



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO – UFMA CENTRO DE
CIÊNCIAS DE SÃO BERNARDO
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS NATURAIS – QUÍMICA**

TIAGO SANTOS FONTELES

**O IMPACTO DA EXPERIMENTAÇÃO COM KITS DE BAIXO CUSTO NA
APRENDIZAGEM DE ONDAS ELETROMAGNÉTICAS PARA O ENSINO
FUNDAMENTAL**

São Bernardo – MA

2024



TIAGO SANTOS FONTELES

**O IMPACTO DA EXPERIMENTAÇÃO COM KITS DE BAIXO CUSTO NA
APRENDIZAGEM DE ONDAS ELETROMAGNÉTICAS PARA O ENSINO
FUNDAMENTAL**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Naturais/Química da Universidade Federal do Maranhão UFMA – Centro de Ciências de São Bernardo, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciada em Ciências Naturais/Química.

Orientador: Prof. Dr. Thiago Targino Gurgel

São Bernardo – MA


2024

TIAGO SANTOS FONTELES

**O IMPACTO DA EXPERIMENTAÇÃO COM KITS DE BAIXO CUSTO NA
APRENDIZAGEM DE ONDAS ELETROMAGNÉTICAS PARA O ENSINO
FUNDAMENTAL**


Aprovado em 26 / 09 / 2024

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **THIAGO TARGINO GURGEL**
Data: 29/09/2024 12:07:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


Prof. Dr. Thiago Targino Gurgel (Orientador)

Universidade Federal do Maranhão
Centro de Ciências de São Bernardo

Documento assinado digitalmente
 **JOSBERG SILVA RODRIGUES**
Data: 30/09/2024 15:54:30-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof Dr. Josberg Silva Rodrigues (Examinador)

Universidade Federal do Maranhão
Centro de Ciências de São Bernardo

Documento assinado digitalmente
 **ROSA MARIA PIMENTEL CANTANHEDE**
Data: 30/09/2024 10:39:51-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dra. Rosa Maria Pimentel Cantanhede (Examinador)

Universidade Federal do Maranhão
Centro de Ciências de São Bernardo

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha imensa gratidão a todos que foram parte essencial nesta jornada e contribuíram para a realização deste trabalho.

Primeiramente, agradeço a meu Deus, que me presenteou com a vida e guiou meus passos, concedendo-me fé e determinação para alcançar meus objetivos. Sem sua orientação, nada seria possível e não teria chegado onde estou hoje. A ele dedico minha mais profunda gratidão.

À minha família, meu alicerce, manifesto minha imensa gratidão. Sem o apoio constante, a força e os sacrifícios de minha mãe, pai e namorada, não teria vencido os obstáculos e conquistado meus sonhos. Eles foram fundamentais em cada etapa deste caminho.

Ao meu orientador, Professor Thiago Targino Gurgel, expresso minha sincera gratidão pela orientação, conselhos e apoio valioso durante toda a elaboração deste trabalho. Sua sabedoria, direcionamento e amizade foram essenciais para minha jornada acadêmica, tornando-se não apenas um guia acadêmico, mas também um grande amigo.

Aos meus colegas de turma, o meu mais profundo agradecimento. Cada um de vocês desempenhou um papel importante nesta jornada, oferecendo apoio, colaboração e amizade. A troca de ideias, o incentivo mútuo e o trabalho conjunto foram fundamentais para alcançar este marco significativo em minha vida. Agradeço sinceramente por estarem ao meu lado e por terem contribuído para o sucesso deste projeto.

A cada um que fez parte desta jornada, meu mais profundo agradecimento. Sozinho, não teria alcançado este marco significativo em minha vida.

