C.). Contudo, apesar dessa teoria estar errada, foi um ponto de partida para a evolução da Astronomia, pois é fato que sua história é muito rica, e por meio dela, muito conhecimento foi construído.

Ao longo dos séculos, os astrônomos descobriram que a Terra não é o centro do Universo e que existem bilhões de estrelas e planetas além do nosso. Eles também descobriram que o Universo está em constante expansão e que ele tem cerca de 13,8 bilhões de anos. A Astronomia é uma ciência que está em constante evolução, e sempre há novas descobertas a serem feitas. Com o desenvolvimento da tecnologia, os astrônomos puderam estudar os astros com mais precisão, e puderam nos ajudar a entender ainda mais o nosso lugar no Universo.

A Astronomia envolve uma combinação de ciência, tecnologia e cultura e é um incentivador importante para despertar o interesse dos jovens pela Física e Matemática. E não se pode negar a importância dessa ciência tão fascinante e rica em conhecimento. De acordo com Langhi e Nardi (2009, p.3), o ensino de Astronomia na educação básica ainda é pouco desenvolvido ou até mesmo totalmente ausente.

No âmbito da educação básica, as escolas de Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio atuam de modo formal no papel de

instituições que promovem o processo de ensino/aprendizagem de conteúdos de Astronomia, embora de modo reduzido, e muitas vezes até nulo (Langhi e Nardi, 2009, p. 3).

Apesar de sua importância, o ensino de Astronomia na educação básica é muitas vezes negligenciado. Existem várias razões para isso. O motivo dessa pouca abordagem da Astronomia está geralmente ligado à formação do professor e à abordagem dada pelos livros didáticos. Outra razão é que a Astronomia é uma ciência complexa, e pode ser difícil ensinar aos alunos alguns conceitos astrofísicos, ou ainda, por não ser uma ciência obrigatória para exames como o ENEM, muitos professores não dão prioridade para o ensino de Astronomia. Ainda segundo Langhi e Nardi (2009):

[...] nem sempre todos os conteúdos são trabalhados durante a educação formal, haja vista o exemplo de conceitos de Astronomia fundamental, os quais, na maioria das vezes, deixam de ser considerados – ou são pouco contemplados – durante a trajetória formativa do aluno do Ensino Fundamental e Médio, bem como do futuro professor, tanto no ambiente escolar como nos materiais didáticos utilizados. Isto traz algumas consequências com relação à atuação docente em sala de aula, uma vez que a sua educação formal não lhe garantiu uma abordagem destes saberes disciplinares. Algumas destas consequências são as dificuldades em ensinar/aprender conteúdos de Astronomia e a propagação de erros conceituais, concepções alternativas, mitos e crenças sobre fenômenos astronômicos. (Langhi e Nardi, 2009, p.03)

Não podemos negar que a educação, apesar de ter sido engessada por muito tempo, está cada vez mais pressionada a mudar, visto que o processo de mudança está acelerando. A inserção dos docentes em meio às tecnologias torna-se necessária para a reformulação e a adequação dos processos de ensino-aprendizagem. Na atualidade, é de suma importância ampliar os conhecimentos científicos para evitar erros conceituais perante temas relevantes da Astronomia e dos fenômenos astronômicos.

O professor diante deste conjunto de informações, percebe que há algo a mais no saber científico, principalmente quando o tema abordado é a Astronomia no seu conteúdo disciplinar. Entretanto, devido a algumas falhas durante sua formação nos conceitos de Astronomia presentes em livros didáticos, a atuação docente fica prejudicada, deixando de lado a explicação e exposição necessária sobre o assunto fascinante do Universo Sideral (Damineli, 2010).

Diante do cenário socioeducacional atual, “é comum nas escolas de Ensino Médio nos depararmos com professores de Física enfrentando grandes dificuldades em construir o conhecimento junto com seus alunos de maneira prazerosa, contextualizada e funcional” (Moreira, 1999, p. 152).

Essas dificuldades ocorrem por uma série de fatores, como a falta de recursos e a falta de formação adequada dos professores, por exemplo. Muitos professores não receberam formação específica em Física, o que pode dificultar a compreensão dos conceitos e a transmissão do conhecimento de forma clara e eficaz. Além disso, muitos professores não estão familiarizados com as novas metodologias de ensino, que podem tornar a aprendizagem mais ativa e participativa. A falta de recursos também é um desafio para o ensino de Física. Os professores muitas vezes não têm acesso a laboratórios equipados, materiais didáticos adequados ou livros atualizados. Isso dificulta a construção do conhecimento de forma experimental e concreta, o que pode tornar a aprendizagem mais abstrata e menos interessante para os alunos.

Assim, a Astronomia também pode despertar grande interesse, “pois contribui para a compreensão de situações do cotidiano, como os movimentos que o Sol aparenta fazer, as fases da Lua, as estações do ano ou até mesmo as viagens espaciais, entre outros assuntos”. (Lopes, 1999 *apud* Tobias, 2013, p. 6). Assim, a Astronomia pode desempenhar um papel importante como facilitadora no ensino de Física, pois pode ajudar os alunos a compreender os conceitos físicos de forma mais concreta e significativa.

Acredita-se que ao aproveitar o fascínio que a Astronomia exerce sobre os estudantes, é possível ajudá-los a desenvolver competências e habilidades necessárias para o entendimento dos fenômenos físicos presentes em seu cotidiano, atribuindo significado ao que é ensinado em sala de aula. Os alunos podem ser beneficiados em sua aprendizagem de Física de diversas formas. Primeiramente, a Astronomia permite que os conceitos abstratos da Física estejam associados a fenômenos reais observáveis no céu. Por exemplo, ao estudar a órbita dos planetas ao redor do Sol, os alunos podem compreender melhor os princípios de força centrípeta, interferência e leis de Kepler.

Além disso, a exploração do espaço e dos corpos celestes pode despertar a curiosidade e o interesse dos estudantes pela Física. Ao estudar fenômenos astronômicos, eles podem se sentir mais motivados a aprofundar seus conhecimentos em Física, percebendo a aplicação prática desses conceitos no contexto espacial.

Muitos são os filmes, séries, livros e revistas em quadrinhos que se utilizam dos conceitos da Astronomia para criar seus produtos. Assim, nós professores podemos observar um bom interesse dos alunos quando abordamos esse tema. Portanto, sempre que o estudante pode ancorar um conhecimento ou informação nova a outro que ele já possui ou a saberes e temas que o atraem, a aprendizagem se torna mais facilitada e, por conseguinte, mais significativa. Por essa razão é que o referencial teórico selecionado para essa pesquisa é a Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel¹.

Embora a Astronomia desperte o interesse dos estudantes, é fundamental que os professores utilizem estratégias didáticas que promovam a aprendizagem significativa desse conteúdo. Nesse sentido, os PCN e BNCC oferecem diretrizes importantes para o ensino da Astronomia. Segundo Carvalho *et al.* (2020), os PCN estão divididos em áreas do conhecimento nos documentos das áreas de Ciências da Natureza e é forte a crítica à formação mais tecnicista, matematizada e voltada para vestibulares. Conteúdos de Astronomia aparecem como eixos temáticos: “Terra e Universo”, no Ensino Fundamental (Brasil, 1998), e “Universo, Terra e Vida”, no Ensino Médio (Brasil, 2002). A Base Nacional Curricular Comum (BNCC) objetiva apresentar diretrizes para a elaboração de currículos, visando uniformizar os conteúdos trabalhados nas escolas. De acordo com a competência específica 2 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias da BNCC:

Nessa competência específica, podem ser mobilizados conhecimentos conceituais relacionados a: origem da Vida; evolução biológica; registro fóssil; exobiologia; biodiversidade; origem e extinção de espécies; políticas ambientais; biomoléculas; organização celular; órgãos e sistemas; organismos; populações; ecossistemas; teias alimentares; respiração celular; fotossíntese; neurociência; reprodução e hereditariedade; genética mendeliana; processos epidemiológicos; espectro eletromagnético; modelos

¹ David Ausubel (1918-2008) graduou-se em Psicologia e Medicina, doutorou-se em Psicologia do Desenvolvimento na Universidade de Columbia, onde foi professor no Teacher’s College por muitos anos; dedicou sua vida acadêmica ao desenvolvimento de uma visão cognitiva à Psicologia Educacional.

atômicos, subatômicos e cosmológicos; astronomia; evolução estelar; gravitação; mecânica newtoniana; previsão do tempo; história e filosofia da ciência; entre outros. (Brasil, 2018, p. 556)

Nesse sentido, as implicações de atividades experimentais no aprendizado da Óptica, mediado pela Astronomia, em classes do Ensino Médio tem como princípio potencializar o ensino e aprendizado desta ciência e valorizar a experimentação como elemento motivador, capaz de tornar o ensino da Física mais atrativo, contribuindo para a sua aprendizagem e facilitando o estabelecimento de relações com o cotidiano, ou seja, a experimentação é uma ferramenta capaz de ancorar os subsunçores aos novos conhecimentos adquiridos.

Acredita-se que a construção de experimentos pelos próprios estudantes, contribui para que ocorra o surgimento de conflitos cognitivos, contribuindo, desta forma, com a construção de esquemas mentais. Essa prática apresenta resultado exitoso, quando comparada à didática tradicional, onde a experimentação está frequentemente ausente ou possui caráter meramente de verificação, pois fazer com que o estudante goste e queira aprender Física está relacionado com a percepção que este tem da importância desta ciência para a sua formação e para a sua vida.

Painéis didáticos podem ser um recurso valioso para o ensino de Física, especialmente em escolas que adotam itinerários formativos ou modalidades de ensino que possuem uma carga horária reduzida dessa disciplina. Os painéis podem ajudar a tornar o aprendizado mais visual, prático e atraente, o que pode ser benéfico para todos os estudantes, especialmente para aqueles que enfrentam desafios de aprendizagem. Além disso, os painéis podem ser usados para promover a interação e a colaboração entre os estudantes, melhorando o desempenho escolar. É importante notar que os painéis didáticos não são uma solução milagrosa para o ensino de Física. São apenas recursos que podem ser usados para complementar outras estratégias de ensino.

A utilização de experimentos em sala de aula é uma alternativa pedagógica, que os professores podem utilizar para, dentre outras razões, chamar a atenção dos alunos, desenvolvendo predisposição para a aprendizagem dos conteúdos a serem estudados, fazendo com que eles entendam que os conceitos ensinados, além de fazerem parte do seu cotidiano, influenciam em sua vida.

Embora seja verdade que a construção de experimentos pelos próprios alunos contribua para a construção dos esquemas mentais do estudante, os painéis didáticos têm um papel importante na experimentação didática. De acordo com Lima e Gouvêa (2012), "os painéis didáticos são equipamentos educacionais capazes de apresentar conteúdos de forma interativa e lúdica, despertando o interesse e a curiosidade do aluno" (p. 7).

A BNCC estabelece que o ensino de Física deve ser contextualizado e interdisciplinar, o que pode ser facilmente alcançado com o uso de painéis didáticos que permitem a conexão entre a óptica e a Astronomia. Além disso, a matriz de referência do ENEM cobra uma grande variedade de objetos do conhecimento em Física, muitas vezes impossíveis de serem trabalhados dentro da carga horária oferecida. Neste sentido, este recurso torna-se ainda mais importante para o sucesso dos estudantes na prova. É preciso considerar que o futuro dos estudantes não se resume ao ENEM, portanto, o ensino voltado para a construção de um conhecimento sólido e significativo na disciplina, pode ser benéfico para a sua formação, seja na continuação dos estudos ou na vida pessoal e profissional.

Apesar disso, é importante lembrar que os painéis didáticos não substituem completamente a experimentação individual dos estudantes, que como mencionado, permite o surgimento de conflitos cognitivos e contribui para a construção dos esquemas mentais. No entanto, em contextos em que a experimentação individual é difícil ou impossível, esta ferramenta pode ser uma alternativa interessante para despertar o interesse e a curiosidade dos estudantes pela Física.

Entende-se que pode ser um desafio para os professores encontrar tempo e disponibilidade para a construção desses painéis. Nesse caso, seria interessante buscar formas de incentivar a participação dos demais docentes no processo de criação e implementação dos experimentos, seja oferecendo capacitação e treinamento, ou disponibilizando recursos e materiais para facilitar o processo. Além disso, é importante considerar que a criação de painéis didáticos não precisa ser uma tarefa individual do professor. É possível promover atividades em grupo, envolvendo

alunos e outros profissionais da escola, como técnicos em laboratório ou artistas, por exemplo, para ajudar na elaboração.

Em suma, os painéis didáticos têm um papel importante no ensino de Física, especialmente em escolas onde a experimentação individual pode ser difícil de ser realizada. E eles podem se constituir também em instrumento de mediação para o ensino de Astronomia de forma interdisciplinar, pois terá na Física o aporte necessário para a compreensão de seus objetos do conhecimento e vice-versa. No entanto, é importante lembrar que eles não substituem completamente a experiência individual dos estudantes, face ao processo de produção do conhecimento, que continua sendo uma prática exitosa para a construção de seus esquemas mentais.

O produto educacional tem por finalidade criar possibilidades para o ensino, a partir da elaboração de sequência didática que contemple a aplicação de painéis didáticos e outros recursos possíveis de serem implementados em sala de aula. Assim, a linha de pesquisa escolhida para o Mestrado Profissional em Ensino de Astronomia está associada ao tema: Utilização de painéis didáticos no ensino de Óptica mediado pela Astronomia em aulas de Física no Ensino Médio.

No próximo capítulo teremos a fundamentação teórica, em seguida a metodologia.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Teoria da Aprendizagem Significativa

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) é uma teoria que compreende a aprendizagem como um processo que se baseia na interação entre os novos conhecimentos e os conhecimentos prévios do aprendiz, atribuindo significados e relevância ao que se aprende.

Essa teoria defende que a aprendizagem resulta “no armazenamento organizado de informações na mente do ser que aprende, e esse complexo organizado é conhecido como estrutura cognitiva” (Moreira, 1999, p. 152).

A TAS foi proposta por David Ausubel, em 1968. Ela afirma que a aprendizagem mais eficaz ocorre quando os novos conhecimentos são relacionados a conhecimentos prévios relevantes. Os alunos aprendem melhor quando são capazes de ver como o novo conhecimento se encaixa no que já sabem.

A aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não literal, não ao pé da letra, e não arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (Moreira, 2010, p. 02).

Para a proposta de Ausubel a aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não literal, não “ao pé da letra”. E não arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. É aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe.

Para Ausubel, a TAS consiste em ampliar e reconfigurar as formas de descobrir para aprender (Fernandes, 2011), ou seja, devemos considerar que o estudante sempre tem algum aprendizado quando chega na escola. Ele não chega na escola de maneira vazia. Esses conhecimentos, combinados com as novas aprendizagens e o contexto social formam os pressupostos básicos dessa teoria:

O aprendizado significativo acontece quando uma informação nova é adquirida mediante um esforço deliberado por parte do aprendiz em ligar a informação nova com conceitos ou proposições relevantes preexistentes em sua estrutura cognitiva (Ausubel, 1978, p. 159 apud Menezes, 2018, p. 138)

Ausubel usou o termo "subsunçor" para descrever as ideias preexistentes que os estudantes têm em suas mentes. Quando eles encontram novas informações, comparam com seus subsunçores existentes. Se as informações forem consistentes com os subsunçores, os discentes são capazes de aprender de forma significativa. Se as informações não forem consistentes com os subsunçores, eles precisam modificar seus subsunçores para acomodar as novas informações. Para Moreira (2010), subsunçor é todo conhecimento pré-existente.

Subsunçor é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto. Tanto por recepção como por descobrimento, a atribuição de significados a novos conhecimentos depende da existência de conhecimentos prévios especificamente relevantes e da interação com eles. (Moreira, 2010, p. 02)

Os subsunçores são importantes para a aprendizagem significativa, pois fornecem subsídios para que os discentes possam compreender novas informações. Ao conectar essas novas informações aos seus subsunçores, eles são capazes de entendê-las de maneira significativa. "Em Física, por exemplo, se os conceitos de força e campo já estão na estrutura cognitiva do estudante, servirão de subsunçores para novas informações, como por exemplo, o conceito de campo eletromagnético" (Moreira, 2016, p. 08).

Assim, para Ferreira; Mateus e Moretti (2022, p. 447):

Pode-se, deste modo, compreender que a aprendizagem significativa (AS) é o resultado de um processo de interação substantiva e não arbitrária envolvendo novas ideias e aquilo que o aprendiz já sabe. Dizer que tal interação é substantiva (não-litera) e não arbitrária implica que ela não ocorre palavra por palavra nem com qualquer ideia pré-existente na estrutura cognitiva do indivíduo, mas que ela ocorre com alguma ideia especificamente relevante, denominada de subsunçor.

Para Santos, Tres e Crisóstomo (2018), os elementos fundamentais para que a aprendizagem seja significativa incluem, em primeiro lugar, o conhecimento prévio do aluno. Em seguida, a disposição do aluno para conectar seu conhecimento prévio com novas oportunidades de aprendizado sobre o mesmo assunto e, por fim, uma atitude voltada para a reflexão crítica. Essa reflexão crítica implica que o indivíduo tenha uma compreensão abrangente das questões, sem ser controlado por elas.

Segundo Moreira (2010), a aprendizagem significativa é aquela que ocorre quando o estudante relaciona o novo conteúdo com o que ele já sabe, atribuindo significado e relevância ao que aprende. A aprendizagem mecânica, por outro lado, é aquela que ocorre quando o estudante memoriza o conteúdo de forma arbitrária e literal, sem compreender ou conectar com o seu conhecimento prévio. Na aprendizagem significativa, o estudante modifica tanto o novo conteúdo quanto o seu conhecimento prévio, chamado de subsunçor, tornando-os mais claros, estáveis e diferenciados, assim ele organiza os conceitos de forma hierárquica, na qual os mais gerais e inclusivos abrangem os mais específicos e menos inclusivos, formando uma rede de significados. O estudante é capaz de aplicar o conhecimento adquirido em situações do mundo real, resolvendo problemas, tomando decisões, criando produtos, entre outras atividades. Reflete e pensa criticamente sobre o seu próprio processo de aprendizagem, buscando aprimorar o seu entendimento e corrigir possíveis erros ou inconsistências.

Já na aprendizagem mecânica, o estudante não modifica nem o conteúdo nem o subsunçor, apenas os armazena de forma isolada e superficial, não organiza os conceitos de forma hierárquica, mas de forma linear e fragmentada, sem estabelecer relações entre eles, o estudante também não aplica o conhecimento adquirido em situações do mundo real, apenas reproduz o conteúdo memorizado em situações de avaliação. Não reflete nem pensa criticamente sobre o seu próprio processo de aprendizagem, apenas aceita o conteúdo como verdadeiro e inquestionável.

No entanto, Ausubel não encara a aprendizagem mecânica e a aprendizagem significativa como opostas, mas sim como parte de um processo contínuo. Em algumas situações, o aluno pode inicialmente assimilar conhecimentos de forma mecânica e, mais tarde, ao se deparar com uma aprendizagem significativa, consegue relacioná-los com o que já sabia. Portanto, na visão ausubeliana, não se trata de uma distinção rígida entre aprendizagem significativa e mecânica, mas sim de um continuum potencial.

A passagem da aprendizagem mecânica para a aprendizagem significativa não é natural, ou automática; é uma ilusão pensar que o aluno pode inicialmente aprender de forma mecânica, pois, ao final do processo, a

aprendizagem acabará sendo significativa; isto pode ocorrer, mas depende da existência de subsunçoes adequados, da predisposição do aluno para aprender, de materiais potencialmente significativos e da mediação do professor; na prática, tais condições muitas vezes não são satisfeitas e o que predomina é a aprendizagem mecânica (Moreira, 2010, p.12)

Santos, Tres e Crisóstomo (2018), resume três tipos de aprendizagem significativa a partir de Moreira (2010) como sendo: representacional, conceitual e proposicional.

Aprendizagem representacional: é o tipo mais básico. Ocorre a partir do conhecimento do significado de símbolos individuais e do que eles representam. Por exemplo, entender a relação entre cores e luz a partir de uma imagem colorida de um arco-íris. Nesse contexto, a aprendizagem representacional ocorre quando os alunos associam as cores vibrantes do arco-íris (vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta) às experiências visuais que já tiveram anteriormente com essas cores. Aqui, a representação visual do arco-íris serve como um meio para conectar e recordar experiências prévias relacionadas às cores.

Aprendizagem conceitual: é um tipo de aprendizagem representacional, mas ao invés de símbolos, entendemos o significado de conceitos. Por exemplo, entender o conceito de espectro eletromagnético. Ao explicar que as cores do arco-íris correspondem a diferentes comprimentos de onda da luz visível, os alunos começam a desenvolver uma compreensão conceitual. Eles percebem que as cores não são apenas belas tonalidades, mas representam diferentes faixas de energia. Aqui, a aprendizagem conceitual ocorre quando eles internalizam a relação entre as cores e os comprimentos de onda.

Aprendizagem proposicional: é o tipo mais complexo. Ocorre a partir do conhecimento do significado de proposições, que são combinações de conceitos que expressam uma ideia. Por exemplo, pode-se avançar na explicação, introduzindo a ideia de como as cores são resultado da absorção e reflexão da luz. Os estudantes aprendem que objetos coloridos absorvem certas cores e refletem outras. Agora, a aprendizagem proposicional acontece quando são capazes de formular proposições sobre as cores da luz, como "Um objeto que parece vermelho absorve todas as cores, exceto o vermelho, que é refletido". Aqui, eles começam a construir proposições que explicam o fenômeno das cores da luz.

Para Ausubel, a aprendizagem pode se dividir em três formas dependendo do grau de interação com os subsunçores: aprendizagem subordinada, superordinada e combinatória (Santos; Tres; Crisóstomo, 2018 *apud* Moreira, 2010):

Aprendizagem subordinada é quando a nova informação depende do conhecimento prévio para ser assimilada. Neste tipo de aprendizagem, novas informações são associadas a conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. É como adicionar ramos a um tronco já existente na árvore do conhecimento. Por exemplo, se os estudantes já entendem que a luz é uma forma de energia, ao introduzir as cores da luz, pode-se subordinar esse conhecimento, mostrando como diferentes cores estão relacionadas a diferentes níveis de energia na luz visível.

Aprendizagem superordinada é quando o novo objeto de conhecimento é mais significativo do que os conteúdos já existentes. O aprendiz é exposto a conceitos mais amplos e abstratos antes de serem detalhados com informações mais específicas. É como entender primeiro a ideia geral para, em seguida, os detalhes. Por exemplo, ao se discutir que a luz é uma onda eletromagnética, pode-se discutir sobre as cores da luz como diferentes partes desse espectro, destacando como cada cor tem um comprimento de onda específico.

Aprendizagem combinatória ocorre quando o novo conteúdo não pode ser associado aos conhecimentos prévios, mas é assimilado mesmo assim. Diferentes conceitos são integrados para formar um novo entendimento mais complexo e inter-relacionado. Por exemplo, ao ensinar sobre cores da luz, pode-se combinar a ideia de cores primárias com a formação de cores secundárias e mostrar como misturar luzes de cores primárias pode criar cores secundárias e relacionar com o funcionamento de uma tela de computador.

A concepção da aprendizagem significativa é uma teoria importante para a educação. Ela fornece evidências sobre como os alunos aprendem melhor e como os professores podem criar ambientes de aprendizagem que promovam a aprendizagem significativa.

A TAS, que possui raízes na teoria cognitivista, continua tendo sua relevância por considerar os processos de ensino e aprendizagem mais ativos e menos mecanicistas, isto é, capaz de proporcionar a construção de significados sobre conceitos científicos pelo próprio aprendiz. (Ferreira; Mateus e Moretti, 2022, p. 446)

2.2 Instrumentos Ópticos na Astronomia

Desde os primórdios da civilização, a humanidade olha para o céu em busca de respostas sobre sua origem, natureza e funcionamento. Com o passar dos séculos, o desenvolvimento de instrumentos ópticos revolucionou a forma como observamos e compreendemos o cosmos.

Os instrumentos ópticos são ferramentas fundamentais na Astronomia, pois permitem a coleta e análise da luz visível emitida ou refletida por objetos celestes. Essa luz carrega consigo informações cruciais sobre a composição química, temperatura, massa, velocidade e distância dos corpos celestes. Eles também possibilitam a observação de fenômenos distantes e nos permitem viajar no tempo, revelando eventos que ocorreram bilhões de anos atrás. Com o uso de telescópios, espectrômetros, câmeras CCD e outros dispositivos ópticos avançados, os astrônomos têm acesso a uma riqueza de dados que os auxiliam a decifrar os enigmas do universo.

Os telescópios são os principais instrumentos utilizados pelos astrônomos para a observação do céu. A história dos telescópios começa no século XVI, quando os fabricantes de lentes holandeses Hans Lippershey e Zacharias Janssen desenvolveram uma luneta que utiliza lentes para ampliar a imagem dos objetos. A luneta de Lippershey foi um tubo com duas lentes, uma objetiva e uma ocular. A objetiva capta a luz dos objetos e a concentra na ocular, que amplia a imagem.

No século XVII, nomes como Galileu Galilei entraram em cena, aperfeiçoando a lente e construindo telescópios refratores que permitiam uma visão mais nítida dos corpos celestes. Galileu usou seu telescópio para observar o céu e fez várias descobertas importantes, como as fases de Vênus, os anéis de Saturno e as manchas solares. Contudo, ainda no século XVII, o inglês Isaac Newton revolucionou o campo com a criação do telescópio refletor, usando espelhos para eliminar as aberrações

cromáticas e aumentar a capacidade de coleta de luz. A aberração cromática é um tipo de distorção da imagem causada pela diferença de comprimento de onda da luz produzindo cores falsas.

Os espelhos permitem construir telescópios com diâmetros maiores, aumentando significativamente a capacidade de coleta de luz e a resolução das imagens. Um exemplo notável é o atual Telescópio Espacial James Webb, lançado em 2021, que é projetado para ser o sucessor do Telescópio Espacial Hubble e é destinado a realizar observações astronômicas em uma ampla gama de comprimentos de onda, desde o infravermelho próximo até o médio e foi projetado para estudar a formação de estrelas, galáxias primitivas, planetas extrassolares e muito mais.

À medida que a história da Astronomia avançava, a técnica da espectroscopia emergiu como uma chave para desvendar as composições e propriedades dos objetos celestes. No século XIX, cientistas como Joseph von Fraunhofer mapearam linhas espectrais, indicando a presença de elementos químicos. Edwin Hubble, no início do século XX, utilizou essa técnica para verificar a expansão do universo. A espectroscopia não apenas revelou os elementos que compõem as estrelas, mas também permitiu uma compreensão mais profunda da evolução estelar e da história do cosmos.

Os espectrômetros são os instrumentos utilizados para analisar as linhas espectrais, que correspondem a comprimentos de onda específicos associados a elementos químicos. Essa técnica tem sido essencial na determinação da composição química de estrelas, a identificação de materiais em nebulosas e a detecção de elementos em atmosferas planetárias. A espectroscopia tem fornecido pistas sobre a evolução química do universo e a natureza dos objetos distantes.

No final do século XX, outro marco na história da Astronomia foi atingido com o advento das câmeras CCD e a técnica da fotometria. A captura precisa da luz de estrelas e outros fenômenos celestes tornou-se mais eficiente, permitindo uma análise detalhada das curvas de luz. Essas câmeras convertem a luz em sinais elétricos que podem ser transformados em imagens digitais detalhadas. As câmeras CCD se

tornaram os olhos eletrônicos da astronomia, registrando eventos transitórios como supernovas e fenômenos solares, enriquecendo nossa compreensão do universo em evolução.

A fotometria é outra aplicação importante dos CCDs na Astronomia. Essa técnica mede a intensidade da luz emitida ou refletida por estrelas e outros objetos celestes em diferentes comprimentos de onda. Através da fotometria, os astrônomos determinam a magnitude das estrelas, um parâmetro fundamental para entender a evolução estelar e a dinâmica de sistemas estelares binários.

2.3 Inserção de Física Moderna e Contemporânea mediada pela Astronomia

A Física Moderna e Contemporânea é um campo de estudo que abrange as teorias e descobertas que revolucionaram a compreensão dos fenômenos físicos no século XX e XXI, tais como a relatividade, a mecânica quântica, a cosmologia, a astrofísica, entre outras. Essas teorias permitiram ampliar os horizontes da Física Clássica, que se mostrava insuficiente para explicar os aspectos da matéria e da energia em escalas muito pequenas ou em velocidades muito altas. Além disso, a Física Moderna e Contemporânea possibilitou o desenvolvimento de novas tecnologias, como os raios X, a energia nuclear, os lasers, os transistores e os computadores.

A Teoria da Relatividade, formulada por Albert Einstein no início do século XX, é um dos pilares fundamentais da Física Moderna e teve forte inserção mediada pela Astronomia. Por meio das observações astronômicas foi possível testar e confirmar a previsão da Teoria da Relatividade Geral, como o desvio gravitacional da luz em torno de estrelas massivas, conhecido como Lente Gravitacional.

A Cosmologia é outro campo da Física que tem sido impulsionado pela Astronomia moderna. Por meio de observações de galáxias distantes e da radiação cósmica de fundo, obtemos informações sobre a origem e evolução do universo. Através de observações de galáxias distantes e análises da radiação cósmica de fundo, os astrônomos obtêm dados que contribuem significativamente para nosso entendimento do cosmos. A observação de galáxias distantes proporciona informações cruciais sobre a distribuição e o comportamento das estruturas no

universo, enquanto a radiação cósmica de fundo revela pistas sobre os estágios iniciais do universo. Esses dados, mediados pela Astronomia, fornecem uma base robusta para teorias cosmológicas contemporâneas, influenciando significativamente o desenvolvimento da Física Moderna.

3. METODOLOGIA

A execução do projeto foi realizada no Colégio Estadual Rubem Nogueira, situado na cidade de Serrinha-BA e foi desenvolvido nas turmas de 2ª série do Ensino Médio. Utilizamos uma sequência didática composta por diálogos e painéis didáticos com experimentos que, somados ao conhecimento prévio trazido pelos estudantes, contribuíram para uma aprendizagem significativa através dessas produções manuais.

Painéis didáticos são recursos didáticos multifuncionais, interativos e manipuláveis, geralmente estruturados em placas ou suportes físicos. Permitem a apresentação e explicação de conceitos de forma visual, interativa e dinâmica, auxiliando na compreensão de conteúdos abstratos e no desenvolvimento de habilidades práticas. São compostos por diversos elementos, como:

- Elementos gráficos: ilustrações, diagramas, figuras e representações visuais dos conceitos;
- Textos explicativos: informações detalhadas sobre os conceitos, instruções de uso e procedimentos;
- Elementos físicos: componentes reais que permitem a manipulação e experimentação, como motores, LEDs, lentes, espelhos, entre outros.

Os painéis didáticos são utilizados em diversas áreas do conhecimento, como mecânica, elétrica, eletrônica, Óptica, Astronomia, biologia, química e outras. Na área de Óptica mediada pela Astronomia, por exemplo, os painéis podem representar sistemas ópticos, como lentes e espelhos, ou fenômenos ópticos e astronômicos, como a formação de imagens e a espectroscopia.

A sequência didática, composta por seis etapas, as quais descrevemos nessa seção, foi cuidadosamente iniciada para maximizar a aprendizagem significativa. A sequência didática detalhada encontra-se no Apêndice E. Assim, procedemos às seguintes ações:

- I. Início de conversa (coleta de conhecimentos prévios);

Para recolher os conhecimentos prévios dos alunos, foi utilizado um questionário na plataforma Google Formulários. Intitulado como pré-teste, disponível no apêndice A, essa atividade foi acompanhada de forma a investigar as concepções

iniciais dos alunos sobre Óptica e Astronomia, fornecendo informações valiosas para as atividades subsequentes.

II. Problematização e sensibilização;

A partir das respostas dos alunos na atividade anterior, foram identificados os pontos de partida para a problematização. Questões, curiosidades astronômicas e cenários do cotidiano foram apresentados para sensibilizar os alunos sobre o tema.

III. Apresentação do objeto de conhecimento;

Através de apresentações expositivas e recursos visuais, os conceitos de ótica mediados pela Astronomia foram apresentados. A relação entre esses conceitos e fenômenos astronômicos foi enfatizada para estabelecer conexões.

IV. Atividade prática;

Dois painéis didáticos foram apresentados para permitir aos estudantes explorar os conceitos de ótica e Astronomia de maneira tangível. Os experimentos foram escolhidos de modo a proporcionar desafios cognitivos que exijam a aplicação dos conceitos aprendidos.

V. Discussão da atividade prática;

Após as atividades práticas, foram iniciadas discussões onde os discentes foram incentivados a compartilhar suas descobertas, discutir suas observações e refletir sobre como os experimentos estavam relacionados aos conceitos teóricos.

VI. Finalização;

Para avaliar o impacto da sequência didática, um pós-teste, disponível no apêndice B, foi aplicado através de um questionário na plataforma Google Formulários. Esses testes avaliaram não apenas o conhecimento adquirido, mas também a percepção dos alunos sobre a fidelidade e aplicabilidade dos conceitos no contexto real.

Além do pós-teste, os alunos foram convidados a compartilhar suas impressões e reflexões em uma atividade de produção textual realizada no ambiente virtual do Google Sala de Aula. Nessa atividade, os estudantes foram incentivados a discorrer sobre como as atividades práticas e a abordagem interdisciplinar contribuíram para a sua compreensão dos conceitos de óptica e Astronomia. A inclusão dessa atividade permitiu capturar os aspectos qualitativos da experiência dos alunos, fornecendo

informações sobre como a sequência didática impactou sua percepção e compreensão dos experimentos analisados.

A sequência didática é uma sugestão de ação pedagógica que o docente pode utilizar para melhorar o processo de ensino e aprendizagem. O professor pode intervir sempre que necessário para garantir que os discentes estejam aprendendo e para criar oportunidades para que eles assumam uma postura reflexiva e se tornem sujeitos do seu próprio aprendizado. A autora Oliveira (2001) pesquisou os objetivos de uma sequência didática do ponto de vista do aluno e do professor. Nesse caso, cabe ao professor:

- Conduzir os discentes a uma reflexão e apreensão acerca do ensino proposto na sequência didática;
- Almejar que estes conhecimentos adquiridos sejam levados à vida dos estudantes e não somente no momento da aula ou da avaliação;
- Organizar as intenções pedagógicas através de temas, objetivos, conteúdo que atendam as necessidades do projeto didático, dos professores e dos alunos;
- Organizar as intenções pedagógicas de tal forma que garanta a transversalidade de seus conteúdos temas e objetivos;
- Preparar técnica e academicamente o professor, tornando-o capaz de fomentar e propiciar a construção dos conhecimentos específicos com o grupo alunos sob sua responsabilidade, posto que seja fundamental que se procure, através de pesquisas, ter conhecimentos prévios que ultrapassem o senso comum, o óbvio (OLIVEIRA, 2001, p. 74).

Uma sequência didática é um conjunto organizado de atividades de ensino e aprendizagem que abordam um tema específico de maneira integrada e estruturada, buscando alcançar objetivos educacionais pré-definidos. Segundo Zabala (1998) sequências didáticas são:

[...] um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos [...] (ZABALA, 1998 P.18).

No desenvolvimento da sequência didática, as atividades devem ser conduzidas de maneira que possibilite aos estudantes, oportunidades de utilizar seus conhecimentos prévios, expor suas ideias, levantar hipóteses, e experimentar ações que promovem uma aprendizagem significativa com relação à aquisição do conhecimento.

Desse modo, a utilização da sequência didática enquanto estratégia de ensino, possibilita que os estudantes tenham a percepção de que os conhecimentos que

trazem para a escola são valorizados e estão relacionados com os objetos de conhecimento que são abordados em sala de aula, o que contribui para criar um ambiente de aprendizagem estimulante e provocador.

Diante destas constatações, nota-se que a TAS mostra-se eficiente para promover a aprendizagem dos discentes, desde que os professores estejam preparados para a mudança e faça uso de materiais didáticos que possam despertar a criatividade e produção pelos estudantes de maneira contextualizada, utilizando-se a história da Astronomia com uma abordagem que vise a mobilização dos alunos na construção significativa, que fuja da perspectiva de ensino tradicional e sim atividades que promovam um ensino mais dinâmico, criativo, significativo, que se utilize dos conceitos da Física como ferramentas para o domínio da linguagem científica, com atividades práticas que gerem diálogo entre as partes dos processos de ensino e de aprendizagem, fugindo assim de um ensino autoritário e dogmático.

4. MATERIAIS

Para esse projeto utilizamos alguns materiais para realização de experimentos pré-definidos. Alguns desses materiais foram disponibilizados pela escola onde se aplicou o projeto e outros foram financiados com recursos próprios. Também, utilizamos alguns *Chromebook* presentes no acervo da escola.

De início foi aplicada uma atividade diagnóstica no Google Formulário, a fim de conhecer os subsunçores dos discentes. Após este diagnóstico, foram debatidas as respostas relacionando com os objetos do conhecimento da Física e da Astronomia e apresentados 2 painéis didáticos.

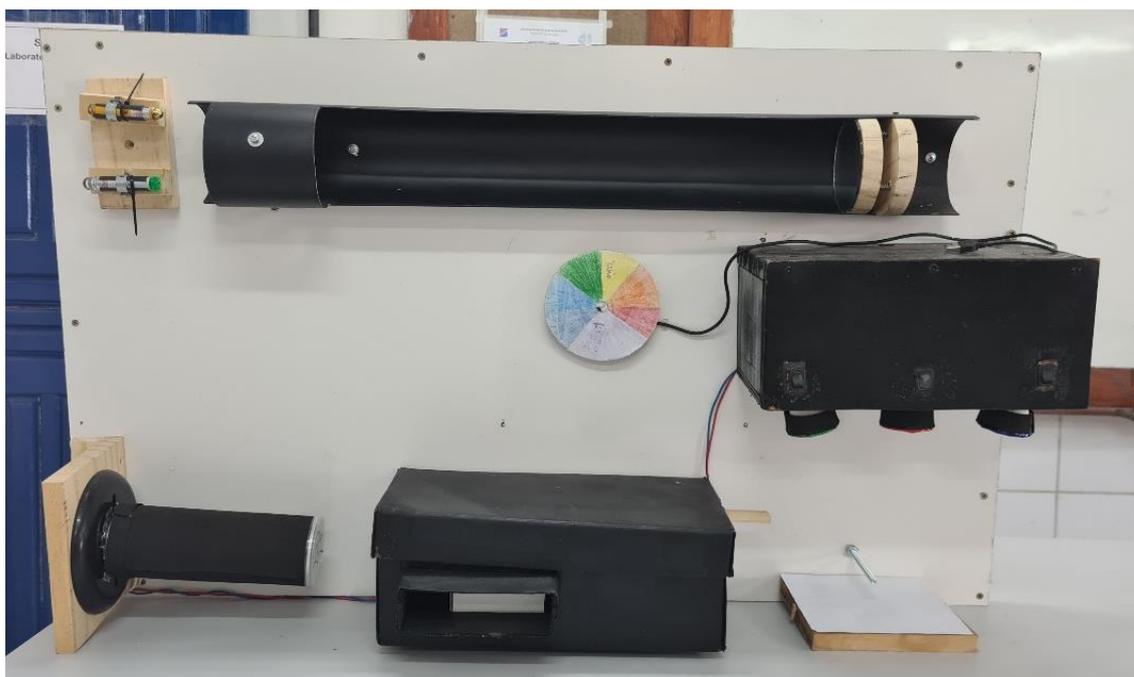
4.1 Painel Didático 1

No painel didático 1, intitulado como: Uma introdução ao estudo da Óptica, mediado pela Astronomia, foram apresentados os seguintes experimentos:

- Princípio de funcionamento do telescópio Newtoniano;
- Disco de Newton;
- Caixa de cores;
- Câmara escura.

O propósito deste painel foi demonstrar aos estudantes alguns fenômenos físicos relacionados ao estudo de Óptica mediada pela Astronomia, por meio de experimentos que se aproximem de suas realidades. Os experimentos foram pensados para serem de fácil entendimento, proporcionando curiosidades, e foram confeccionados com materiais acessíveis e de baixo custo. Na figura 1, podemos visualizar a montagem destes experimentos no painel didático 1.

Figura 1: Vista frontal do primeiro painel.



Fonte: autor.

Para a construção do corpo do painel didático, foi utilizado 04 pedaços de madeira do tipo pinus de 10 cm de largura por 15 mm de espessura, 02 de 1 m de comprimento e 02 de 60 cm de comprimento. 3 metros desta madeira custam, em média, R\$ 20,00. Para o revestimento foi usado uma madeira do tipo Eucatex, de espessura de 3 mm, medindo 1 m X 0,6 m. A folha com as dimensões 1,84 m X 2,75 m, custa em média, R\$ 75,00.

A seguir apresenta-se a descrição dos materiais relacionados aos experimentos contidos nos painéis.

4.1.1 Telescópio refletor newtoniano:

Materiais:

Para o corpo

- Tubo de 100 mm X 75 cm (aproximadamente R\$ 15,00);
- Serra manual com lâmina bimetal;
- Serra copo de 32 mm de diâmetro;
- Tinta spray fosca (aproximadamente R\$ 15,00).

Para a aranha

- 3 parafusos de 3,5 mm X 5 cm + 3 porcas e 3 arruelas. (aproximadamente R\$ 4,00)

- 1 Cap soldável de 20 mm (aproximadamente R\$ 5,00);
- 1 tubo de PVC soldável de 20 mm X 5cm, com a ponta cortada formando um ângulo de 45°, conforme figura 2, abaixo (feito com material reaproveitado).

Figura 2: tubo de PVC soldável de 20 mm X 5cm com ponta cortada formando um ângulo de 45°.



Fonte: autor.

- 1 espelho elíptico moldado na dimensão do tubo da Figura 2. (para esta peça foi utilizado um espelho de acrílico autocolante que pode ser encontrado na internet ou em lojas de utilidades) (aproximadamente R\$ 9,00, o espelho completo).

Na Figura 3, podemos ver detalhes da montagem deste espelho.

Figura 3: Espelho secundário fixado ao tubo de PVC Soldável de 20 mm.



Fonte: Autor.