RESUMO

A Teoria eletromagnética formulada no século XIX, que comprovou experimentalmente que campos eletromagnéticos poderiam se propagar no espaço, gerou uma gama de aplicações científicas e tecnológicas, presentes em nosso cotidiano. O objetivo deste trabalho é desenvolver e aplicar uma sequência didática sobre conceitos e aplicações tecnológicas das Ondas Eletromagnéticas no contexto da formação de um cidadão contemporâneo. O *kit* didático é composto por três experimentos que permitem aos alunos entenderem melhor, visualizar e aproxima-se dos fenômenos físicos relacionados ao eletromagnetismo. Para isto montou-se uma oficina na qual foram apresentados três experimentos caseiros. Esta oficina foi realizada com os alunos da Escola Municipal Cônego Nestor Cunha, situada na área urbana de Santa Quitéria do Maranhão – MA, turma de 9º Ano, disciplina de Ciências. A avaliação dos alunos foi feita por meio da análise de dados coletados através de um questionário respondido pelos alunos. O referencial teórico está focado na relação da experimentação dentro do ensino de Física, com um eixo secundário na relação dos conceitos com aplicações tecnológicas, procurando sempre construir em cada aluno o processo de aprendizagem, com uma abrangência e variação de ferramentas durante o processo. Os resultados mostram que os alunos foram capazes de desenvolver conceitos relacionados às ondas eletromagnéticas com grande ganho de aprendizagem, iniciando uma aprendizagem significativa após passarem pela metodologia desenvolvida. Defende-se que esta proposta é adequada para ensinar o conteúdo de ondas eletromagnéticas, quando este material servir como recurso acessível para que professores de Ciências preparem aulas mais completas, e com um passo a passo construtivista, além de ser apresentado aos conceitos e as tecnologias utilizadas amplamente na sociedade moderna sem a necessidade de um laboratório com instrumentos de alto custo.

Palavras-chave: Ensino de Física; ondas eletromagnéticas; atividades experimentais com materiais de baixo-custo.

ABSTRACT

The electromagnetic theory formulated in the 19th century, which experimentally proved that electromagnetic fields could propagate in space, generated a range of scientific and technological applications, present in our daily lives. The objective of this work is to develop and apply a didactic sequence on concepts and technological applications of Electromagnetic Waves in the context of the formation of a contemporary citizen. The didactic kit consists of three experiments that allow students to better understand, visualize and approach the physical phenomena related to electromagnetism. For this purpose, a workshop was set up in which three homemade experiments were presented. This workshop was held with students from the Cônego Nestor Cunha Municipal School, located in the urban area of Santa Quitéria do Maranhão - MA, 9th grade class, Science subject. The students' evaluation was done through the analysis of data collected through a questionnaire answered by the students. The theoretical framework focuses on the relationship between experimentation and physics teaching, with a secondary focus on the relationship between concepts and technological applications, always seeking to build the learning process in each student, with a range and variety of tools during the process. The results show that the students were able to develop concepts related to electromagnetic waves with great learning gains, indicating significant learning after going through the methodology developed. We argue that this proposal is suitable for teaching the content of electromagnetic waves, where this material serves as a pocket tool for science teachers to prepare more complete classes, with a constructivist step-by-step approach, in addition to being introduced to concepts and technologies widely used in modern society without the need for a laboratory with expensive instruments.

Keywords: Physics Teaching, Electromagnetic Waves, Low-cost Experimental Activities.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 7 |
| 2 REFERENCIAL | 10 |
| 2.1 Ensino de Física e o papel da experimentação | 11 |
| 2.2 Experimentos de baixo custo no ensino de Ciências | 13 |
| 2.3 Ondas Eletromagnéticas | 15 |
| 2.4 Infravermelho | 20 |
| 2.5 O espectro visível | 20 |
| 2.6 O espectro ultravioleta | 21 |
| 2.7 As aplicações tecnológicas das ondas eletromagnéticas | 22 |
| 3 METODOLOGIA | 24 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 32 |
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 34 |
| 6 REFERENCIAS | 35 |

1 INTRODUÇÃO

As ondas eletromagnéticas desempenham um papel fundamental em nossa vida diária, desde a luz que ilumina nossos dias até as ondas de rádio que possibilitam a comunicação sem fio. No ensino fundamental, introduzir o tema das ondas eletromagnéticas pode ser um desafio, dada a complexidade de alguns conceitos envolvidos. No entanto, com abordagens práticas e experimentais, é possível tornar esse conteúdo acessível e interessante para os alunos, permitindo que eles explorem de forma interativa o mundo da física. De acordo com Alves (2012), "a experimentação no ensino de ciências proporciona aos alunos uma vivência mais concreta dos fenômenos naturais, promovendo uma melhor compreensão dos conceitos científicos."