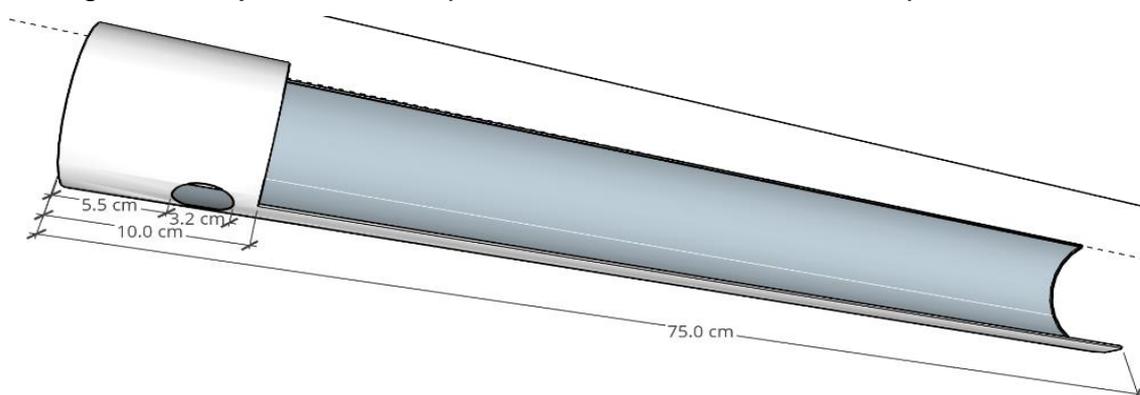
Para o espelho primário e sua base:

- 2 pedaços de madeira (foi utilizado madeira de pinus) cortadas em círculo de modo que uma delas fique justa no interior do tubo de 100 mm e a outra que possa correr livremente no interior no mesmo tubo. Nesse caso, uma ficou com 9,8 cm e a outra com 9,5 cm de diâmetro (feito com material reaproveitado);

- Espelho parabólico côncavo de diâmetro um pouco inferior a 100 mm (pode ser encontrado em lojas de utilidades como espelho e ótica ou de maquiagem) o custo deste espelho é de aproximadamente R\$ 10,00;
- 3 parafusos de 3,5 mm X 5 cm com 3 porcas, 9 arruelas, 3 molas de 4 mm de diâmetro e 15 mm de comprimento (no nosso caso, essas molas foram confeccionadas com clips grandes para papel), aproximadamente R\$ 7,00;

Para a construção do corpo, inicialmente foi cortado um tubo PVC de 100 mm de diâmetro em 75 cm de comprimento. Em seguida, este foi marcado e serrado com uma serra manual, de forma que a estrutura interna do telescópio didático pudesse ficar visível. De posse de uma serra Copo de 32 mm de diâmetro, foi feito um furo, virado para baixo, distante 5 cm da parte frontal do telescópio, conforme figura 4.

Figura 4: Projeto do telescópio com corte lateral no *Sketchup for Schools*.



Fonte: Autor.

Este furo voltado para baixo é importante porque por ele sairão os raios de luz do laser e assim evitar que eles atinjam os olhos de alguém. O passo seguinte foi a utilização de uma tinta preta fosca em spray por todo o corpo do telescópio, de modo que a menor quantidade de luz externa seja refletida.

Para a construção da Aranha do telescópio foram feitos três furos nos tubos de PVC de 100 mm e de 20 mm, de modo que eles fiquem afastados um do outro a 120° em ambos os tubos. Estes furos devem estar distantes do centro do furo feito com a serra copo de modo que coincida com o centro da elipse do tubo de PVC de 20 mm. A Figura 5 ilustra, em detalhes, esta estrutura.

Figura 5: Aranha montada no corpo do telescópio

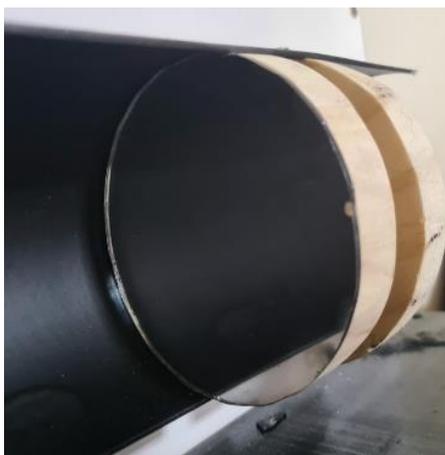


Fonte: Autor.

Para a confecção do espelho primário, foi utilizado dois pedaços de madeira de pinus cortadas em círculo de modo que uma delas fique justa no interior do tubo de 100 mm e a outra que possa correr livremente no interior no mesmo tubo. Neste caso, uma ficou com 9,8 cm e a outra com 9,5 cm de diâmetro. De posse de um espelho parabólico côncavo de diâmetro um pouco inferior a 100 mm que pode ser encontrado em lojas de utilidades como espelho de ótica ou de maquiagem. O espelho utilizado nesta montagem tem 9,5 cm de diâmetro. Juntaram-se estas duas madeiras de formato e circular e nelas foram feitos três furos, de modo que estes atravessaram a madeira de maior diâmetro e adentraram até a metade da madeira de menor diâmetro.

A distância destes furos em relação ao centro da madeira de maior diâmetro foi de 3,5 cm e os três furos ficaram com 120° um em relação ao outro. Em cada furo, foi colocado um parafuso de 3,5 mm X 5 cm com arruelas em cada face interceptada por eles. No interior dos furos da madeira circular de menor diâmetro, foram coladas as porcas de modo que sirvam como ajuste fino do posicionamento do espelho para que ele reflita os raios de luz do laser na direção do espelho secundário. Para completar a estrutura do espelho primário foi confeccionado 3 molas de 4 mm de diâmetro e 15 mm de comprimento usando clips grandes de papel e foram posicionados nos parafusos de ajuste e entre as madeiras circulares. As imagens, em detalhe, desta estrutura montada encontram-se nas figuras 6 a 8.

Figura 6: Estrutura do espelho primário - vista frontal



Fonte: Autor.

Figura 7: Estrutura do espelho primário - vista lateral



Fonte: Autor.

Figura 8: Estrutura do espelho primário - vista traseira



Fonte: Autor.

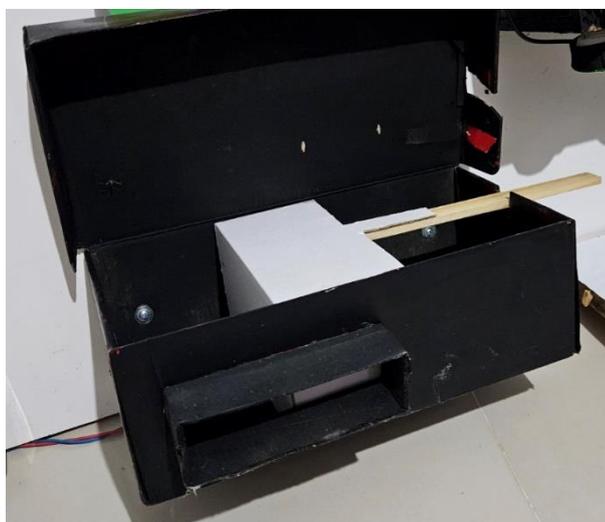
4.1.2 Câmara Escura:

Materiais:

- Uma caixa (pode ser de sapatos ou qualquer outra de dimensões parecidas);
- Um prego ou caneta;
- Estilete;
- Papel vegetal (aproximadamente R\$ 2,00);
- cola;
- Tinta preta (aproximadamente R\$ 5,00).

A construção do corpo da câmara escura envolveu o uso de uma caixa de sapatos, que foi internamente pintada com tinta preta. Em uma das faces menores da caixa, foi feito um orifício com um prego no centro da face escolhida (em torno de 2 mm de diâmetro). Internamente, entre o furo e o lado oposto, foi confeccionada uma superfície que sirva de tela branca e possa ser móvel, onde a imagem será formada. Para isso foi cortado um retângulo com dimensões ligeiramente inferiores à caixa de sapatos, utilizando isopor e forrando-o com papel sulfite. Também foi colada nesta montagem uma haste de madeira, adaptada de forma que o movimento da tela no interior da caixa possa ser controlado pelo exterior. Posteriormente, com um estilete, foi feito um corte na lateral da caixa que possibilita a vista da tela por uma pessoa no exterior da caixa. Podemos observar maiores detalhes na figura 9.

Figura 9: Detalhes da câmara escura proposta.



Fonte: Autor.

Para o painel didático, confeccionamos um aparato que pode servir como objeto de observação para nossa câmara escura. Este aparato pode ser visto na Figura 10. Para sua construção, utilizamos um suporte com lâmpada e uma embalagem cilíndrica de salgadinho, na qual foi possível fazer um desenho em sua tampa. Na Figura 10 podemos observar o desenho feito na tampa da embalagem.

Figura 10: Detalhes do desenho na tampa da embalagem quando a lâmpada está apagada e acesa, respectivamente.



Fonte: Autor.

Como podemos observar na Figura 10, na tampa foi desenhada uma imagem de uma árvore, estando ela de cabeça para cima e que, ao ligarmos a lâmpada, o desenho fica mais brilhante e sua projeção é possível na Câmara Escura. Na Figura 11, temos a vista do externa da caixa da imagem com a imagem projetada no seu interior, estando de cabeça para baixo, ou seja, invertida em relação ao desenho.

Figura 11: Vista externa da câmara escura, exibindo a projeção da imagem do desenho na tela localizada no interior da mesma.



Fonte: Autor.

Como dito antes, foi adicionada uma haste a tela da câmara escura a fim de facilitar sua movimentação. Isto é necessário para que possamos mostrar que o tamanho da imagem projetada muda em relação ao tamanho do orifício que fizemos

e por onde é possível passar luz. Na Figura 12, podemos observar melhor esta relação da imagem com a distância.

Figura 12: Interior da Câmara Escura com a imagem projetada na tela em três posições diferentes.



Fonte: autor.

4.1.3 Disco de Newton

Materiais:

- um CD (aproximadamente R\$ 1,00);
- um papel do tamanho da área do CD ou impressão e corte de um círculo dividido em sete setores com as cores correspondentes as cores do arco íris;
- um motorzinho (que pode ser encontrado em brinquedos quebrados ou aparelhos eletrônicos, como aparelho de DVD) feito com material reaproveitado;
- fonte de alimentação para o motorzinho (foi utilizado uma bateria externa);
- interruptor (opcional) aproximadamente R\$ 2,00;
- bastão de cola quente (aproximadamente R\$ 1,00).

Para a construção do disco de Newton, foi utilizado um CD sobre o qual foi colado um papel sulfite, recortado nas dimensões do CD. Em seguida, foram desenhados sete setores de tamanhos iguais no papel, e cada setor foi pintado com combinações das cores do arco-íris. Em uma segunda versão, optou-se por projetar no computador os sete setores com suas respectivas cores, imprimir, cortar e colar no CD.

Para possibilitar o giro uniforme do disco, o centro foi colado no eixo de um motorzinho de corrente contínua reaproveitado, alimentado por 5 V, permitindo que

ele girasse livremente. A figura 13 apresenta detalhes das montagens das duas opções. À esquerda, observa-se o disco com papel pintado à mão; à direita, o disco com papel impresso e cortado. Na imagem da direita, detalha-se o cabo para alimentação do motorzinho, incluindo um interruptor opcional adicionado na segunda versão.

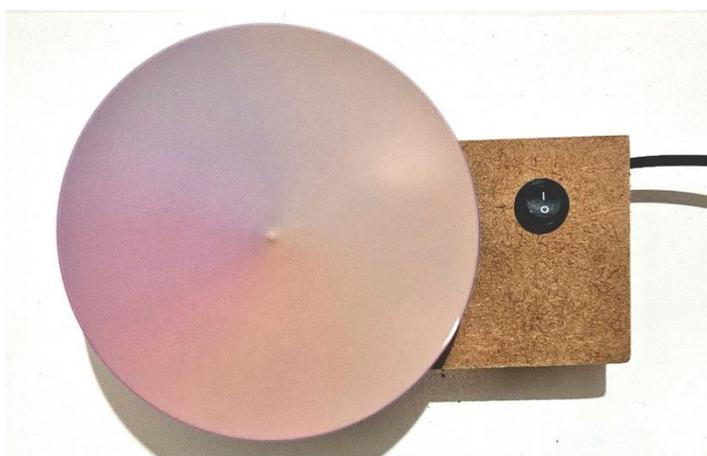
Figura 13: Disco de Newton em repouso



Fonte: Autor.

Na figura 14, pode-se perceber que quando o disco gira as cores se tornam uniformes e ganham um tom que tende ao branco. Vale ressaltar que a imagem capturada pela câmera, não reproduz fielmente a percepção visual que se tem quando visto presencialmente.

Figura 14: Disco de Newton em movimento



Fonte: Autor.

4.1.4 Caixa de cores

Materiais:

- Caixa de madeira medindo 30 cm de largura X 15 cm de altura e 14 cm de profundidade (feito com material reaproveitado da placa comprada anteriormente);
- Spray de tinta na cor preta (reaproveitado do experimento anterior);
- Serra copo de 32 mm de diâmetro;
- Papel celofane nas cores vermelho, verde e azul (cedido pela escola);
- Elástico do tipo standard (elástico de dinheiro) cedido pela escola;
- 3 soquetes do tipo Gu10 (aproximadamente R\$ 5,00 cada);
- 3 lâmpadas dicróicas de 7 W (aproximadamente R\$ 10,00 cada);
- plug macho de cabo de 1,5 mm (aproximadamente R\$ 3,00);
- 3 interruptores que possibilitem o funcionamento individual de cada lâmpada (aproximadamente R\$ 2,00 cada).

Para a confecção da caixa de cores, foi confeccionada uma estrutura utilizando madeira do tipo compensado, com 10 mm de espessura. A caixa resultante possui dimensões de 30 cm de largura, 15 cm de altura e 14 cm de profundidade. Na parte frontal da caixa, utilizou-se uma serra copo de 32 mm de diâmetro para criar três furos. Um dos furos está localizado no centro da parte frontal, a 12 cm de altura em relação à base, enquanto os outros dois estão posicionados a 10 cm à esquerda e à direita deste.

A caixa foi pintada com tinta preta. Para os filtros de luz, foram utilizados papéis celofane nas cores vermelho, verde e azul, com aproximadamente cinco camadas cada. Esses papéis servem como filtros para três lâmpadas do tipo dicróica (também podem ser utilizadas lâmpadas LED), devido à sua baixa temperatura de operação, o que evita danos aos filtros. Os filtros foram fixados em frente às respectivas lâmpadas utilizando elásticos do tipo standard (elásticos de dinheiro).

Três soquetes do tipo Gu10 foram conectados em paralelo, possibilitando seu posicionamento atrás dos furos mencionados anteriormente. Isso permitiu a conexão com as lâmpadas dicróicas e um plug macho através de um cabo de 1,5 mm. Na parte superior da caixa, foram instalados três interruptores que possibilitam o funcionamento individual de cada lâmpada. A frente das lâmpadas, colamos um papel sulfite em um pedaço de madeira para melhor visualização do efeito produzido quando as lâmpadas forem acesas. A figura 15 mostra detalhes da caixa de cores.

Figura 15: Montagem da caixa de cores com o anteparo em papel sulfite



Fonte: Autor.

Quando as lâmpadas são acesas há a combinação dessas 3 cores no papel sulfite e podemos observar na tela branca o resultado. A figura 16, mostra esse resultado.

Figura 16: Caixa de cores demonstrando a formação da cor branca no papel sulfite e das cores secundárias representadas pelas “sombras” do parafuso.



Fonte: Autor.

A figura 17 apresenta mais detalhes do resultado, onde pode-se observar que, com a adição de um parafuso posicionado um pouco acima, ocorreu a formação, além

da luz branca produzida no papel sulfite, das cores secundárias da luz: amarelo, ciano e magenta, respectivamente.

Figura 17: Papel sulfite iluminado e detalhes do resultado.



Fonte: Autor.

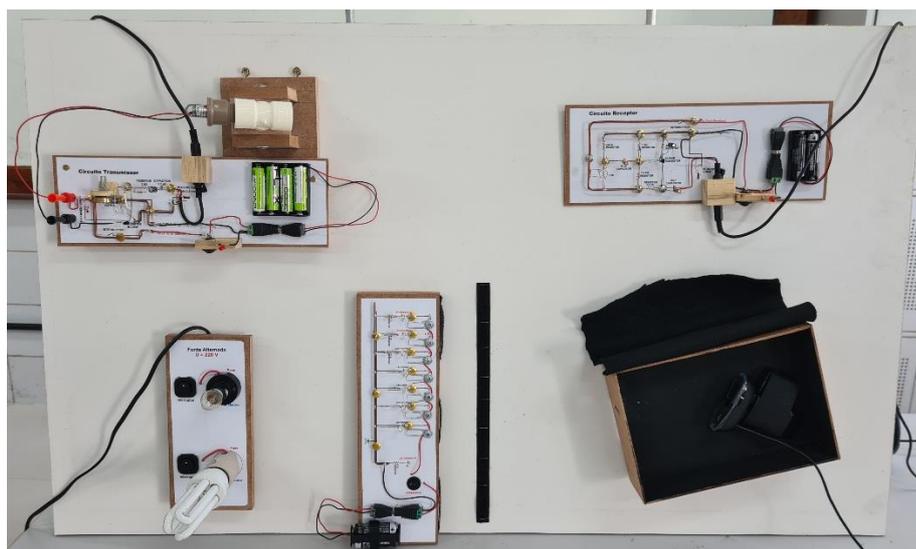
4.2 Painel Didático 2

Para o painel 02, intitulado como: (Como sabemos tanto sobre o Universo?), serão apresentados os seguintes experimentos:

- transmissão de áudio via luz (Rádio Laser);
- transmissão de áudio via fibra óptica;
- espectroscopia em luz de diferentes fontes.

Os experimentos apresentados neste segundo painel, buscam demonstrar aos estudantes como as tecnologias podem ser empregadas na observação e compreensão do céu. Além disso, é possível destacar como a prática científica contribui para o progresso da sociedade em termos de tecnologia, entre outros aspectos. A figura 18 contém uma imagem do segundo painel apresentado aos estudantes.

Figura 18: Vista frontal do painel 2



Fonte: Autor.

Para a construção do corpo do painel didático 02, foram compartilhados os mesmos materiais do painel didático 01.

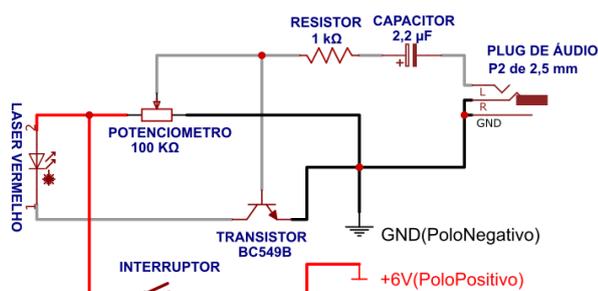
4.2.1 Transmissão de áudio via luz (Rádio Laser)

Materiais:

- 2 cabos de áudio (pode ser do tipo mono ou P2) aproximadamente R\$ 3,00 cada;
- um celular com saída P2;
- caixa de som com entrada P2;
- circuito transmissor (aproximadamente R\$ 20,00);
 - laser Vermelho, Resistor de 1 K Ω , Potenciômetro de 100 K Ω , Transistor BC549B, Interruptor (Opcional), Capacitor 2,2 μ F, Plug fêmea de áudio 2,5 mm, Alimentação de 6 V
- circuito receptor (aproximadamente R\$ 15,00);
 - resistor LDR, Resistores (490 Ω , 2 de 1 K Ω , 2,2 K Ω , 490 K Ω), Transistor BC549B, Interruptor (Opcional), 2 capacitores de 10 μ F, Plug fêmea de áudio 2,5 mm, Alimentação de 3 V.

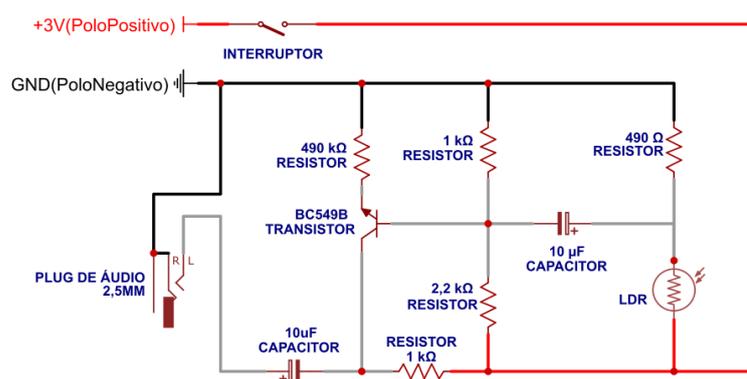
Para a construção e montagem dos circuitos transmissor e receptor, estes, foram impressos em papel do tipo fotográfico adesivo e colados em dois pedaços de madeira do tipo madeirite com dimensões compatíveis com as impressões desses circuitos. A opção por esta montagem ao invés de uma placa de circuitos tem a vantagem de ser mais visual e didática e a desvantagem de ser mais suscetível a interferências. Os esquemas impressos, para a montagem dos circuitos transmissor e receptor estão representados na figura 19 e figura 20.

Figura 19: Circuito transmissor do Rádio Laser



Fonte: Autor.

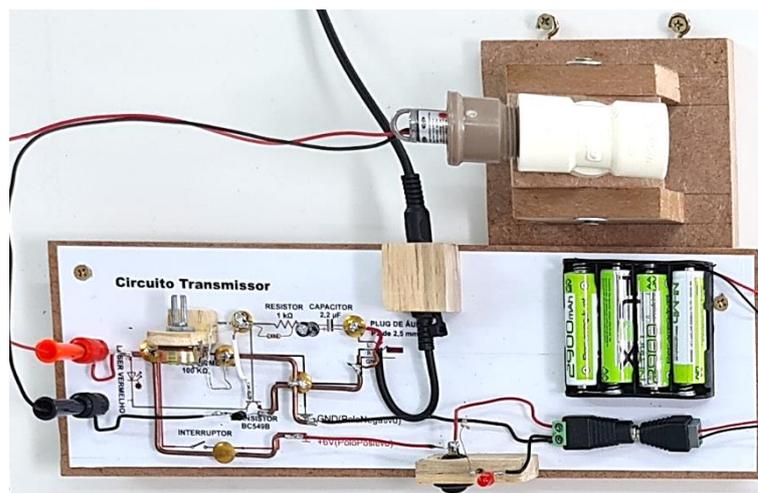
Figura 20: Circuito receptor do Rádio Laser



Fonte: Autor.

Para o funcionamento do circuito transmissor, deve-se conectar um dos cabos de áudio no plug fêmea do circuito transmissor na saída de áudio do player de áudio. No player de áudio, deve-se escolher uma música e colocar para tocar. Na caixa de som, deve-se conectar o alto-falante no circuito receptor. O próximo passo é ligar a fonte de alimentação e observar se o laser acenderá. A Figura 21 contém uma imagem do circuito transmissor com suas conexões.

Figura 21: Montagem do circuito transmissor



Fonte: Autor.

Ainda na Figura 21, pode ser observado o suporte feito para o laser, que tem a finalidade de facilitar o direcionamento do feixe até resistor LDR localizado no circuito receptor. O feixe de luz do laser deverá ser apontado para o resistor LDR do circuito receptor, de modo que fiquem alinhados e a uma distância razoável um do outro, conforme ilustra as imagens da

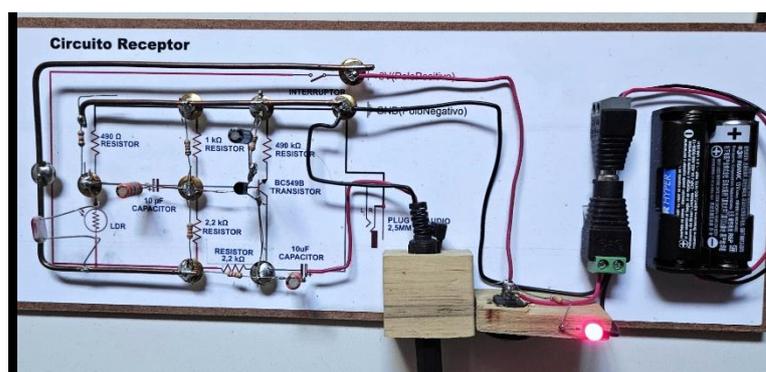
Figura 22.

Figura 22: Feixe de luz laser incidindo no resistor LDR em diferentes condições de iluminação



Fonte: Autor.

Figura 23: Montagem do circuito Receptor



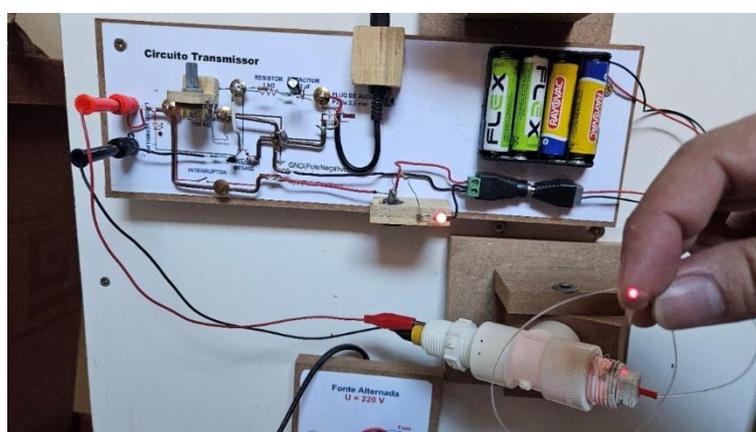
Fonte: Autor.

A música reproduzida pelo player é transmitida pelo feixe de luz laser e reproduzida pelo alto-falante. Em um segundo momento, pode-se variar a distância entre o laser e o resistor LDR e verificar se isso afeta a qualidade do som. Uma possibilidade interessante é interromper o feixe de luz com a mão ou algum objeto e notar que o som é cortado ou distorcido quando isso acontece. Uma outra possibilidade é mudar a música ou ajustar o volume no player de música e observar se isso altera a intensidade e a frequência do feixe de luz laser. Esse experimento permite demonstrar como a luz pode ser usada para transmitir informação e como funciona a modulação e a demodulação de sinais.

4.2.2 Transmissão de áudio via fibra óptica

Uma modificação no experimento anterior permitiu desenvolver uma atividade complementar ao rádio laser, que é a adição de uma fibra óptica na saída do laser. Isso faz com que a luz se propague não mais pelo ar, e sim pelo interior da fibra óptica, permitindo ao estudante observar que ao encostar a outra ponta da fibra óptica no sensor LDR e ajustar o potenciômetro, a informação também será transmitida. Essa atividade mostra o princípio de funcionamento das fibras ópticas, que é a nova tecnologia empregada na distribuição de internet na atualidade. A figura 24 mostra a adaptação.

Figura 24: Montagem do circuito transmissor do rádio laser com a inserção da fibra óptica na saída do laser.



Fonte: Autor.

4.2.3 Espectroscopia em luz de diferentes fontes

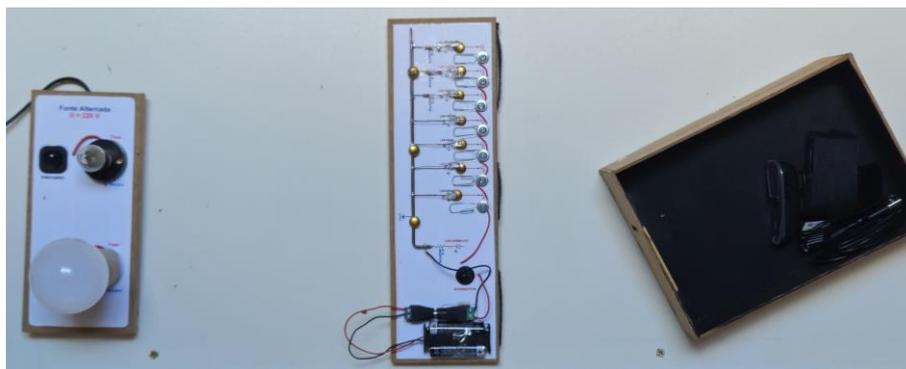
Materiais:

- pedaço de DVD sem sua película (feito com material reaproveitado);

- lâmina de aço (aproximadamente R\$ 2,00 a caixa com 03);
- caixa de madeira (pode ser de sapatos, por exemplo);
- fontes de luz diversas (lâmpada LED, lâmpada fluorescente, diodos LED de diferentes cores) feito com material reaproveitado;
- alimentação de 3 V (utilizadas 02 pilhas de 1,5 V, que foram reaproveitadas e um suporte para elas ao custo de aproximadamente R\$ 9,00);
- interruptor (opcional) aproximadamente R\$ 2,00;
- 01 webcam conectada a um computador (foi utilizada uma webcam da escola).

O experimento espectroscopia em luz de diferentes fontes faz uso de algumas fontes luminosas, como as lâmpadas incandescente e fluorescente ou LED que são alimentadas por 220 V e controladas por um interruptor e diodos LED (vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, violeta e branco) que são controlados por interruptores confeccionados com clips de papel e alimentados por 3 V. Para simular o espectrômetro, foi utilizado um pedaço de DVD acoplado a uma webcam e uma fenda confeccionada com lâminas de metal, tudo inserido em uma caixa especialmente projetada. A figura 25, mostra detalhes da montagem.

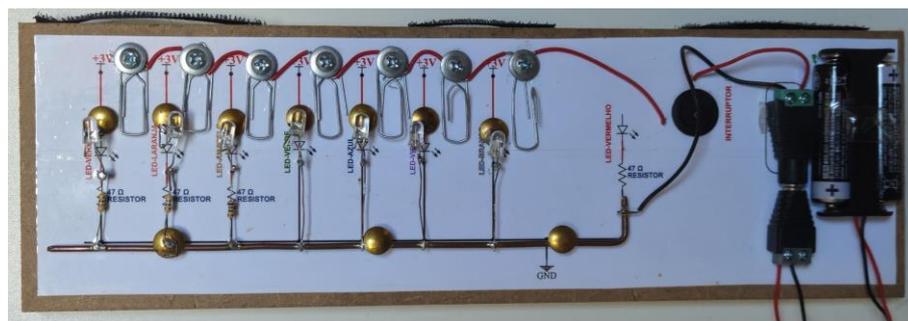
Figura 25: Montagem referente ao experimento de espectroscopia em diferentes fontes



Fonte: Autor.

A figura 26 visa facilitar a visualização da montagem referente aos LEDs de diferentes cores.

Figura 26: Detalhes da montagem utilizada para fornecer luz de cores variadas para estudo no espectrscópio caseiro



Fonte: Autor.

Para a confecção do espectrscópio caseiro, foi confeccionado uma caixa que comporte em seu interior uma webcam acoplada a um pedaço de DVD ao qual foi retirado sua película. A figura 27 ilustra a caixa, a adaptação na webcam, além de detalhes da fenda confeccionada com lâminas de aço.

Figura 27: Detalhes do espectrscópio caseiro



Fonte: Autor.

A fim de ilustrar melhor um dos resultados obtidos em sala de aula, a figura 28 mostra a imagem obtida a partir da luz da lâmpada do LED branco.

Figura 28: Exemplo de imagem obtida no computador, proveniente do espectrscópio caseiro



Fonte: Autor.

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Como proposto na sequência didática, foi aplicado um pré-teste através de um questionário utilizando a ferramenta *Google Forms*, com o objetivo identificar os subsunçores dos estudantes sobre Óptica e Astronomia. Estas questões estão disponíveis no apêndice A.

As questões do pré-teste foram respondidas por um total de 50 estudantes, somando as três turmas e avaliaram os seguintes objetos do conhecimento: noções sobre ondas eletromagnéticas; propagação da luz; absorção e reflexão da luz; reflexão total – princípio da fibra óptica; espelhos planos; instrumentos ópticos; espectroscopia e noções de Astronomia. Abaixo apresenta-se a análise de cada questão do pré-teste:

Questão 01: Esta questão avalia o conhecimento dos estudantes sobre:

- propagação da luz;

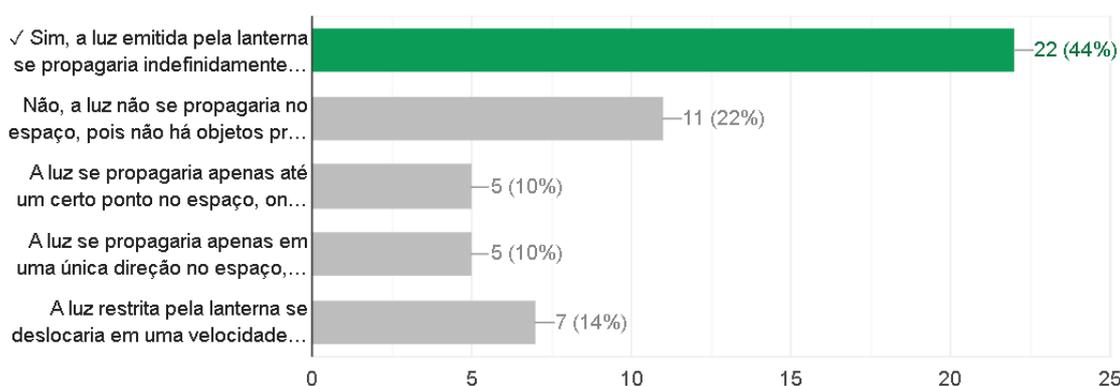
A resposta correta é que há luz nas quatro seções, pois a luz se propaga em linha reta e atinge o olho do pedestre. 28 estudantes acertaram a questão, 10 erraram ao achar que só há luz nas seções mais próximas do carro, e outros 12 não souberam responder ou deram respostas sem sentido. Pode-se observar que a maioria dos estudantes tiveram dificuldade em fazer a análise e interpretação da imagem, influenciando negativamente em suas respostas.

Questão 02: Esta questão avalia o conhecimento dos estudantes sobre:

- propagação da luz no espaço;

A resposta correta é que a luz emitida pela lanterna se propagaria indefinidamente no espaço, mas sua intensidade diminuiria à medida que se afastasse da fonte de luz. 22 estudantes acertaram a questão. A figura 29 mostra a distribuição das respostas dos estudantes para a questão e, dos que erraram, aponta uma dificuldade em entender que a luz e as ondas eletromagnéticas não necessitam de um meio material para se propagar.

Figura 29: Distribuição das respostas dos estudantes para a questão 02



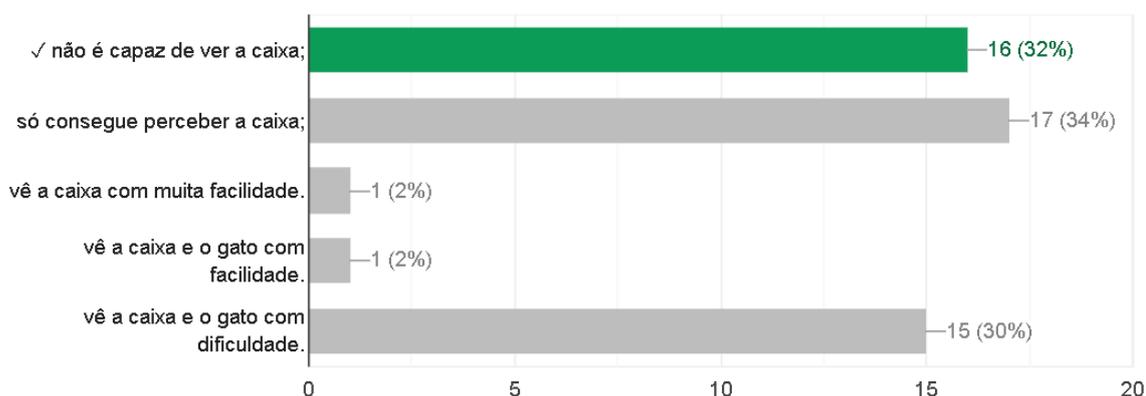
Fonte: Autor.

Questão 03: Esta questão avalia o conhecimento dos estudantes sobre:

- propagação da luz;
- absorção e reflexão da luz.

A resposta correta é que Beto não é capaz de ver a caixa, pois na ausência de luz, não há reflexão nem percepção de cores. 16 estudantes acertaram a questão. A figura 30 mostra a distribuição das respostas dos estudantes para a questão e propõe que os estudantes entendem que a luz é importante para o processo da visão, mas, o fato de muitos estudantes acreditarem que ainda é possível ver a caixa, mesmo que com dificuldade, mostra que eles não acreditam que sem luz não é possível enxergar.

Figura 30: Distribuição das respostas dos estudantes para a questão 03



Fonte: Autor.

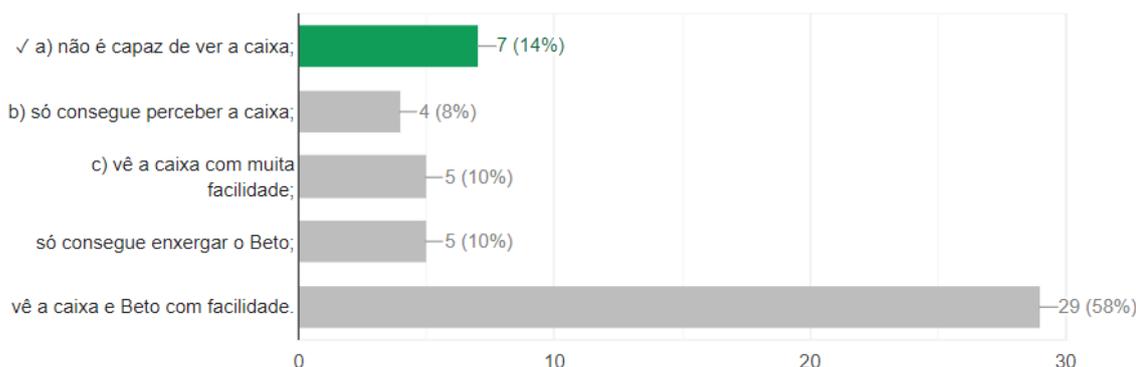
Questão 04: Esta questão avalia o conhecimento dos estudantes sobre:

- propagação da luz;
- absorção e reflexão da luz;

Também será observado o conhecimento dos estudantes sobre a crença popular de que alguns animais, geralmente gatos e cachorros, podem enxergar

objetos em um ambiente sem luz. A resposta correta é que o gato Félix também não é capaz de ver a caixa, pois os gatos têm apenas uma maior sensibilidade à luz. A figura 31 mostra a distribuição das respostas dos estudantes para a questão e mostra que 7 estudantes acertaram a questão. Comparando com a questão anterior, podemos perceber as dificuldades apontadas na questão 04 e observar como a crença popular influenciou a resposta dos estudantes.

Figura 31: Distribuição das respostas dos estudantes para a questão 04



Fonte: Autor.

Questão 05: Esta questão avalia o conhecimento dos estudantes sobre:

- propagação da luz;
- absorção e reflexão da luz.

A resposta correta é que a luz do Sol ajuda Sueli a ver a árvore, pois a luz incide sobre esta, e reflete em direção aos olhos dela. 40 estudantes acertaram a questão, 8 erraram ao achar que a luz do Sol não ajudava ou atrapalhava Sueli a ver a árvore, e 2 não souberam responder. Ela ajuda a reforçar que a maioria dos estudantes traz consigo a importância da luz para a visão.

Questão 06: Esta questão avalia o conhecimento dos estudantes sobre:

- princípios da Óptica geométrica - propagação da luz;

A resposta correta é que a luz segue uma linha reta, mas pode ser refletida por objetos, especialmente os objetos espelhados, que refletem a luz com facilidade. 18 estudantes acertaram a questão, enquanto 24 erraram ao achar que a luz seguia um caminho curvo, 4 confundiram o conceito de propagação da luz com o de reflexão da

luz, e 4 não souberam responder. Esse resultado reforça a necessidade de se abordar de maneira mais significativa o tema.

Questão 07: Esta questão avalia o conhecimento dos estudantes sobre:

- princípio de funcionamento da fibra óptica;
- propagação da luz;
- Absorção e reflexão da luz;
- reflexão total.

A resposta correta está relacionada com a luz, ou com as informações que podem ser transmitidas pelas fibras ópticas, como: dados, voz, internet, ondas eletromagnéticas, pois a fibra óptica é um meio de transmissão que permite o envio de informação modulada em luz visível ou infravermelha. 17 estudantes apresentaram respostas satisfatórias. Destes, 11 relacionaram com a luz e 06 relacionaram com a transmissão de dados, internet, TV, entre outros. Dos que erraram, 07 relacionaram com ondas eletromagnéticas, Wi-fi ou transmissão via satélite, 02 relacionaram com energia elétrica e o restante não soube responder, responderam sim ou deram respostas vagas. Isso mostra que alguns estudantes têm noção de como as fibras ópticas funcionam, e isto é positivo, mas outros ainda necessitam de uma abordagem mais concreta para que haja a consolidação da aprendizagem.

Questão 08: Esta questão avalia o conhecimento dos estudantes sobre:

- propagação da luz;
- absorção e reflexão da luz;
- formação de imagens em espelhos planos.

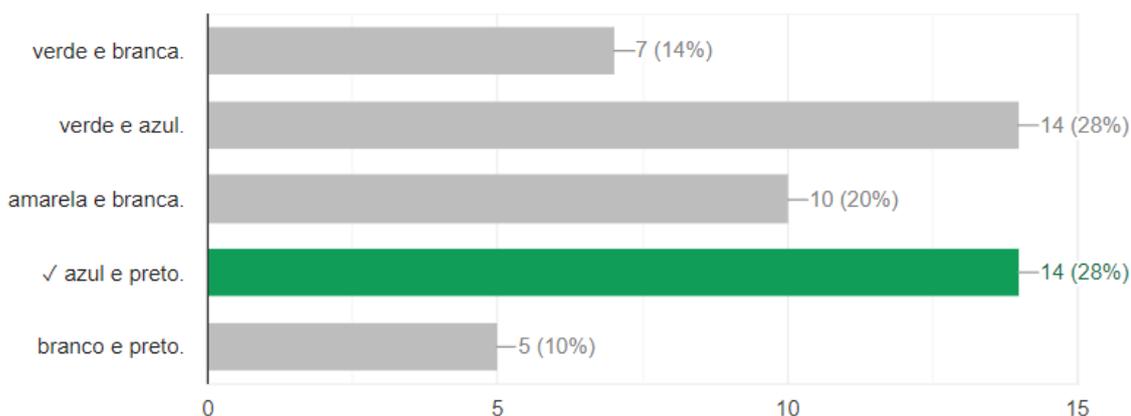
A resposta correta é que é possível refletir a luz sem usar um espelho, pois existem outros objetos que refletem a luz, como a água, o vidro, o metal etc. 40 estudantes acertaram a questão, 10 erraram ao achar que não era possível refletir a luz sem usar um espelho, e 10 não souberam responder ou deram respostas sem sentido. Este dado mostra a necessidade de se trabalhar melhor o conceito de reflexão, mostrando que a luz pode ser refletida em qualquer superfície, além de relacionar com o fato de a luz poder também ser absorvida pelos objetos.

Questão 09: Esta questão avalia o conhecimento dos estudantes sobre:

- absorção e reflexão da luz (cor dos objetos).

A resposta correta é que o vestido de Diana e a camisa de Tiago apareceriam, respectivamente, azul e preto, pois o vestido branco refletiria a luz azul incidente, e a camisa vermelha absorveria a luz azul incidente. Apenas 14 estudantes acertaram a questão. A figura 32 mostra a distribuição das respostas dos estudantes para a questão e podemos ver que houve um certo equilíbrio nas respostas. Isso pode caracterizar que, assim como na questão 08, há a necessidade de se trabalhar o comportamento da luz em diferentes superfícies e cores.