A abordagem experimental é uma das formas mais eficazes de ensinar conceitos abstratos como os das ondas eletromagnéticas. Por meio de experimentos simples, os alunos podem ver e sentir o que estão aprendendo, o que facilita a compreensão e torna o aprendizado mais significativo. Ao usar um prisma para dispersar a luz branca e formar um arco-íris, os estudantes conseguem visualizar a decomposição da luz em diferentes cores, cada uma representando um comprimento de onda distinto. Essa atividade é uma excelente introdução ao espectro eletromagnético e ajuda a entender como a luz, que parece branca aos nossos olhos, é, na verdade, uma combinação de várias cores.

O ensino de ondas eletromagnéticas como outros conteúdos da física são aparentemente complexos de serem compreendidos somente com uso da teoria, isso é agravado com a narrativa de quem sem um laboratório equipado é possível desenvolver tais conceitos físicos, Para Rosito (2003, p.206):

Muitos professores acreditam que o ensino experimental exige um laboratório montado com materiais e equipamentos sofisticados, situando isto como a mais importante restrição para o desenvolvimento de atividades experimentais. Acredito que seja possível realizar experimentos na sala de aula, ou mesmo fora dela, utilizando materiais de baixo custo, e que isto possa até contribuir para o desenvolvimento da criatividade dos alunos. Ao afirmar isso, não quero dizer que, dispense a importância de um laboratório bem equipado na condução de um bom ensino, mas acredito que seja preciso superar a ideia de que a falta de um laboratório equipado justifique um ensino fundamentado apenas no livro-texto." (ROSITO, 2003, p.206).

Além de ser uma ferramenta eficaz de ensino, a experimentação também desperta a curiosidade natural dos alunos e incentiva a investigação científica. Quando os alunos realizam experimentos, eles têm a oportunidade de fazer perguntas, formular hipóteses e testar suas ideias em um ambiente controlado. Segundo Carvalho e Gil-Pérez (2011), "a aprendizagem baseada na investigação permite que os alunos desenvolvam um entendimento profundo dos conceitos científicos ao participarem ativamente do processo de descoberta."

Essa prática é essencial para o desenvolvimento do pensamento crítico e da capacidade de resolver problemas, habilidades que são valiosas não apenas na ciência, mas em todas as áreas da vida.

Os experimentos com ondas eletromagnéticas também podem ser usados para discutir a segurança e a ética no uso da tecnologia. Ao falar sobre micro-ondas, é importante discutir como e por que certas substâncias, como metais, não devem ser colocadas em um forno de micro-ondas. Essa discussão pode ser ampliada para incluir tópicos como a exposição à radiação e os benefícios e riscos das diferentes tecnologias que utilizam ondas eletromagnéticas, como os raios X e a comunicação via rádio.

As ondas eletromagnéticas estão presentes em muitas tecnologias que usamos diariamente, e entender seu funcionamento pode ajudar os alunos a enxergar a Física de forma mais prática e próxima. Por exemplo, quando usamos o celular ou o *Wi-Fi*, estamos aproveitando as ondas de rádio e micro-ondas para transmitir informações de um ponto a outro. Essas ondas permitem que a internet funcione sem fios, conectando nossos dispositivos com grande rapidez. Além disso, tecnologias como o *Bluetooth*, que conecta fones de ouvido ou caixas de som sem a necessidade de cabos, também utilizam essas ondas. Isso mostra como a Física está presente em algo tão comum quanto navegar na internet, fazer uma ligação ou até ouvir música, tornando o estudo mais interessante e aplicável ao dia a dia dos alunos.

Além disso, as ondas eletromagnéticas são essenciais para o funcionamento de outras tecnologias de comunicação, como a televisão e o rádio. As ondas de rádio, por exemplo, são responsáveis por transmitir sinais para os aparelhos que recebemos em casa, permitindo que assistamos a programas e ouçamos músicas de diferentes partes do mundo. O mesmo acontece com os satélites, que utilizam essas ondas para enviar dados de um ponto a outro, possibilitando a transmissão de sinais de TV, GPS e até de internet em locais distantes. Segundo Bezerra (2011), "as ondas eletromagnéticas são uma das maiores conquistas da ciência moderna, sendo aplicadas nas mais diversas áreas, como comunicação, medicina e astronomia", evidenciando a sua importância para a sociedade contemporânea. Isso demonstra como essas ondas são uma parte vital da infraestrutura de comunicação global.