Figura 32: Distribuição das respostas dos estudantes para a questão 09



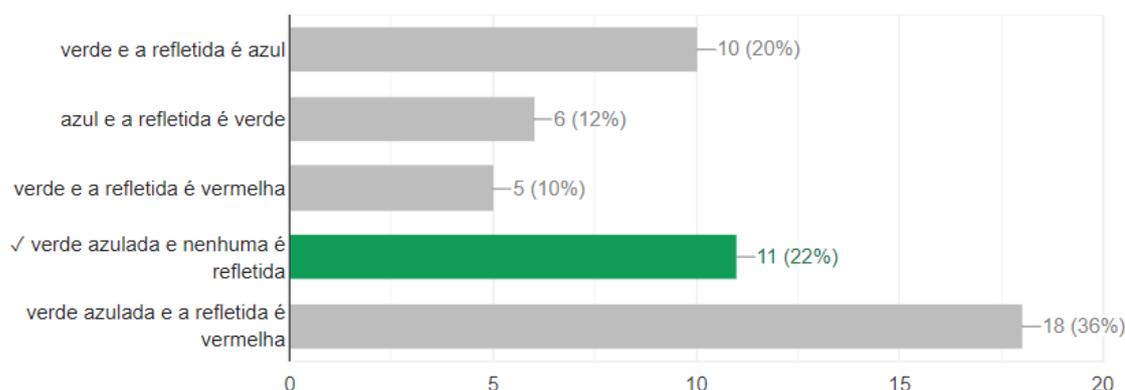
Fonte: Autor.

Questão 10:

- absorção e reflexão da luz (cor dos objetos).

A resposta correta é que quando uma luzinha cor verde azulada incide sobre um cartão vermelho, a luz absorvida será verde azulada e nenhuma é refletida, uma vez que a cor verde azulada é composta pelas cores verde e azul. 11 estudantes acertaram a questão. A figura 33 mostra a distribuição das respostas dos estudantes para a questão. Aqui, pode-se perceber características semelhantes às apresentadas na questão 09.

Figura 33: Distribuição das respostas dos estudantes para a questão 10



Fonte: Autor.

Questão 11:

Esta questão avalia o conhecimento dos estudantes sobre:

- propagação da luz;
- instrumentos ópticos;
- espectroscopia;
- noções de Astronomia.

A resposta correta é que é possível coletar essas informações por meio da análise do espectro de luz emitido pelas estrelas, que revela os elementos químicos presentes nelas. 5 estudantes acertaram a questão, enquanto 24 erraram ao achar que era possível coletar essas informações por meio de satélites, sondas, robôs ou máquinas, 12 erraram ao achar que era possível coletar essas informações por meio da cor, da energia ou da temperatura das estrelas, e 9 não souberam responder ou deram respostas sem sentido. Com essas informações, pode-se perceber a necessidade de se relacionar conceitos de Óptica com informações do cotidiano explorando a Astronomia, uma vez que é uma ciência de acesso fácil para eles.

Questão 12: Esta questão avalia o conhecimento sobre:

- noções de Astronomia.

A resposta correta está relacionada com imagens de uma nebulosa, uma estrela anã branca e a lua. 38 estudantes mencionaram corretamente a Lua, a nebulosa, ou a anã branca, e o restante dos estudantes deram respostas vagas ou incorretas.

Questão 13: Esta questão avalia o conhecimento sobre:

- absorção e reflexão da luz;
- instrumentos ópticos;
- noções de Astronomia.

Aproximadamente 26 estudantes mencionaram corretamente a necessidade de equipamentos especiais, como telescópios, lunetas, satélites. 10 estudantes ofereceram respostas parciais e cerca de 14 estudantes responderam não sei ou deram respostas vagas. Com estas respostas pode-se notar um interesse pela Astronomia em uma quantidade significativa de estudantes.

Questão 14: Esta questão avalia o conhecimento sobre:

- noções de Astronomia (energia solar).

Aproximadamente 25 estudantes acertaram a questão, demonstrando entender que a energia solar pode ser usada para gerar energia elétrica, aquecer água, secar roupas, obter vitamina D, entre outras aplicações. 12 deram respostas incompletas ou parciais e 13 não souberam responder. Aqui também pode-se notar o interesse por questões relacionadas com a Astronomia.

Avaliando os resultados do pré-teste, nota-se que os subsunçores trazidos pelos estudantes, além de lacunas de aprendizagem em relação aos conteúdos de Óptica mediada pela Astronomia, indicam que muitos estudantes possuem concepções prévias sobre os fenômenos ópticos e astronômicos, porém, muitas vezes essas concepções estão incompletas, imprecisas ou baseadas em ideias equivocadas. Por exemplo, alguns estudantes demonstraram dificuldade em compreender a propagação da luz no vácuo e a interação da luz com a matéria, sugerindo uma concepção simplista ou errônea sobre esses fenômenos.

Além disso, as lacunas de aprendizagem identificadas revelam que os estudantes apresentam dificuldades em diversos aspectos dos conteúdos abordados. Por exemplo, muitos estudantes não compreendem totalmente a relação entre luz e visão, acreditando, por exemplo, que é possível enxergar mesmo na ausência de luz. Outras lacunas incluem dificuldades em entender conceitos básicos como a formação

de imagens em espelhos planos e o funcionamento de instrumentos ópticos como os telescópios. Essa análise indica a necessidade de uma intervenção pedagógica que aborde esses conceitos de forma mais clara e abrangente, visando corrigir esses equívocos e promover uma aprendizagem mais significativa.

As questões dissertativas mostraram que os estudantes têm dificuldade em expressar seus conhecimentos sobre os fenômenos ópticos e astronômicos, pois muitas respostas foram incompletas, vagas, contraditórias ou incorretas. Algumas questões que envolvem interpretação de imagens também mostraram que os estudantes têm dificuldade em interpretar as informações visuais, pois muitas respostas foram baseadas em suposições, achismos ou senso comum.

A partir daí, foi possível elaborar uma proposta de intervenção que atendesse às necessidades dos estudantes. Seguindo a proposta da sequência didática, foram apresentados os próximos passos, com ações para aprimorar a consolidação desses conceitos. A proposta foi a apresentação e análise de dois painéis didáticos com experimentos práticos que visam abordar fenômenos da Óptica e da Astronomia. Os registros fotográficos da apresentação do produto didático estão disponíveis no apêndice D.

- Painel didático 01: Telescópio refletor newtoniano; Câmara Escura; Disco de Newton; Caixa de cores.
- Painel didático 02: Transmissão de áudio via luz (Rádio Laser); Transmissão de áudio via fibra óptica; Espectrografia em luz de diferentes fontes.

Durante a atividade, os estudantes demonstraram um comportamento ativo e participativo. Eles manusearam o material com cuidado e atenção, e tiraram dúvidas com o professor sempre que necessário. Após a etapa de aplicação dos painéis didáticos foi proposta uma atividade, na plataforma google sala de aula, que pede aos estudantes que relatem suas experiências e impressões acerca dos painéis didáticos. Esses relatos encontram-se no Apêndice C.

De forma geral, os estudantes relataram que os painéis didáticos foram importantes para ajudá-los a compreender conceitos da Óptica e da Astronomia. Destacaram que os experimentos foram interessantes e didáticos, puderam observar

como os estudos teóricos são aplicados em situações cotidianas e em aplicações tecnológicas. Abaixo, segue relatos de três estudantes:

- Relato 01: *“Na terça-feira, foi executado um projeto de Física com alguns painéis. O projeto abriu a visão de muitas pessoas, principalmente a minha, me fez entender o RGB, o espectrógrafo, que podemos receber informações pela luz e, com isso aprendemos como funciona a fibra óptica. Conseguimos captar imagens com a luz, compreendendo como funcionam os telescópios especiais. Esses tipos de projeto deveriam ser essenciais para o estudante, por ser divertido e bem explicativo, sobre o assunto, quase toda sala pegou. Amei a experiência e espero que tenha mais”;*
- Relato 02: *“Amei muito a experiência, achei a aula bastante interessante e bastante divertida. Achei os experimentos muitos legais e criativos. Amei o experimento em que a fibra com laser fez a caixa de som tocar músicas, mas de verdade amei toda a experiência com os painéis. Acho que deveríamos ter mais aulas como essa”;*
- Relato 03: *“Minhas experiências sobre a aula de óptica foram legais e interessantes, na aula houve a mixagem de cores RGB, e que quando a JBL funcionou como um radiação infravermelho, tivemos também na aula as imagens refletidas na câmara escura feita com o disco DVD em que as cores em que se dispararam entre a câmara que dividiam respectivamente azul, verde, vermelho”.*

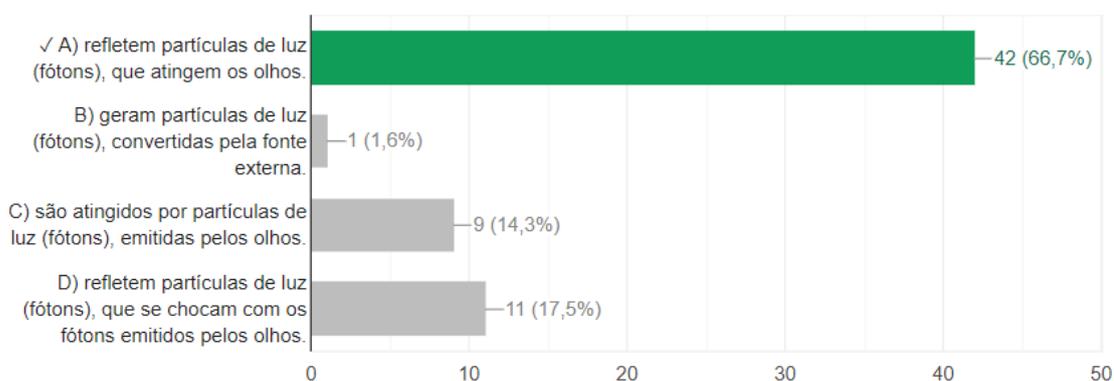
Para finalizar esta etapa e fazer um diagnóstico adicional da aprendizagem, utilizou-se novamente a ferramenta *Google Forms* para a aplicação de um questionário como pós-teste, contendo 8 questões de múltipla escolha. As questões do pós-teste estão disponíveis no apêndice B, elas foram respondidas por um total de 63 estudantes, somando as três turmas e abordaram os seguintes objetos do conhecimento: noções sobre ondas eletromagnéticas; propagação da luz; absorção e reflexão da luz; princípios da Óptica geométrica; câmara escura; espelhos esféricos; instrumentos ópticos. Abaixo, apresenta-se a análise das questões do pós-teste:

Questão 01: Esta questão avalia o conhecimento sobre:

- Princípios da Óptica geométrica – propagação da luz;
- Ondas eletromagnéticas;

A alternativa correta é a A, pois os objetos são vistos quando a luz refletida por eles atinge os olhos do observador. 42 estudantes acertaram essa questão, o que indica um bom domínio desse conteúdo. A figura 34 mostra a distribuição das respostas dos estudantes para a questão e com ela, podemos observar o incremento de conceitos de reflexão e de fótons e uma diminuição no número de estudantes que confundem esses conceitos.

Figura 34: Distribuição das respostas dos estudantes para a questão 01



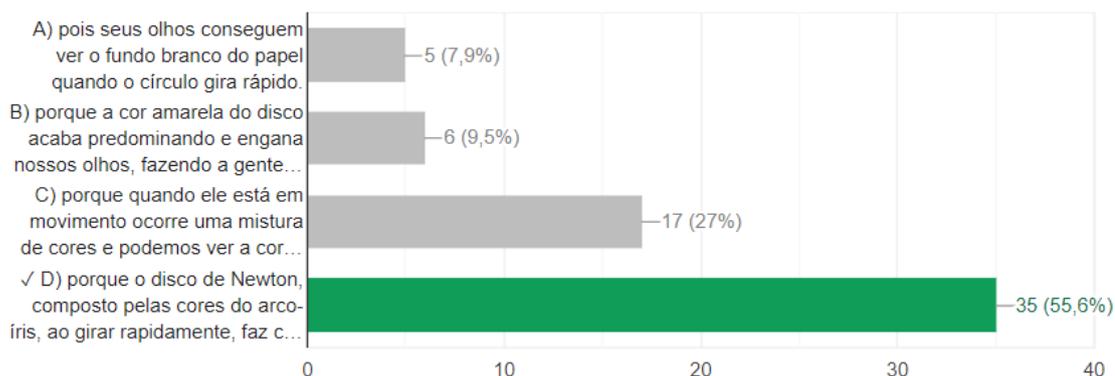
Fonte: Autor.

Questão 02: Esta questão avalia o conhecimento sobre:

- Absorção e reflexão da luz (cor dos corpos).

A alternativa correta é a D, pois quando o disco gira rapidamente, as cores se misturam e formam a luz branca. Um dos experimentos contidos no painel didático 01 é o do disco de Newton e 35 estudantes acertaram essa questão, o que indica um bom domínio desse conteúdo. A figura 35 mostra a distribuição das respostas dos estudantes para a questão

Figura 35: Distribuição das respostas dos estudantes para a questão 02



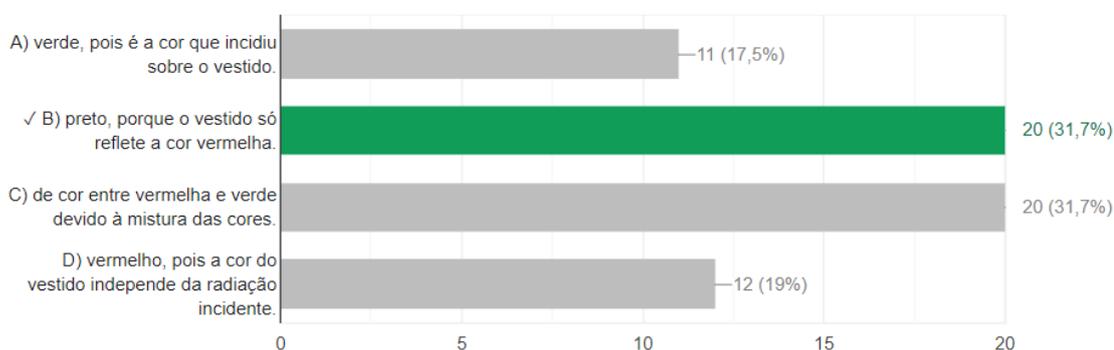
Fonte: Autor.

Questão 03: Esta questão avalia o conhecimento sobre:

- Absorção e reflexão da luz (cor dos corpos)

A alternativa correta é a B, pois o vestido vermelho só reflete a luz vermelha e absorve as demais cores. Quando iluminado com luz verde, ele não reflete nenhuma cor e aparece preto. Dentre os experimentos propostos nos painéis didáticos, não houve uma atividade específica que abordasse a reflexão e absorção da luz em objetos. Infelizmente, 20 estudantes acertaram essa questão. Pelo que se pode observar na figura 36, ainda houve uma dificuldade nesse conteúdo e a necessidade de se pensar em formas adicionais de se trabalhar esse conceito. Seja em painéis didáticos adicionais ou em novas atividades.

Figura 36: Distribuição das respostas dos estudantes para a questão 03



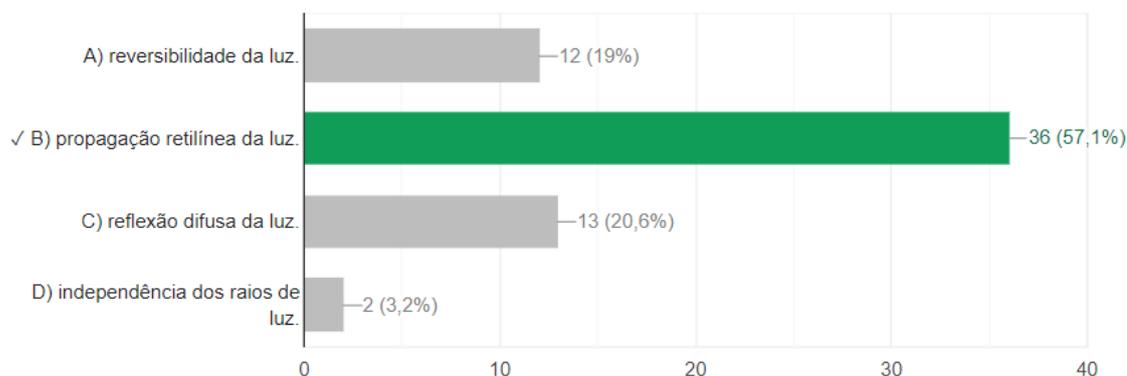
Fonte: Autor.

Questão 04: Esta questão avalia o conhecimento sobre:

- Princípios da Óptica geométrica;
- Câmara escura.

A alternativa correta é a B, pois a imagem aparece invertida em relação ao objeto devido ao cruzamento dos raios de luz que passam pelo orifício. Um dos experimentos contidos no painel didático 01 é o da câmara escura, onde foi possível explorar suas características, além de conceitos relacionados aos princípios da Óptica geométrica. 36 estudantes acertaram essa questão, o que indica um bom domínio desse conteúdo. A figura 37 mostra a distribuição das respostas dos estudantes para a questão.

Figura 37: Distribuição das respostas dos estudantes para a questão 04



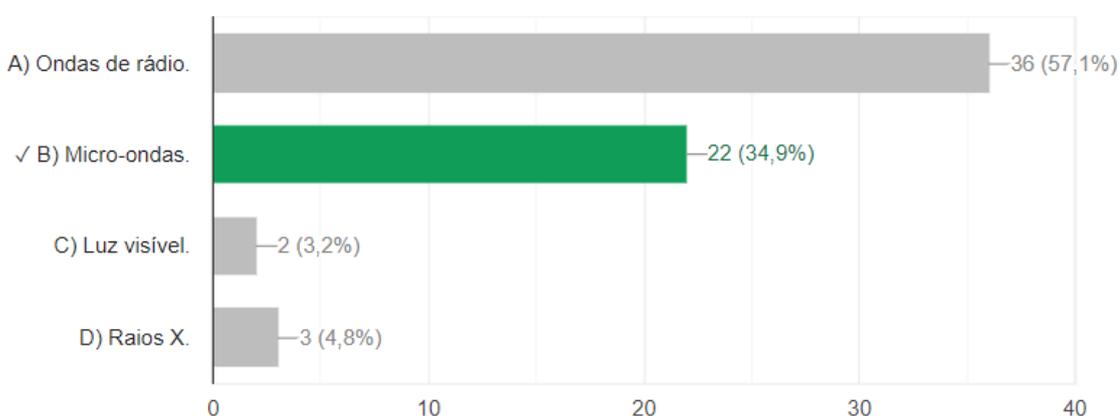
Fonte: Autor.

Questão 05: Esta questão avalia o conhecimento sobre:

- Ondas eletromagnéticas.

A alternativa correta é a B, pois as micro-ondas são usadas para comunicação por satélite, Wi-Fi e redes celulares. Tivemos, no painel didático 2, um experimento relacionado com transmissão de dados através da luz. 22 estudantes acertaram essa questão, o que indica, ainda, uma dificuldade nesse conteúdo. A figura 38 mostra a distribuição das respostas dos estudantes para a questão e ajuda a entender, que houve, talvez, uma dificuldade na interpretação ao se observar a confusão entre as micro-ondas e as ondas de rádio, uma vez que as ondas de rádio representam o tipo de transmissão de dados mais comum.

Figura 38: Distribuição das respostas dos estudantes para a questão 05



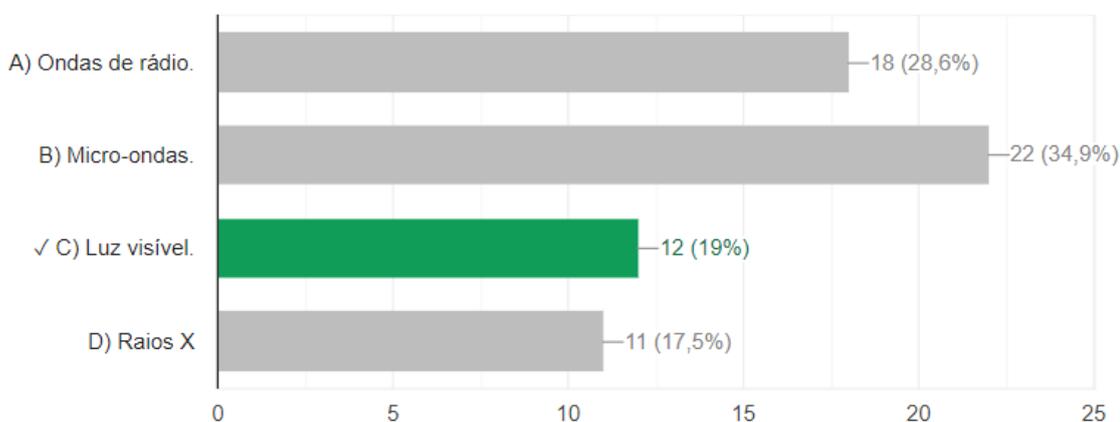
Fonte: Autor.

Questão 06: Esta questão avalia o conhecimento sobre:

- Ondas eletromagnéticas.

A alternativa correta é a C, pois a luz visível é usada para transmissão de dados sem cabos de fibra óptica. 12 estudantes acertaram essa questão, o que indica, ainda, a necessidade de se trabalhar melhor os diferentes tipos de ondas eletromagnéticas e o fato de a luz ser, também, uma onda eletromagnética. A figura 39 mostra a distribuição das respostas dos estudantes para a questão e confirma esta necessidade.

Figura 39: Distribuição das respostas dos estudantes para a questão 06



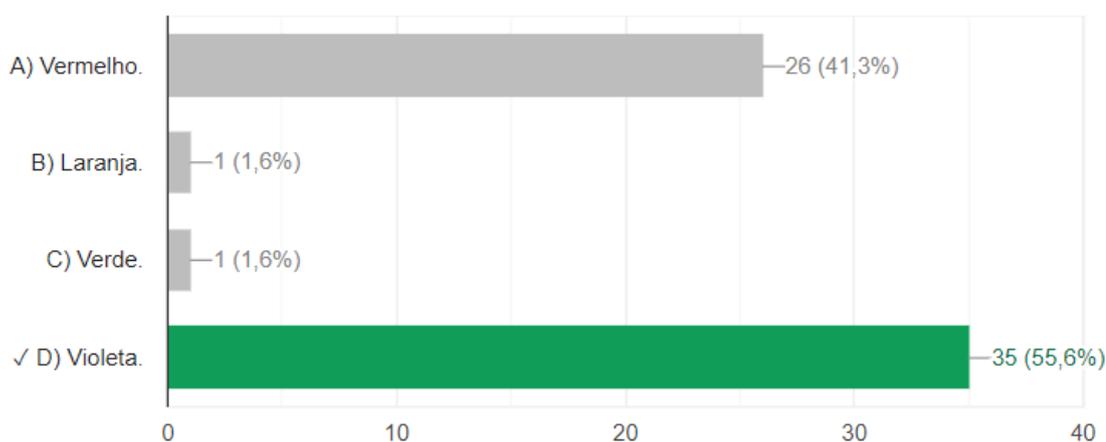
Fonte: Autor.

Questão 07: Esta questão avalia o conhecimento sobre:

- Ondas eletromagnéticas.

A alternativa correta é a D, pois a cor violeta tem a maior frequência e o menor comprimento de onda do espectro visível. A figura 40 mostra a distribuição das respostas dos estudantes para a questão. 35 estudantes acertaram essa questão e 26 estudantes responderam a letra A, Vermelho. Isto indica que boa parte dos estudantes apresentam um bom domínio desse conteúdo, e que outros também demonstram certo aprendizado, mas que ainda confundem os extremos entre o vermelho e o violeta.

Figura 40: Distribuição das respostas dos estudantes para a questão 07



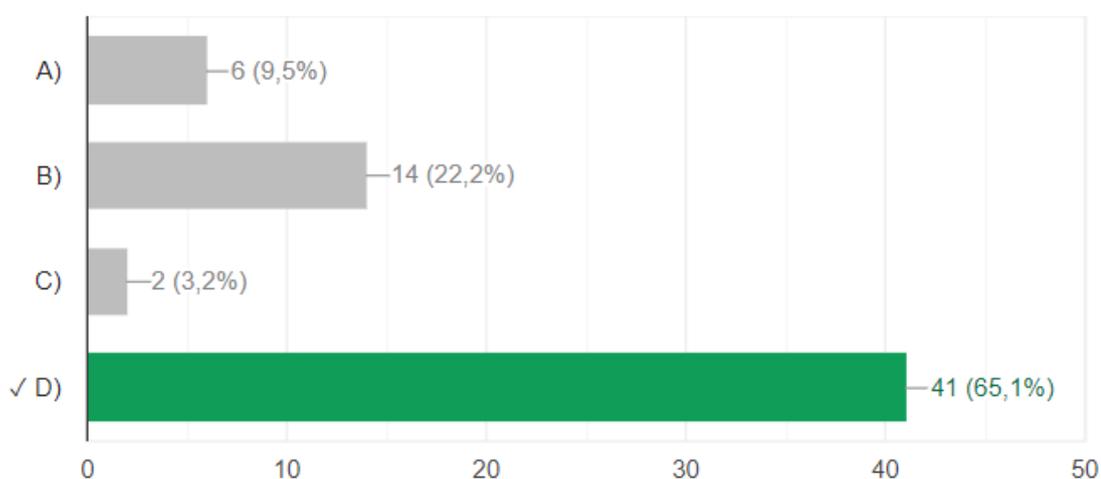
Fonte: Autor.

Questão 08: Esta questão avalia o conhecimento sobre:

- Princípios da Óptica geométrica – Propagação da luz;
- Espelhos esféricos;
- Instrumentos ópticos.

A alternativa correta é a D, pois a figura representa o funcionamento perfeito do espelho do telescópio, que deve ser côncavo e refletir a luz para um ponto focal. O painel 01 contém um experimento chamado de telescópio Newtoniano que trata sobre o telescópio, mas também sobre aspectos relacionados com espelhos, lentes, princípios da Óptica geométrica, entre outros. 41 estudantes acertaram essa questão, o que indica um bom domínio desse conteúdo. A figura 41 mostra a distribuição das respostas dos estudantes para a questão.

Figura 41: Distribuição das respostas dos estudantes para a questão 08



Fonte: Autor.

Os resultados da sequência didática indicam que a aplicação da teoria da aprendizagem significativa foi eficaz. Os estudantes demonstraram melhor entendimento dos conceitos de aprendizagem em Óptica e Astronomia e foram capazes de relacioná-los com fenômenos do mundo real e aplicações tecnológicas. Em geral, ficaram satisfeitos com a atividade e acreditaram que ela contribuiu positivamente para seu aprendizado.

No pré-teste, os relatos dos estudantes indicavam noções prévias limitadas e baseadas em suposições e senso comum. Após a intervenção com os painéis didáticos, no pós-teste, os relatos demonstraram uma construção significativa de conhecimento. Os estudantes mencionaram ter entendido conceitos como a propagação da luz nos espelhos e lentes de um telescópio, o RGB, a espectroscopia e o funcionamento da fibra óptica, evidenciando a aprendizagem significativa ao relacionar os novos conhecimentos com suas experiências prévias.

Durante a utilização dos painéis didáticos, os estudantes relataram experiências positivas, destacando a compreensão de conceitos de forma mais visual e prática. Os relatos indicam que a interação com os painéis foi capaz de promover a reflexão e a construção de novos significados, conforme propõe a aprendizagem significativa. Eles destacaram a experiência como divertida, esclarecedora e atrativa, evidenciando a criação de novas conexões e a ampliação do entendimento sobre os temas abordados.

No pós-teste, os estudantes apresentaram um desempenho melhor em relação ao pré-teste, indicando um ganho de aprendizagem significativo. A análise das respostas corretas e dos relatos sugere que a utilização dos painéis didáticos contribuiu para a construção de conhecimentos mais sólidos e coerentes em Óptica e Astronomia. Assim, o uso dos painéis foi eficaz para promover uma aprendizagem significativa, permitindo que os estudantes relacionassem os novos conhecimentos com suas experiências prévias, reconstruindo conceitos e construindo significados mais sólidos e coerentes. A abordagem adotada parece ter sido adequada, proporcionando uma experiência de aprendizagem enriquecedora e estimulante.

6. CONCLUSÕES

A metodologia adotada neste projeto foi cuidadosamente elaborada com base na teoria da aprendizagem significativa, visando proporcionar uma experiência educacional enriquecedora para os alunos. Através de uma sequência didática estruturada e da utilização de painéis didáticos, os alunos foram engajados em atividades práticas que promoveram uma construção ativa de conhecimento.

A inclusão do pós-teste e da atividade de produção textual enriqueceu a avaliação dos resultados, fornecendo dados qualitativos sobre a eficácia da abordagem adotada. Esses dados não apenas revelaram o progresso dos alunos em termos de conhecimento adquirido, mas também forneceram *insights* valiosos sobre como uma aprendizagem significativa pode ser desenvolvida através da interação entre os conceitos de Óptica e Astronomia.

Ao explorarmos os relatos dos estudantes, pode-se notar como a Astronomia contribui para o aprendizado da Física, fornecendo contextos e exemplos concretos que facilitaram a compreensão dos conceitos ópticos. Através dos experimentos realizados nos painéis didáticos, os estudantes puderam visualizar diretamente fenômenos astronômicos e ópticos, como a formação de imagens em um telescópio refletor newtoniano e em uma câmara escura, a decomposição da luz no disco de Newton e a transmissão de áudio através de fibra óptica e laser. Esses experimentos não apenas ilustraram princípios físicos abstratos, mas também destacaram a relevância e a aplicação prática desses conceitos na Astronomia e em diversas áreas da tecnologia moderna. Dessa forma, a integração da Astronomia no ensino da Física não apenas enriqueceu o conteúdo curricular, mas também estimulou a curiosidade e o interesse dos estudantes.

É possível notar que atividades práticas, como o experimento do rádio laser presente no painel 02, mesmo sendo um pouco mais elaboradas, podem proporcionar resultados interessantes. Nesse painel, por exemplo, essa abordagem mais desafiadora gerou um entusiasmo e interesse ainda maiores por parte dos estudantes em relação à atividade proposta. Além disso, estimulou maior interesse pelo conteúdo,

e isso enriquece o processo de ensino e aprendizagem, proporcionando uma abordagem mais envolvente e significativa.

Como em qualquer pesquisa, algumas limitações podem ser identificadas, e sugestões para trabalhos futuros podem ser consideradas:

- O estudo foi realizado em um único colégio e com uma série específica do Ensino Médio. Ampliar a amostra para incluir mais escolas e turmas poderia fornecer uma visão mais abrangente dos resultados.
- A quantidade limitada de painéis didáticos utilizados pode restringir a variedade de conceitos abordados e a profundidade da experiência de aprendizagem dos alunos. A inclusão de mais painéis didáticos, abordando uma gama mais ampla de fenômenos ópticos e astronômicos, poderia enriquecer a experiência educacional dos estudantes.
- A avaliação da aprendizagem dos estudantes pode ser aprimorada com a inclusão de instrumentos de avaliação mais abrangentes e diversificados. Além disso, a implementação de avaliações formativas ao longo do processo de ensino e a inclusão de avaliações de seguimento para analisar a aprendizagem a longo prazo poderiam fornecer *insights* mais detalhados sobre o impacto dos painéis didáticos na aprendizagem dos alunos.

Em síntese, a metodologia adotada não apenas introduz uma estrutura sólida para a execução deste projeto de pesquisa, mas também destacou a importância de abordagens pedagógicas inovadoras e contextualizadas para promover uma aprendizagem significativa e transformadora no ensino de Física no Ensino Médio.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. SEMTEC. Brasília, DF: MEC/SEF, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_sit_e.pdf. Acesso em: 10.fev. 2023

CARVALHO, T. F. G; RAMOS, J. E. F. **A BNCC e o ensino da Astronomia: o que muda na sala de aula e na formação dos professores**. Revista Currículo & Docência. Caruaru - PE, v. 02, nº. 2, p. 83-101, 2020.

FERNANDES, E. D. **Ausubel e a aprendizagem significativa**. Revista Nova Escola, dez. 2011. Disponível em http://www.robertexto.com/archivo3/a_teorias_ausubel.htm. Acesso em: 10.fev. 2023.

FERNANDES, E. David Ausubel e a aprendizagem significativa. *Revista Nova Escola*, dez. 2011. Disponível em: http://www.robertexto.com/archivo3/a_teorias_ausubel.htm. Acesso em 20 jan. 2024.

FERREIRA, Luiz Henrique; MATEUS, Paola Gimenez; MORETTI, Andressa Algayer da Silva. **A Teoria da Aprendizagem Significativa em pesquisas na área de Ensino de Ciências da Natureza: uma revisão sistemática da literatura**. Revista Espaço Pedagógico, v. 29, n. 2, p. 444-468, 2022. Disponível em: <https://seer.upf.br/index.php/rep/article/view/12999/114116784>. Acesso em: 18 jan. 2024.

LANGHI, R; NARDI, R. **Educação em Astronomia: repensando a formação de professores**. São Paulo: Escritoras editora, 2012.

LANGHI, R; NARDI, R. **Ensino da Astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica**. Rev. Bras. Ensino Fís. [online]. vol.31, n.4, p.1-11, 2009.

LIMA, H. C.; GOUVÊA, G. **Painéis didáticos: Uma contribuição para o ensino de Física**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE FÍSICA, 16, 2012, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: SBF, 2012. p. 7-1.

MENEZES, J. E., **Uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativa para o ensino do eletromagnetismo no Ensino Médio**. Anais do 7º Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa (ENAS), 2018. Disponível em: https://www.apsignificativa.com.br/files/ugd/75b99d_0210cf63b92245f6b02220faf0bdacd4.pdf. Acesso em: 20 jan. 2024

MOREIRA, M. A. **A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel**. Cap. 10, p. 151-165. In: Teorias da Aprendizagem. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, EPU, 1999.

_____. **Compilação de trabalhos publicados ou apresentados em congressos sobre o tema Aprendizagem Significativa, a fim de subsidiar teoricamente o professor investigador, particularmente da área de ciências**. 2ª Ed. revisada. Porto Alegre: Instituto de Física. 2016. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/Subsidios6.pdf>. Acesso em: 10.fev. 2023.

_____. **Linguagem e aprendizagem significativa**. In: Conferência de encerramento do IV Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Maragogi, AL, Brasil. 2003.

_____. **O que é afinal aprendizagem significativa?** 2010. Instituto de Física–UFRGS. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>. Acesso em: 10.fev. 2023.

_____. **Teoria da aprendizagem significativa: um marco na história da educação**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1999. 260 p.

OLIVEIRA, M. M. **Metodologia Interativa: um processo hermenêutico dialético**. Revista Educação: Porto Alegre: INTERFACES BRASIL/CANADÁ, V1, N.1, 2001.

SANTOS, S. A., TRES, C., CRISÓSTOMO, A. L. **Aprendizagem significativa numa pesquisa sobre a mobilização de habilidades cognitivas e identificação de conteúdos matemáticos**. Anais do 7º Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa (ENAS), 2018. Disponível em: https://www.apsignificativa.com.br/files/ugd/75b99d_0210cf63b92245f6b02220faf0bdacd4.pdf. Acesso em: 20 jan.

2024

TOBIAS, S A. P. **Astronomia: o lúdico como forma de desvendar os segredos do Sistema Solar e do Universo no ensino de Ciências**. In: PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE: Produção Didático-pedagógica, 2013.

ZABALA, A. A. **A prática educativa: como ensinar**. Trad. Ernani F. da Rosa –Porto Alegre: ArtMed, 1998.

APÊNCICE A – QUESTÕES APLICADAS NO PRÉ-TESTE

Objeto do conhecimento: Óptica e Astronomia

Competências Gerais da BNCC: 1; 5; 6.

Competências específicas da BNCC: 1, 2 e 3.

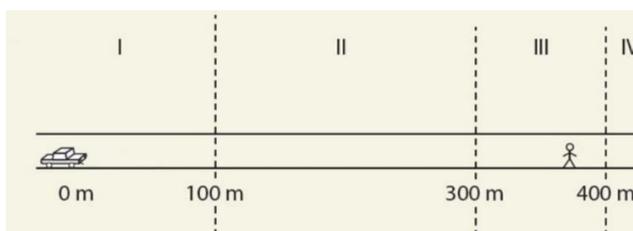
Habilidades: EM13CNT301; EM13CNT307

Objetivos de aprendizagem:

- Descrever como se dá o processo de propagação da luz, de modo a compreender os princípios da Óptica geométrica.
- Identificar as principais características dos fenômenos de reflexão da luz, bem como os aspectos que os diferenciam.
- Identificar a incidência de raios luminosos em espelhos.
- Analisar questões, elaborar hipóteses e previsões usando conceitos de óptica para obter conclusões a respeito das situações apresentadas.
- Analisar as propriedades ópticas de materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações cotidianas e tecnológicas.
- Analisar o funcionamento de instrumentos ópticos para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar os seus impactos.

QUESTÃO 01 (*Editora Moderna*) Adaptado

Em uma noite limpa e escura, um carro está parado numa rua reta e plana. O carro está usando faróis baixos. Um pedestre, que está parado na rua, consegue ver as luzes do farol.



A ilustração está dividida em quatro seções. Em quais seções você acha que há luz? Explique sua resposta.

QUESTÃO 02 (*Editora Moderna*) Adaptado

Se ligarmos uma lanterna no espaço, a luz emitida chegaria a algum lugar?

A) Sim, a luz emitida pela lanterna se propagaria indefinidamente no espaço, mas sua intensidade diminuiria à medida que se afastasse da fonte de luz. Isso ocorre porque a luz se espalha em todas as direções, fazendo com que a mesma energia seja distribuída por uma área cada vez maior à medida que a luz se afasta da fonte.

- B) Não, a luz não se propagaria no espaço, pois não há objetos próximos o suficiente para refletir ou absorver a luz.
- C) A luz se propagaria apenas até um certo ponto no espaço, onde encontraria um limite além do qual não poderia se propagar.
- D) A luz se propagaria apenas em uma única direção no espaço, seguindo a trajetória da lanterna.
- E) A luz restrita pela lanterna se deslocaria em uma velocidade muito mais baixa no espaço do que na Terra, tornando sua influência quase imperceptível.

Resposta correta: A

QUESTÃO 03 (Editora Moderna) Adaptado

Em uma sala estão: Beto, seu gato Félix e uma caixa de papelão. Eles estão em uma sala completamente escura em que não há nenhuma luz. Você acredita que Beto:

- a) não é capaz de ver a caixa;
- b) só consegue perceber a caixa;
- c) vê a caixa com muita facilidade.
- d) vê a caixa e o gato com facilidade.
- e) vê a caixa e o gato com dificuldade.

Resposta correta: A

QUESTÃO 04 (Editora Moderna) Adaptado

Da mesma forma como na questão anterior (a sala está completamente escura e não há luz). Você acredita que o gato Félix:

- A) não é capaz de ver a caixa;
- B) só consegue perceber a caixa;
- C) vê a caixa com muita facilidade;
- D) só consegue enxergar o Beto;
- E) vê a caixa e Beto com facilidade.

Resposta correta: A

QUESTÃO 05 (Editora Moderna) Adaptado

No diagrama abaixo, Sueli vê a árvore. A luz do Sol ajuda Sueli a ver a árvore? Explique por quê.



QUESTÃO 06 (Instituto Claro Educação) Adaptado

Você acha que a luz pode seguir uma linha reta ou um caminho curvo? Por quê?

QUESTÃO 07 (Instituto Claro Educação) Adaptado

O que você acha que é transmitido por uma fibra óptica usada, por exemplo, por provedores de internet?

QUESTÃO 08 (Instituto Claro Educação) Adaptado

Será possível refletir a luz sem usar um espelho? Explique sua resposta.

QUESTÃO 09 (FGVRJ 2011) Adaptado para esta atividade

Sob a luz solar, Tiago é visto, por pessoas de visão normal para cores, usando uma camisa amarela, e Diana, um vestido branco. Se iluminadas exclusivamente por uma luz azul, o **vestido** de Diana e a **camisa** de Tiago, aparecerão, para essas pessoas, respectivamente:



- a) verde e branca.
- b) verde e azul.
- c) amarela e branca.
- d) azul e preto.
- e) branco e preto.

Resposta correta: D

QUESTÃO 10 (G1 – CPS 2004) Adaptado para esta atividade

Os versos a seguir lembram uma época em que a cidade de São Paulo tinha iluminação a gás:

Lampião de Gás

Quanta saudade
 Você me traz.
 Da sua luzinha verde azulada
 Que iluminava a minha janela
 Do almofadinha, lá na calçada
 Palheta branca, calça apertada.
 (Zica Bergami)

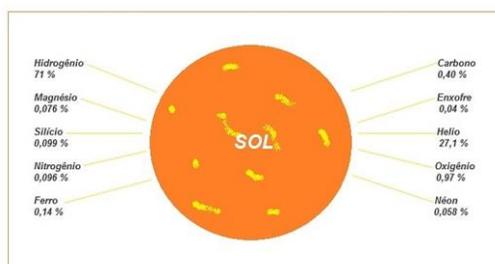
Quando uma “luzinha cor verde azulada” incide sobre um cartão vermelho, a cor da luz absorvida é:

- a) verde e a refletida é azul
- b) azul e a refletida é verde
- c) verde e a refletida é vermelha
- d) verde azulada e nenhuma é refletida
- e) verde azulada e a refletida é vermelha

Resposta correta: D

QUESTÃO 11 (G1 – CPS 2004) Adaptado para esta atividade

Atualmente é possível analisarmos, por exemplo, as composições de estrelas. Observe, abaixo, os elementos químicos que compõe a estrela mais próxima da Terra. Você consegue descrever como é possível coletar estas informações?



Observe as imagens a seguir para responder às questões 12 e 13.



QUESTÃO 12 (Nova Escola) Adaptado

Essas três imagens são de quê?

QUESTÃO 13 (Nova Escola) Adaptado

Conseguimos enxergá-las a olho nu com a mesma nitidez que estamos vendo na fotografia? O que é necessário para que consigamos obter essas imagens?

QUESTÃO 14 (Nova Escola) Adaptado

Como podemos usar a energia que vem do Sol no nosso dia a dia?



APÊNCICE B – QUESTÕES APLICADAS NO PÓS-TESTE

Objeto do conhecimento: Óptica e Astronomia

Competências Gerais da BNCC: 1; 5; 6.

Competências específicas da BNCC: 1, 2 e 3.

Habilidades: EM13CNT301; EM13CNT307

Objetivos de aprendizagem:

- Descrever como se dá o processo de propagação da luz, de modo a compreender os princípios da Óptica geométrica.
- Identificar as principais características dos fenômenos de reflexão da luz, bem como os aspectos que os diferenciam.
- Identificar a incidência de raios luminosos em espelhos.
- Analisar questões, elaborar hipóteses e previsões usando conceitos de óptica para obter conclusões a respeito das situações apresentadas.
- Analisar as propriedades ópticas de materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações cotidianas e tecnológicas.
- Analisar o funcionamento de instrumentos ópticos para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar os seus impactos.

QUESTÃO 01 (Enem 2016)

Algumas crianças, ao brincarem de esconde-esconde, tapam os olhos com as mãos, acreditando que, ao adotarem tal procedimento, não poderão ser vistas. Essa percepção da criança contraria o conhecimento científico porque, para serem vistos, os objetos:



- A) refletem partículas de luz (fótons), que atingem os olhos.
B) geram partículas de luz (fótons), convertidas pela fonte externa.
C) são atingidos por partículas de luz (fótons), emitidas pelos olhos.
D) refletem partículas de luz (fótons), que se chocam com os fótons emitidos pelos olhos.