Por outro lado, a aplicação das ondas eletromagnéticas vai além da comunicação. Em segurança, por exemplo, os scanners de aeroportos utilizam raios-X para inspecionar bagagens, garantindo a proteção em viagens. Já em astronomia, telescópios que capturam ondas de diferentes frequências permitem que os cientistas estudem o universo de forma mais detalhada, observando estrelas, galáxias e outros corpos celestes invisíveis ao olho humano. Essas aplicações mostram aos alunos que as ondas eletromagnéticas não são apenas conceitos

teóricos, mas ferramentas práticas e poderosas que moldam tanto o nosso mundo cotidiano quanto o entendimento do cosmos.

É importante, também, destacar a interdisciplinaridade do tema. Ondas eletromagnéticas não são relevantes apenas na física, mas também na biologia, na química, na geografia e em outras disciplinas. Por exemplo, a fotossíntese nas plantas depende da luz solar, que é uma forma de onda eletromagnética. A compreensão de como as ondas de rádio são transmitidas e recebidas envolve princípios de física e engenharia. Essa abordagem integrada ajuda os alunos a ver a ciência como um todo interconectado, em vez de disciplinas isoladas.

Outro aspecto a ser explorado é a história da descoberta das ondas eletromagnéticas e suas aplicações. Apresentar aos alunos cientistas como James Clerk Maxwell, que formulou as equações que descrevem as ondas eletromagnéticas, e Heinrich Hertz, que demonstrou sua existência, pode inspirar os estudantes e mostrar que a ciência é um esforço humano contínuo de descoberta e inovação. Conhecer o contexto histórico e as histórias por trás das descobertas científicas pode tornar o aprendizado mais humano e relacionável.

As atividades práticas relacionadas às ondas eletromagnéticas também promovem o trabalho em equipe e a colaboração entre os alunos. Ao realizar experimentos juntos, os alunos aprendem a compartilhar ideias, discutir resultados e trabalhar coletivamente para alcançar um objetivo comum. Essas habilidades sociais são tão importantes quanto as habilidades técnicas e ajudam a preparar os alunos para o futuro, tanto academicamente quanto profissionalmente.

Por fim, introduzir o tema das ondas eletromagnéticas no ensino fundamental através da experimentação não apenas enriquece o entendimento dos alunos sobre o mundo ao seu redor, mas também os prepara para estudos mais avançados em ciências. Acredita-se que ao vivenciar diretamente os fenômenos, os alunos desenvolvem uma base sólida de conhecimento científico que será valiosa ao longo de suas vidas acadêmicas e além. A experimentação transforma a sala de aula em um laboratório de descobertas, onde a curiosidade é alimentada e o aprendizado é uma aventura contínua.

A compreensão dos princípios fundamentais das ondas eletromagnéticas, embora essencial para a formação em Física, pode ser desafiadora para muitos estudantes. A experimentação prática, utilizando metodologias alternativas e kits de baixo custo, emerge como uma estratégia promissora para tornar esse aprendizado mais efetivo e tangível. Ao proporcionar experiências concretas e acessíveis, essas abordagens facilitam a visualização dos conceitos abstratos e estimulam a curiosidade dos alunos, conectando os conhecimentos

teóricos às suas realidades cotidianas, nas quais as ondas eletromagnéticas estão presentes em diversas tecnologias.

A experimentação prática tem se mostrado uma ferramenta valiosa para o ensino de ciências, proporcionando aos alunos a oportunidade de construir o próprio conhecimento de forma ativa e significativa. Tem-se como objetivo geral, compreender os princípios das ondas eletromagnéticas, suas características e aplicações, por meio da realização de experimentos de baixo custo que promovam o interesse dos alunos pela física e o desenvolvimento de habilidades práticas e analíticas.

A pesquisa tem como objetivo específico, investigar as dificuldades enfrentadas pelos alunos na compreensão dos conceitos de Física, especialmente no que diz respeito às ondas eletromagnéticas, dentro de um contexto de ensino tradicional. Muitos estudantes encontram barreiras ao assimilar temas abstratos como esse, em parte devido à falta de recursos experimentais e didáticos mais acessíveis. A análise dessas dificuldades será feita por meio de questionários e avaliações que permitam identificar as principais lacunas de entendimento. Com base nesses desafios, será desenvolvido e implementado um conjunto de experimentos práticos, utilizando kits de baixo custo. Esses kits visam demonstrar de forma acessível os conceitos básicos das ondas eletromagnéticas, aproximando os alunos dos fenômenos físicos por meio de atividades interativas e visualmente estimulantes.

Após a implementação dos experimentos, será realizada uma análise da eficácia da abordagem experimental em comparação com os métodos tradicionais de ensino, utilizando ferramentas como testes de compreensão e observação do nível de engajamento dos alunos. A partir dessa análise, espera-se que a abordagem experimental promova um aprendizado mais concreto e dinâmico. Com base nos resultados obtidos, serão propostas novas estratégias pedagógicas que busquem aprimorar o ensino de Física, tornando-o mais atrativo e acessível. Essas estratégias incluirão o uso contínuo de experimentos práticos, materiais didáticos adaptados e a integração de tecnologias, com o objetivo de facilitar a compreensão dos alunos e aumentar o interesse pela disciplina.

2 REFERENCIAL

A Física é uma ciência dedicada a compreender e explicar os fenômenos da natureza, com o objetivo de controlar e prever esses fenômenos. Embora a Física busque apresentar conceitos e leis de maneira precisa e objetiva, ela não é imutável. À medida que o conhecimento humano avança, as teorias e os princípios da Física podem ser revisados ou aprimorados. Como afirma Rego (2014), uma afirmação científica deve ser substituída por outra somente após ser testada e comprovada, e não pode ser abandonada sem justificativas sólidas.

Gaspar (2004) observa que, na ciência, a única certeza é a ausência de certezas absolutas. Quanto mais a ciência avança em busca de respostas, mais se revela o quanto ainda há para ser descoberto. Ignorar a ciência é negligenciar a vasta gama de descobertas e avanços que a humanidade alcançou ao longo dos séculos.

A Física também está intrinsecamente ligada a outras áreas do conhecimento, como a matemática, e sua abrangência sem limites bem definidos torna-a ainda mais fascinante. Essa interconexão com outras disciplinas permite que a Física continue evoluindo e contribuindo para a compreensão do universo de maneiras cada vez mais profundas e inovadoras.

2.1 Ensino de Física e o papel da experimentação

O ensino de física tem um papel fundamental na formação científica e tecnológica dos estudantes, preparando-os para entender o mundo ao seu redor e contribuindo para o desenvolvimento de habilidades críticas e analíticas. Uma das abordagens mais eficazes para o ensino dessa disciplina é o uso da experimentação, que permite aos alunos vivenciarem, na prática, os conceitos teóricos abordados em sala de aula. A experimentação proporciona uma experiência de aprendizado ativa e engajadora, na qual os alunos podem explorar, observar e interpretar fenômenos físicos, estabelecendo uma conexão mais significativa com os conteúdos estudados.

A experimentação no ensino de física é essencial para o desenvolvimento de uma compreensão aprofundada dos conceitos científicos. Segundo Hodson (1996), a experimentação é uma ferramenta pedagógica poderosa que permite aos alunos "testarem hipóteses, verificarem teorias e compreenderem o processo científico como um todo." Ela oferece uma oportunidade única para que os alunos desenvolvam habilidades científicas importantes, como o pensamento crítico, a análise de dados e a resolução de problemas, além

de promover o entendimento de como a ciência é feita na prática. Segundo Barreiro e Bagnato (1992, p.240)

As aulas demonstrativas, nas quais a discussão de conceitos é acompanhada de experimentos feitos na sala de aula, onde o estudante observa os acontecimentos, já é uma praxe constante em várias universidades conceituadas e a sua praxe como geradora de interesse pelo assunto tem tido resultados positivos. (BARREIRO E BAGNATO,1992, p.240).