Resposta correta: A

QUESTÃO 02

Abaixo você pode observar o experimento: “Disco de Newton”. Quando o círculo é girado numa velocidade bem rápida, observa-se que as cores somem e só dá para ver a cor BRANCA. Assinale a alternativa que você acha que melhor explica o fato de o círculo ficar branco quando é girado:



- A) pois seus olhos conseguem ver o fundo branco do papel quando o círculo gira rápido.
- B) porque a cor amarela do disco acaba predominando e engana nossos olhos, fazendo a gente pensar que é todo branco.
- C) porque quando ele está em movimento ocorre uma mistura de cores e podemos ver a cor branca, que é formada pela mistura das sete cores do arco-íris.
- D) porque o disco de Newton, composto pelas cores do arco-íris, ao girar rapidamente, faz com que as cores se misturem e se transformem em uma única cor, a branca.

Resposta correta: D

QUESTÃO 03 (UFRN 2002)

Ana Maria, modelo profissional, costuma fazer ensaios fotográficos e participar de desfiles de moda. Em trabalho recente, ela usou um vestido que apresentava cor vermelha quando iluminado pela luz do sol. Ana Maria irá desfilarm novamente usando o mesmo vestido. Sabendo-se que a passarela onde ela vai desfilarm será iluminada agora com luz monocromática verde, podemos afirmar que o público perceberá seu vestido como sendo:

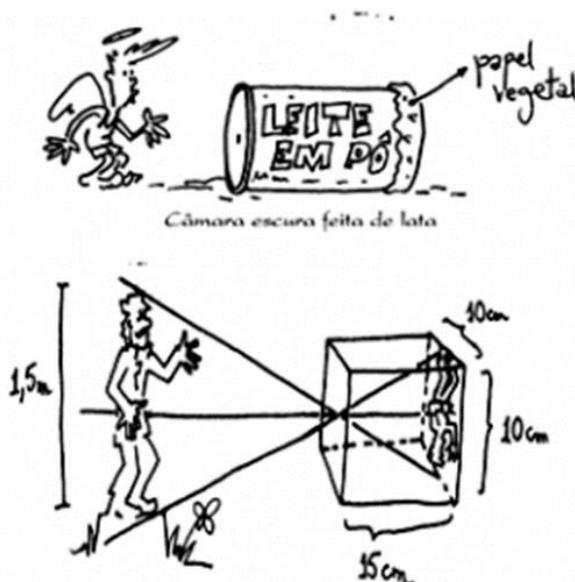
- A) verde, pois é a cor que incidiu sobre o vestido.
- B) preto, porque o vestido só reflete a cor vermelha.
- C) de cor entre vermelha e verde devido à mistura das cores.
- D) vermelho, pois a cor do vestido independe da radiação incidente.

Resposta correta: B

QUESTÃO 04 (FCM PB/2015)

Você pode construir uma câmara escura com uma lata de leite em pó ou com uma caixa de sapatos. Faça o furo no fundo da lata ou numa lateral da caixa e coloque o papel vegetal no lugar da tampa ou na lateral oposta. Está pronta uma câmara escura simples, porém, com menos recurso.

Podemos compreender como a imagem de um objeto é formada no papel vegetal colocado no interior de uma câmara escura, ou mesmo sobre a nossa retina. Cada ponto do objeto luminoso ou iluminado emite ou reflete a luz em todas as direções e, portanto, também na direção do pequeno orifício. Como pudemos observar a imagem projetada, nestas condições, aparecerá invertida. Na segunda figura, a imagem aparece invertida em relação ao objeto. Esta inversão da imagem é justificada pela(o):



- A) reversibilidade da luz.
- B) propagação retilínea da luz.
- C) reflexão difusa da luz.
- D) independência dos raios de luz.

Resposta correta: B

QUESTÃO 05 (Autoria própria)

Qual das seguintes ondas eletromagnéticas é usada para comunicação por satélite, Wi-Fi e redes celulares?

- A) Ondas de rádio.

B) Micro-ondas.

C) Luz visível.

D) Raios X.

Resposta correta: B

QUESTÃO 06 (Autoria própria)

Qual das seguintes ondas eletromagnéticas é usada para transmissão de dado sem cabos de fibra óptica?

A) Ondas de rádio.

B) Micro-ondas.

C) Luz visível.

D) Raios X

Resposta correta: C

QUESTÃO 07 (Autoria própria)

Qual das seguintes cores de luz tem a maior frequência?

A) Vermelho.

B) Laranja.

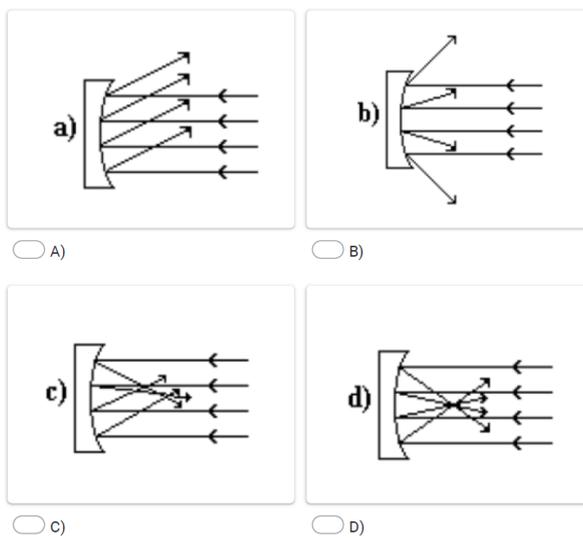
C) Verde.

D) Violeta.

Resposta correta: D

QUESTÃO 08 (Unesp 2018)

Isaac Newton foi o criador do telescópio refletor. Qual das figuras a seguir representaria o funcionamento perfeito do espelho do telescópio?



Resposta correta: D

APÊNDICE C – RELATOS DOS ESTUDANTES REFERENTES À APLICAÇÃO DOS PAINÉIS DIDÁTICOS

Estudante 01:

No momento que começamos responder o pré-teste fiquei meio "perdida", pois não sabia nada sobre o assunto, mas eu observei que tinha dos painéis lá já fiquei curiosa porque sabia que teria alguma coisa a ver. O professor orientou a gente e fomos até o laboratório entender e ver mais de pertinho cada um dos painéis, mas antes ocorreu a discussão dos resultados do teste em seguida fomos para os experimentos. O primeiro a ser mostrado e explicando foi o TELESCÓPIO NEWTONIANO ABERTO o professor explicou um pouco sobre como ele funcionava a partir do RAIO LESER (nem sabia que isso era possível) foi algo que causou surpresa a todos nós a gente olhou de pertinho e teve também a CÂMARA ESCURA onde tinha um desenho de uma árvore e após ligar uma luz lá a imagem ficava de cabeça para baixo e a CAIXA DE CORES quando juntava algumas cores elas mudavam ou refletiam cores diferentes, teve uma que o fundo ficou branco outro amarelo, etc., e o último foi o DISCO DE NEWTON também foi usado um raio laser e fibra óptica, essa foi a transformação de áudio.

De todos os experimentos o que mais me chamou atenção foi o disco de newton e o caixa de cores, foi algo que eu nunca imaginava que era possível.

Estudante 02:

Eu Aluna do professor Marlus, presenciei na terça feira dia 15/05/2023 o projeto RBG que foi feito com painéis e explicações calmas e delicadas que ele ensinou educadamente. O projeto durou pela manhã com a colaboração dos alunos na sala 15. Ele fez com que várias pessoas pudessem entender como realmente as luzes e os nossos olhos podem captar coisas incríveis, sendo assim no começo de tudo fizemos uma breve atividade sobre fibra óptica, com perguntas e respostas que foram discutidas com todo mundo, porém não citando o nome das pessoas que deu essas respostas. Sendo assim, após essa breve atividade pudemos fazer o espectrógrafo que usamos para mostrar que todas as luzes têm origem em apenas três, elas são responsáveis por adaptar e criar novas cores aos nossos olhos.

Depois disso, vimos os painéis e presenciamos como era um exemplo de um telescópio que ele usou laser e depois nos mostrou no outro painel o mesmo, laser

que transmitiu conexão até a caixinha de som, e depois disso nós ficamos discutindo sobre as relações que estudamos com o professor que nos ensinou calmamente e educadamente cada detalhe das suas obras divinas e conhecimentos bastantes interessantes. Eu gostei da experiência de conseguir ver a luz com outra forma e ver como as coisas realmente funcionavam através da luz. Espero que tenha mais projetos criativos e interessantes assim.

Estudante 03:

Na terça-feira, foi executado um projeto de Física com alguns painéis (2). O projeto abriu a visão de muitas pessoas, principalmente a minha, me fez entender o RGB, o espectrógrafo, que podemos receber informações pela luz e, com isso aprendemos como funciona a fibra óptica. Conseguimos captar imagens com a luz, compreendendo como funcionam os telescópios especiais. Esses tipos de projeto deveriam ser essenciais para o estudante, por ser divertido e bem explicativo, sobre o assunto, quase toda sala pegou. Amei a experiência e espero que tenha mais.

Estudante 04:

Amei muito a experiência, achei a aula bastante interessante e bastante divertida. Achei os experimentos muitos legais e criativos. Amei o experimento em que a fibra com laser fez a caixa de som tocar músicas, mas de verdade amei toda a experiência com os painéis. Acho que deveríamos ter mais aulas como essa. Parabéns, professor! Foi um excelente trabalho.

Estudante 05:

Começamos a fazer o pré-teste, fiquei bastante ansiosa, mas tinha reparado que tinha 2 painéis na sala, aí foi quando alguns alunos questionaram sobre o que seria aqueles painéis, foi aí que o professor falou que aqueles painéis faziam parte da segunda etapa. Pois terminar de fazer o pré-teste, fomos falar e corrigir o pré-teste, aí após isso fomos para os painéis, que era um "telescópio aberto" uma experiência incrível, após isso, passamos para o segundo painel que era "câmera escura" onde tinha um desenho e ele acabava mudando quando a luz batia, depois passamos para "caixa de cores" onde juntou as cores, alguns se misturaram e outras não. Esse foi o meu preferido, fiquei bastante surpresa. E fomos para o melhor de todos " O Disco de neutro" Esse daqui foi o mais surpreendente, O professor utilizou o ipad dele velhinho,

onde ele utilizou um era ou carregador portátil (enfim, não lembrou muito o nome" só sei que começou a tocar uma música de João Gomes. Pontos positivos: foi uma aula bem legal entendemos o poder da física, por, mais que eu jamais conseguiria fazer algo do tipo. Pontos negativos: Apenas que laser não queria pegar no primeiro painel. De resto tudo foi maravilhoso.

Estudante 06:

Nas aulas de física professor Marlus levou os alunos para o laboratório para apresentar os experimentos mostrou câmera escura sobretudo nas apresentações em que houve a mixagem de cores de luz RGB, que resultará em cores diferentes, quando a JBL funcionou com radiação infravermelho, a câmera escura feita com disco DVD que as cores se dissiparam entre a câmera e dividiam respectivamente o azul o verde e o vermelho.

Estudante 07:

Quando a luz incide num objeto podem ocorrer vários tipos de fenômenos de propagação da luz, dentre eles a reflexão e a refração. O fenômeno de reflexão ocorre quando a luz incide numa superfície e retorna ao mesmo meio de origem, ou seja, a luz não altera seu meio de propagação, para esta situação podemos observar que o raio de luz incidente é equivalente ao refletido e que o ângulo que o raio incidente faz com a normal é o mesmo ângulo que o raio refletido faz com a normal.

Estudante 08:

Qual o objetivo de um telescópio?

O telescópio. O instrumento utilizado para ver objetos que se encontram a uma distância muito grande da Terra é chamado de telescópio. Ele tem a capacidade de ampliar e formar uma imagem virtual próxima à lente ocular, fazendo com que a imagem nos pareça maior do que a observada a olho nu. Através dos telescópios, é possível observar em detalhes os planetas do Sistema Solar, em especial Marte, Júpiter e Saturno. Vênus e Mercúrio, pelo fato de estarem muito próximos ao Sol, só são visíveis próximos ao horizonte e em poucas épocas do ano. Tendo em vista o que vimos em sala de aula podemos afirmar que o 'Telescópio' é um meio muito útil para a evolução da ciência moderna.

Estudante 09:

Bom interessante, principalmente nas apresentações em que teve a mistura de cores de luz RGB, que resultaram em cores diferentes, a coisa lá de DVD que separou as cores e dividiu cada cor separada. Quando a JBL funcionou com radiação infravermelho, foi top.

Estudante 10:

Sobre a aula de física ocorrida no dia 31 de maio, achei interessante, sobretudo nas apresentações em que houve a mixagem de cores de luz RGB, que resultaram em cores diferentes, quando a JBL funcionou com radiação infravermelho, o negócio feito com disco DVD que as cores se separaram entre o treco e dividiam respectivamente o azul, o verde e o vermelho. Outro ponto alto da aula foi a câmara escura, que funciona basicamente pela luz que entra por uma passagem, é refletida por um espelho côncavo, e é refletida de novo por outro espelho inclinado não tenho muito sobre o que falar, mas acho que consegui ilustrar bem.

Estudante 11:

No 30 maio foi um experimento de Óptica com cores e raio de laser. Achei interessante, sobretudo nas apresentações em que houve a mixagem de cores de luz RGB, que resultaram em cores diferentes, quando a JBL funcionou com radiação infravermelho, a câmara escura feita com disco DVD que as cores se dissiparam entre a câmara e dividiram respectivamente o azul, o verde e o vermelho não tenho muito sobre o que falar, mas acho que consegui ilustrar bem.

Estudante 12:

No dia 30 de maio foi feita uma aula pratica sobre óptica achei interessante, sobretudo nas apresentações em que houve a mixagem de cores de luz RGB, que resultaram em cores diferentes, quando a JBL funcionou com radiação infravermelho, a câmara escura feita com disco DVD que as cores se dissiparam entre a câmara e dividiram respectivamente o azul, o verde e o vermelho, não tenho muito sobre o que falar, mas acho que consegui ilustrar bem.

Estudante 13:

No dia 30 de maio foi nos mostrados uma série de experimentos sobre telescópio e também foi nos mostrados o experimento feito pelo professor Marlus, nosso professor de física, uma das coisas que foi mostrada no laboratório em conjunto com o primeiro experimento sobre o telescópio, no experimento sobre os lasers foi nos mostrado como ainda não sabemos de tudo sobre a física e como ela funciona e como a mesma se comporta.

No experimento feito sobre telescópio podemos ver e aprender sobre os compartimentos de dentro e fora do telescópio, nos foram mostrados o funcionamento real e com maior realismo de como funciona toda estrutura de um telescópio, descobrimos a função real de como é feita imagem em tempo real do que observamos quando usamos o telescópio, com a lente que se encontra na extremidades frontal do telescópio onde o raio de luz referente na chamada lente objetiva e com isso ela convergem a luz para o ponto próximo do tubo e assim se formando a imagem do objeto a ser observado.

Já no experimento feito com os raios laser foi colocado sobre a mesa uma caixa de som JBL e então o professor fez a ligação dela com o experimento nos mostrando logo após como é de forma pratica o funcionamento de um controle remoto ou até mesmo de fone sem fio

Estudante 14:

No dia 30 de maio foi realizado um experimento de óptica com cores e raio de laser. Achei interessante, sobretudo nas apresentações em que houve a mixagem de cores de luz RGB, que resultaram em cores diferentes, quando a JBL funcionou com radiação infravermelho, a câmera escura feita com disco DVD que as cores se dissiparam entre a câmera e dividiram respectivamente o azul, o verde e o vermelho não tenho muito sobre o falar, mas acho que consegue ilustrar bem

Estudante 15:

No dia 30 de maio foi feito experimento de óptica com disco de cores que refletia cor de luz deslumbrantes, no experimento foi utilizado um telescópio um raio a laser, e uma lupa de espelho que refletia luz para o telescópio, e a visão dos telescópios para a imagem fica melhor e menos embaçada, por isso foi feito e fabricado o telescópio que tem espelho, pois a luz reflete no espelho e ilumina a lupa do telescópio.

Estudante 16:

No dia 30 de maio foi um experimento de óptica com cores e raios de laser. Achei muito interessante, sobretudo nas apresentações em que houve a mixagem de cores de luz RGB, que resultarem em cores diferentes, quando a JBL funcionou com radiação infravermelho a câmara escura feita com disco DVD que as cores se dissiparam entre a câmara e dividem respectivamente o azul, o verde e o vermelho. não tenha muito sobre o que falar, mas acho que consegui ilustrar bem.

Estudante 17:

As aulas foram muito boas aprendendo sobre as luzes como elas se propagavam de diversas formas. Também vimos dois painéis muito interessantes mostrando como o som se reproduz através de lasers. Tivemos vários pontos positivos legais interessantes pois vimos várias formas de se percebe os sons e as luzes. Vimos também sobre ondas sonoras que contêm frequências diferentes.

Estudante 18:

Minhas experiências sobre a aula de óptica foram legais e interessantes, na aula houve a mixagem de cores RGB, e que quando a JBL funcionou como uma radiação infravermelha, tivemos também na aula as imagens refletidas na câmara escura feita com o disco DVD em que as cores em que se dispararam entre a câmara que dividiam respectivamente azul, verde, vermelho.

Estudante 19:

No dia 30 de maio foi feito uma aula prática sobre óptica, foi mostrado uma série de experimentos sobre telescópio e também foi mostrado o experimento feito pelo professor Marlus, nosso professor de física, uma das coisas que foi mostrado no laboratório em conjunto com primeiro experimento sobre telescópio. Achei interessante, sobretudo nas apresentações em que houve a mixagem de cores de luz RGB, que resultaram em cores diferentes quando a JBL funcionou com radiação infravermelho, a câmara escura feita com disco DVD que as cores se dissiparam entre a câmara e dividem respectivamente o azul, o verde e vermelho.

Estudante 20:

Achei interessante e superlegal, teve as partes das luzes que se misturasse as cores ficavam em uma cor só, teve também a parte do DVD e a parte das músicas que se colocasse algum objeto na frente ela mudava o som ou até parava. Os pontos positivos foram: O som quando colocava alguma coisa na frente da JBL ele mudava o som e as partes das luzes infravermelho que mudava a cor. teve a parte da câmera escura feita com disco DVD entre a câmera e dividiam azul o verde e o vermelho

Estudante 21:

No dia 30 de maio um experimento de óptica com cores e raio de laser , nas aulas de Física o professor marlus levou todos os seus alunos para o laboratório para apresentar os experimentos e mostrou a câmera escura sobretudo nas apresentações em que houve a mixagem de cores de luz RGB, que resultará em cores diferentes, quando JBL, funcionou com radiação infravermelho, câmera escura feita com disco DVD que as cores se dissiparam entre a câmera e dividiram respectivamente o azul o verde e o vermelho

Estudante 22:

No dia 30 de maio foi feito experimento de Óptica com cores e raios a laser, achei muito interessante, como o raio transmitia luz para a lupa do telescópio, sobretudo nas apresentação em que houve no mixagem de cores de luz, havia um disco que fluiu cores de luzes descolorante, cores: vermelha, amarela, branca e entre outras cores, no experimento havia um raio laser, uma lupa com espelho, o raio refletia a luz para a lupa, e assim o telescópio melhora a visão, e você detecta as coisas a milhares de km distância, não ficava embaçado, por isso foi fabricado o telescópio a tem um espelho para refletir melhor a imagem de qualquer que coisa as pessoas fosse detectar no espaço.

Estudante 23:

Na aula ocorreu vários processos em razão no assunto que é complexo mas que foi muito bem elaborado pelo professor, que nos levou ao laboratório para fazer as observações, e mostrar como funciona os painéis, um dos painéis mostrava o funcionamento de um câmara escura, no processo usava se um laser para mostrar a propagação da luz na lentes e a câmara escura usando uma imagem através de uma abertura, com uma luz forte para mostrar a imagem em uma câmara escura, em outro

painel tinha uma transmissão na frequência do laser e um conjunto de cores, ali mostrou circuitos que tinha um laser deixando o circuito receptor percorrer a sala junto a caixa de som para assim reproduzir um som, ao final da aula foi mostrado um conjunto de cores sobre a câmara escura com leds embutidos. Uma aula bem legal. Assunto complexo, porém, ao desenvolver da aula foi divertido de se ver.

Estudante 24:

Introdução

Relatório sobre a aula de Óptica com a Utilização de Painéis apresentado pelo professor Marlus Vinícius Santos, da matéria de Física, aos alunos do 2o ano TEC-B

- 1º Painel

Telescópio de Newtoniano

O professor Marlus começou nos mostrando o telescópio Newtoniano. Era um telescópio feito com cano de PVC, espelhos, madeira - para apoio - e Raio Laser. Ele nos mostra um exemplo de como era que o telescópio funciona. Para isso, ele ligou os dois raios lasers que estavam dentro do cano e os mirou em um espelho em frente dele, nisso, o espelho refletiu os raios e os enviaram para outro espelho, passando também os mesmos para um espelho fora do cano. Depois dos raios serem refletidos de espelho para espelho, os pontos dos raios foram mostrados uma tábua de madeira, colocada ao painel, como se estivéssemos os morando em linha reta.

Após o incrível acontecimento, ele ainda nos mostrou a linha dos raios, usando um desodorante perfumado em spray para fazer fumaça e eles serem mostrados pelo mesmo.

Câmara Escura

Depois de ter nos apresentado o Telescópio, ele nos mostrou a “Câmara Escura”. A Câmara era feita de uma caixa de sapato com um furinho no meio e a imagem dela era feita com uma luz fluorescente e um pote transparente. Na tampa desse pote havia um desenho de uma árvore. A luz passava pelo pote com o desenho e entrava na câmara, porém, ele exibia a imagem da árvore de cabeça pra baixo. Isso ocorre porque os raios de luz se cruzam dentro o orifício feito na caixa, ou seja, os raios da parte de cima da imagem da árvore se cruzam com as de baixo, fazendo assim que a imagem fique invertida.

Disco de Newton

Após a câmara, nós vimos o “Disco de Newton”. O disco foi feito com papel ofício pintado com as cores do arco-íris, um CD/DVD velho e um motor giratório pequeno. O disco tinha sido pintado nas cores primárias do espectro visível (Vermelho, azul, amarelo, verde, laranja, lilás e roxo). Ele ligou o pequeno motor, que fez o disco girar, mostrando que as cores primárias formam a cor branca. Isso se dá pelo fato das cores meio que se “misturar” na nossa retina, dando a entender que o disco é branco.

Caixa de cores

Assim que terminamos com o disco de Newton, ele nos mostrou a “Caixa de cores”. A caixa de cores é feita com caixa de papelão, um prego, luzes de led e papel de seda. As luzes estavam apontando para o prego, que estava no meio das mesmas fazendo uma sombra. Quando uma das luzes eram apagadas, as cores se misturavam, mas a sombra do prego os separava, fazendo as duas cores usadas para fazer outra cor pudessem ser vistas.

- 2º Painel

Transmissão de som por Raio Laser

Assim que terminarmos o 1o painel, fomos direto para o segundo. Nele, o professor nos mostrou o primeiro experimento, a transmissão de som por luz laser. Para o som ser detectado pelo raio laser, o professor fez um emissor, usando componentes eletrônicos, cabo de fone de ouvido, luz laser, e baterias para ligar tudo, e o receptor, usando componentes eletrônicos, um receptor de luz laser, entrada genérica de fone de ouvido e baterias para ligá-lo. O professor conectou o laser no emissor e apontou a luz no receptor de luz laser e conectou o celular de um dos alunos no cabo de fone do emissor. Assim feito, ele conectou uma caixa de som ao conector de fone de ouvido do receptor e o ligou. Depois de ligado, percebemos que a música que havia sido colocada no celular estava sendo tocada na caixa de som, mas o som estava sendo enviado pelo laser ao emissor. Além do próprio laser, o professor usou um cabo de fibra óptica para iluminar sua ponta e transmitir áudio também, a diferença é que ele não compartilha o som de longe, como o laser. Segundo o site “inovação tecnológica”, isso acontece devido a transmissão de som usando laser é derivada de uma técnica chamada espectroscopia fotoacústica dinâmica, usada para detecção de substâncias químicas no ar. Esse experimento, para mim, foi incrível! Me impressionei muito com o som sendo emitido por luz.

Separando o espectro da Lâmpada Fluorescente e da Lâmpada de filamento. Assim que terminamos de ver a transmissão de som, o professor nos mostrou 2 lâmpadas

elétricas, uma fluorescente e uma de filamento de carbono. Assim que a vimos, ele ligou as duas lâmpadas e ligou uma caixa com uma câmera dentro. Como o objetivo era ver o espectro das lâmpadas, a caixinha tinha uma linha fina para entrar pouca luz na caixa. Assim feito, ele nos mostrou qual era o espectro dos dois. O fluorescente mostrava o espectro das cores primárias. Na de filamento de carbono, o espectro mostrava um pouco da cor vermelha, laranja e amarelo.

Luzes led no espectro

Assim que terminarmos com as lâmpadas, fomos para as luzes led. As luzes tinham diversas cores: azul claro e escuro, amarelo, laranja, vermelho, rosa, verde claro e escuro, dentre outras cores. Fizemos a mesma coisa do experimento anterior: ligamos cada uma das luzes e vimos seus espectros com a mesma câmera.

Estudante 25:

A aula de Marlus começou na sala de vídeo enquanto ele nos mostrou um slide e explicou algumas coisas sobre o assunto de óptica, respondendo várias perguntas dos alunos, após uma atividade avaliativa ele nos deu os Chromebooks e nos mandou para sala do laboratório onde se encontravam painéis, o professor nos entregou alguns materiais para nós construirmos uma espécie de binóculos onde enxergamos uma imagem de uma árvore de cabeça para baixo, após isso ele nos explicou o porquê enxergamos aquilo, foi uma explicação maravilhosa e assim como antes ele respondeu todas as dúvidas dos alunos e auxiliou aqueles que não conseguiram realizar a atividade corretamente, após isso fomos observar os painéis que ele tinha construído, ele nos explicou como funcionava antes de ligar o primeiro painel, onde ele mostrava como a luz reagia ao encontrar um objeto refletor e como se distorcia ao encontro, nos explicou e deixou cada aluno ver na sua vez, após isso partimos para o próximo painel onde se tratava de outro assunto, ele construiu 2 painéis, um emite um raio laser de cor vermelha que quando conectado a um aparelho que emite áudio, ao raio atingir o outro painel ele emite a música, assim explicando que a luz transmite informações

Estudante 26:

Relatório sobre a Aula de Óptica com Painéis

A aula foi bastante criativa. A forma como o professor Marlus entreteve a turma, explicou sobre os painéis e demonstrou na prática foi uma ótima maneira de

compartilhar do seu conhecimento, além de ter sido uma experiência incrível. Ele apresentou painéis com cores, raio-laser e um protótipo simulando uma luneta. A aula foi instruída de forma que os alunos pudessem entender a lógica por trás das lentes do telescópio, ele também mostrou exemplos de uso com o raio-laser e com um protótipo de câmara escura.

Estudante 27:

Um certo dia o professor Marlus nos entregou na sala de aula uma atividade diagnóstica para nos preparar para a apresentação de painéis que ele tinha desenvolvido, ao concluir esta atividade, o professor nos conduziu para o laboratório, onde estavam os painéis, estes apresentavam conceitos da óptica, entre estes conceitos os que mais me chamaram atenção foram o disco de newton, a caixa escura e rádio laser. O disco de newton era como o próprio nome diz um disco com todas as 7 cores do arco íris e quando ele era girado ele ficava branco por unir todas as cores em só uma. A caixa escura refletia uma imagem de forma espelhada em seu fundo (a imagem estava de cabeça para cima fora da caixa escura). E por último mas não menos importante (muito pelo contrário) o rádio laser como o professor chama, ele transmitia o sinal do celular pra caixinha de som a uma distância relativamente longa e assim fazia o som ser transmitido. Esses foram os conceitos/experimentos que eu mais gostei no painel, foram muito criativos e além de didático foram atrativos.

Estudante 28: A aula sobre os painéis foi uma aula bem relevante. Pois desenvolveu bastante a didática da óptica, mostrando como funciona na prática a óptica, no qual o assunto é bastante interessante. O professor Marlus, primeiramente nos explicou o que faríamos no laboratório, e nos mostrou dois painéis e como eles funcionavam. Com isso, um dos painéis era sobre o telescópio e uma câmara escura, com o telescópio sendo usado um laser para mostrar como a luz se propaga nas lentes e a câmara escura usando uma imagem através do orifício, com uma luz forte, para mostrar a imagem na câmara escura. O outro painel era sobre a transmissão na frequência laser e espectro das cores, nele nós fomos mostrados circuitos que havia laser para transmitir sons por meio de uma caixa de som, ele transmitiu o som por meio de laser deixando o circuito receptor do outro lado da sala, junto da caixa de som e mesmo assim o som foi transmitido, depois nos foi mostrado o espectro das cores, por meio de uma webcam em uma câmara escura, por meio de um circuito com leds

embutidos. A aula foi bastante intuitiva e interessante, fora do comum, sendo bastante didática para turma.

Estudante 29:

Achei muito interessante, aprendi a observar a luz com outros olhos que a luz carrega informação do seu ponto de origem com um receptor é possível decodificar essas informações e o professor explicou muito bem com o uso do seus painéis achei muito interessante gostaria de mais aulas assim. Aprendi que existe cores primárias e secundárias aprendi que a luz não faz curvas nos meios homogêneos mas sim nos meios heterogêneos e que pode ser desviada por uso de um espelho aprendi que nossos olhos captam a luz de cabeça para baixo só que ele faz a inversão aprendi que todo material tem seu espectro colorido como se fosse uma digital cada material tem sua aspecto diferente um do outro aprendi que a luz branca contém todas as cores . Achei a aula muito boa só tenho a parabenizar o professor pela sua flexibilidade em ensinar nós Alunos com uso de painéis didáticos achei muito interessante e que ele devia fazer mais aulas assim que melhorar muito o entendimento de Nós Alunos. Parabéns, professor Marlus Vinicio Santos.

Estudante 30:

O professor Marlus levou a turma do 2º ano B técnico para o laboratório para realizar o devido experimento, ele nos mostrou como a óptica funciona na prática. O professor nos explicou o que faríamos no laboratório, nos mostrando assim dois painéis e seu devido funcionamento, um painel era sobre um telescópio e câmara escura, em um telescópio estava sendo usado um laser para mostrar como a luz se propaga nas lentes e na câmara escura usando uma imagem através de uma circunferência. o outro painel era sobre a frequência da transmissão do laser e das cores, nesse painel foi mostrado circuitos que o laser passava para transmitir som em uma caixa jbl e depois foi mostrado o espectro das cores da webcam na câmara escura através de um circuito de leds. Essa aula nos forneceu bastante conhecimento por meio de uma didática bastante interessante e intuitiva para os alunos.

Estudante 31:

Conclusão da aula de Óptica: a aula foi bem agradável, aprendi que a óptica é uma área da física que também estuda a luz que são homogênea (linha reta) e heterogênea

(pode ser desviada), ou mais amplamente a radiação eletromagnética visível ou não. O professor um laser que emite som e cada um dos objetos emite cores, a luz branca emite todas as cores, a óptica explica os fenômenos de reflexão, refração e difração a interação entre a luz e meio. Foram usados caixas de luz e painéis de luz que foram mostrados em aula. Pontos positivos: se faz presente em diversas situações do dia a dia, desde a observação fenômenos naturais como o arco-íris até aplicações em objetos como câmeras fotográficas e filmadoras. Pontos negativos: nos pontos onde não incide luz não ocorre reação.

Estudante 32:

Achei muito legal e importante a aula para o nosso aprendizado, os alunos aprenderam que existe cores primárias e secundárias, aprendi que a luz não faz curvas, a luz se propaga em homogênea e heterogêneo (linha reta) e (pode ser desviada).

Estudante 33:

A aula foi bem produtiva, pois desenvolveu o assunto mostrando profundidade e desenvolvimento o que tornou o assunto interessante, de primeira o professor explicou como seria o processo no laboratório, e mostrou como funcionam os painéis. Um dos painéis mostrava como funcionava uma câmara escura, nesse processo o telescópio usava um laser para mostrar a propagação da luz nas lentes e a câmara escura usando uma imagem através de um buraco, com a luz muito forte para mostrar a imagem na câmara escura. No outro painel tinha o conjunto de cores e a transmissão na frequência laser, ali foi mostrado circuitos que tinham laser para a transmissão de sons através de uma caixa de som, assim ocorreu a transmissão através do laser deixando o circuito receptor atravessa a sala junto com a caixa de som e assim o som foi produzido, depois foi mostrado o conjunto de cores por meio de um aparelho na câmara escura, em círculo com leds adaptados. Na aula ocorreu assuntos bem chamativos e atrativos, uma boa aula a meu ver.

Estudante 34:

Conclusão sobre a aula de óptica

Eu aprendi que a luz é uma onda eletromagnética que se propaga tanto no vácuo quanto em alguns meios materiais e a cor da luz pode ser classificada em monocromática. Eu achei a aula muito legal eu gostei muito

Estudante 35:

Achei muito divertido, aprendemos que a luz se propaga em homogênea (linha reta) heterogênea (pode ser desviada). O professor usou um Laser para emitir som. Aprendemos que cada objeto emite um aspecto de cores diferentes. Achei muito importante para o aprendizado dos alunos nas aulas de física, não só em física, mas em Química.

Estudante 36:

Na aula anterior o professor Marlus Vinícius, levou nossa classe do 2º ano, para que vir alguns testes de óptica e como é que a luz, ela procede em linha reta de forma homogênea, já de forma heterogênea só faz curva se tiver um espelho ou algo que ela possa bater e refleti-lo. Mas logo após ele nos mostrou que podemos transmitir um som ou um tipo de rede com apenas um laser e alguns fios.

**APÊNCICE D – REGISTROS REFERENTES A APLICAÇÃO DO PRODUTO
EDUCACIONAL**

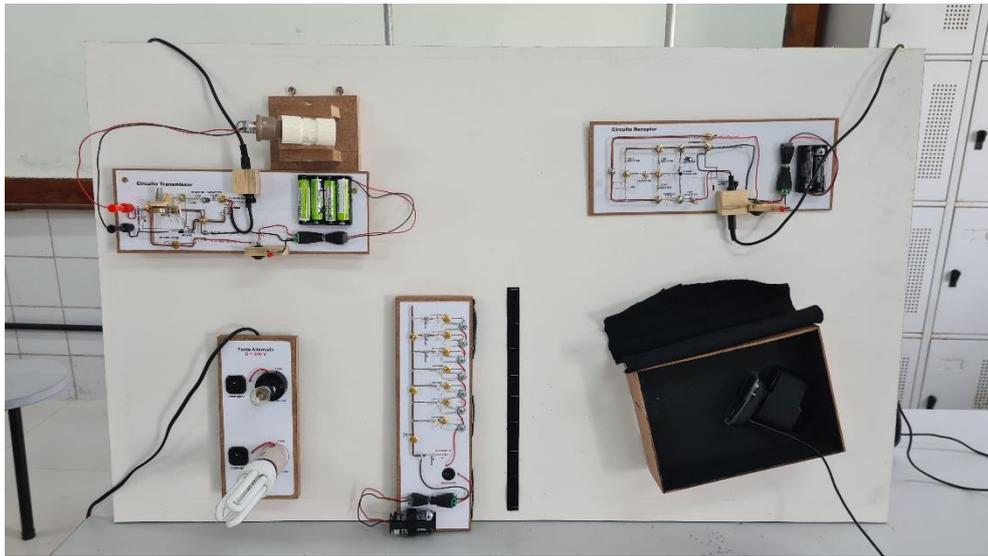














APÊNCICE E – SEQUÊNCIA DIDÁTICA

CURSO: Ensino Médio

SÉRIE: 2º ano

PROFESSOR:

COMPONENTE CURRICULAR: Ciências da Natureza

ÁREA DE CONHECIMENTO: Física

COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS PARA O ENSINO MÉDIO:

1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.
2. Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.
3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

OBJETO DO CONHECIMENTO: Óptica mediada pela Astronomia

HABILIDADES:

- (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.
- (EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e

comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM:

- Reconhecer as características de propagação da luz em meios materiais e no vácuo.
- Compreender os princípios básicos da Óptica e sua relação com os fenômenos astronômicos, utilizando a investigação científica e a experimentação prática.
- Identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre Óptica e Astronomia.
- Problematizar e despertar a curiosidade dos alunos sobre os temas abordados.
- Apresentar os conceitos de Óptica mediados pela Astronomia de forma clara e objetiva.
- Proporcionar aos alunos a oportunidade de explorar os conceitos de Óptica e Astronomia através de atividades práticas desafiadoras.
- Incentivar a discussão, a reflexão crítica e o trabalho em equipe durante a resolução dos experimentos.
- Avaliar o aprendizado dos alunos através de um pós-teste e da análise da percepção sobre a aplicabilidade dos conceitos.

METODOLOGIA/ESTRATÉGIAS:

I. Início de conversa (coleta de conhecimentos prévios);

- Aplicação de um pré-teste online através do Google Forms para mapear os conhecimentos prévios dos estudantes, a sugestão para essa atividade encontra-se nos apêndices. Após a aplicação, promova uma discussão em grupo sobre as respostas do pré-teste, com o objetivo de identificar dúvidas, lacunas e pontos de interesse dos alunos. Essas informações são valiosas para as atividades subsequentes.

II. Problematização e sensibilização;

- Utilize as respostas dos alunos na atividade anterior para identificar os pontos de partida para a problematização. Apresente questões, curiosidades astronômicas e cenários do cotidiano para sensibilizar os estudantes sobre o tema. Proponha que os estudantes falem sobre como a Astronomia está presente em nosso cotidiano, bem como as histórias que ouvem dos familiares sobre esse tema.

III. Apresentação do objeto de conhecimento;

- Prepare apresentações expositivas que abordem os princípios básicos da óptica, como reflexão, refração, dispersão da luz, formação de imagens e óptica geométrica, relacione os conceitos aos estudos astronômicos. Utilize recursos visuais, como slides, vídeos e simulações interativas para tornar o conteúdo mais acessível e atrativo para os alunos.
- Destaque a importância da Óptica na Astronomia e como os princípios ópticos são aplicados no estudo dos corpos celestes. Explique como os telescópios funcionam e como são utilizados para observar objetos astronômicos distantes, como estrelas, planetas, galáxias e nebulosas.
- Ilustre os conceitos teóricos com exemplos práticos do cotidiano e da Astronomia. Por exemplo, mostre como a refração da luz ocorre em situações comuns, como a formação do arco-íris, e como é utilizada na análise da luz das estrelas para determinar sua composição química e temperatura.
- Faça uma breve introdução à história da Astronomia, destacando as principais descobertas e contribuições de cientistas ao longo do tempo. Isso pode ajudar os alunos a entenderem o contexto em que surgiram os conhecimentos sobre óptica e astronomia e a apreciarem a evolução do pensamento científico.
- Promova a interação com os alunos durante as apresentações, incentivando perguntas, discussões e reflexões sobre os temas abordados. Encoraje-os a fazer conexões entre os conceitos apresentados e suas próprias experiências e conhecimentos prévios.

Ao final desta etapa, os alunos devem ter adquirido uma compreensão básica dos princípios da óptica e sua relação com a astronomia, estando preparados para as atividades práticas que virão a seguir.

IV. Atividade prática

- Reserve um espaço para a apresentação dos painéis didáticos. Explique passo a passo os princípios por trás de cada experimento, destacando os conceitos fundamentais de Óptica e Astronomia envolvidos. Destaque a relevância desses experimentos para a compreensão de tecnologias modernas.

- Permita que os estudantes explorem os experimentos em cada painel. Eles devem ser encorajados a interagir com os materiais, fazer perguntas e observar os fenômenos físicos em ação.
- Realize demonstrações ao vivo dos experimentos dos dois painéis. Isso pode ajudá-los a entenderem melhor os conceitos por trás desses fenômenos e como a óptica é aplicada na prática.
- Divida os alunos em grupos e atribua a cada grupo a tarefa de realizar um dos experimentos dos painéis, sob supervisão do professor. Eles podem documentar suas observações, analisar os resultados e apresentá-los à classe posteriormente.
- Promova discussões em grupo sobre as descobertas e observações feitas durante a exploração dos painéis. Incentive-os a compartilharem suas experiências, tirarem dúvidas e fazerem conexões entre os experimentos e os conceitos teóricos discutidos em sala de aula.
- Desafie os estudantes a pensar em aplicações práticas dos conceitos de Óptica e Astronomia apresentados nos painéis. Eles podem discutir como esses conhecimentos são utilizados em tecnologias do dia a dia ou em pesquisas científicas avançadas.

V. Discussão da atividade prática;

- Após as atividades práticas, inicie uma discussão onde os discentes serão incentivados a compartilhar suas descobertas, discutir suas observações e refletir sobre como os experimentos estão relacionados aos conceitos teóricos.

VI. Finalização

- Ao final das atividades, conduza uma avaliação para verificar a compreensão dos estudantes sobre os conceitos abordados nos painéis. Para isso, aplique um pós-teste utilizando a plataforma Google Formulários, a sugestão para essa atividade encontra-se nos apêndices. Essa atividade avalia não apenas o conhecimento adquirido, mas também a percepção dos alunos sobre a fidelidade e aplicabilidade dos conceitos no contexto real.
- Ao implementar essa metodologia, os estudantes terão a oportunidade de vivenciar de forma prática os princípios da Óptica e da Astronomia, consolidando seu aprendizado de maneira interativa e significativa, desenvolvendo habilidades de investigação científica.

RECURSOS:

- Os recursos utilizados visam promover uma aprendizagem significativa e ativa, incentivando a participação e o envolvimento dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem. A diversidade deles permite abordar os diferentes estilos de aprendizagem dos estudantes, promovendo uma educação inclusiva e acessível a todos.
- Utilização da plataforma Google Formulários, Chromebook, acesso à internet e painéis didáticos.

AValiação:

A avaliação é um processo abrangente, por essa razão, contínua, processual e diagnóstica, considerando o desenvolvimento do estudante com relação à aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes tomando por base a participação e o desenvolvimento gradual e qualitativo das diversas atividades pedagógicas, abordando os seguintes critérios:

- Verificar a aprendizagem levando em conta o compromisso e a persistência do estudante;
- Observar o desempenho do estudante frente às propostas dadas;
- Averiguar a autonomia referente ao aprendizado adquirido em sala;
- Persistência em enfrentar desafios e superar dificuldades na assimilação dos conteúdos propostos;
- Organização do caderno (atividades em aula e tarefas);
- Engajamento nas discussões em sala de aula, levantamento de questionamentos pertinentes e contribuição para o debate de ideias.
- Envolvimento em atividades práticas, experimentos e dinâmicas propostas pelo professor.
- Observação do respeito aos combinados estabelecidos em sala de aula, incluindo o respeito aos colegas e ao professor.