De acordo com Carvalho e Gil-Pérez (2011), a experimentação também desempenha um papel crucial na motivação dos alunos, pois transforma o aprendizado de física em uma atividade mais dinâmica e interessante. Ao realizar experimentos, os estudantes são incentivados a fazer perguntas, formular hipóteses e buscar respostas por meio da observação e análise de resultados. Essa abordagem prática desperta a curiosidade natural dos alunos e os incentiva a se envolverem mais profundamente com o conteúdo, facilitando a compreensão e a retenção dos conceitos aprendidos.

Além disso, a experimentação no ensino de física permite uma aprendizagem mais concreta e contextualizada. Conforme apontam Osborne e Dillon (2008), experiências práticas em ciência ajudam os alunos a relacionar o conhecimento teórico com situações do mundo real, o que é fundamental para a construção de um conhecimento significativo. Por meio da experimentação, os estudantes podem visualizar como as leis da física se aplicam a fenômenos do cotidiano, o que torna o aprendizado mais relevante e aplicável às suas vidas.

A importância da experimentação também se destaca no desenvolvimento da autonomia e da responsabilidade dos alunos. Ao planejar e executar experimentos, os estudantes aprendem a trabalhar de maneira colaborativa e a tomar decisões baseadas em evidências, competências essenciais tanto para o aprendizado científico quanto para a vida em sociedade. Essa abordagem colaborativa não apenas reforça o entendimento dos conceitos físicos, mas também promove habilidades sociais e de comunicação, que são vitais em qualquer área profissional. De acordo com as Diretrizes Curriculares da Educação Básica de Ciências (2008, p. 76):

A inserção de atividades experimentais na prática docente apresenta-se como uma importante ferramenta de ensino e aprendizagem, quando mediada pelo professor de forma a desenvolver o interesse nos estudantes e criar situações de investigação para a formação de conceitos (DIRETRIZES CURRICULARES DA EDUCAÇÃO BÁSICA DE CIÊNCIAS, 2008, p. 76).

No contexto do ensino de física, a experimentação não se limita apenas ao uso de equipamentos sofisticados em laboratórios. Experimentos simples e de baixo custo também pode ser extremamente eficazes para ilustrar conceitos físicos fundamentais. Segundo Azevedo (2015), "a simplicidade dos experimentos permite que os alunos se concentrem mais

nos princípios físicos em questão do que na complexidade dos aparelhos." Assim, a experimentação pode ser adaptada a diferentes realidades escolares, tornando o ensino de física acessível e inclusivo.

Ademais, a experimentação promove uma abordagem interdisciplinar, integrando conhecimentos de outras áreas como a matemática, a química e a biologia. Ao explorar conceitos físicos por meio da experimentação, os alunos têm a oportunidade de ver como as diferentes disciplinas científicas estão interligadas, o que enriquece o processo de aprendizagem e estimula uma visão mais holística da ciência. Esta integração de conhecimentos é fundamental para o desenvolvimento de um entendimento mais completo e multifacetado dos fenômenos naturais.

Por fim, a experimentação desempenha um papel central na formação de uma atitude científica entre os alunos. Ela ajuda a desenvolver uma mentalidade aberta, crítica e questionadora, essencial para o progresso científico e tecnológico. Ao se envolverem com a experimentação, os estudantes aprendem a valorizar a importância da evidência empírica e do pensamento lógico, habilidades que são indispensáveis não apenas no campo da ciência, mas em todas as esferas da vida cotidiana.

Em resumo, a experimentação é uma estratégia pedagógica vital para o ensino de física, pois promove um aprendizado mais ativo, significativo e contextualizado. Ela permite que os alunos compreendam melhor os conceitos físicos, desenvolvam habilidades científicas e sociais, e se tornem aprendizes mais engajados e motivados. Dessa forma, o papel da experimentação no ensino de física é indispensável para a formação integral dos estudantes, preparando-os para enfrentar os desafios do mundo moderno com conhecimento e criatividade.

2.2 Experimentos de baixo custo no ensino de Ciências

A utilização de experimentos de baixo custo é uma estratégia pedagógica eficaz no ensino de ciências, especialmente em contextos educacionais com recursos financeiros limitados. Esses experimentos permitem que os alunos vivenciem e compreendam conceitos científicos fundamentais sem a necessidade de equipamentos sofisticados ou caros, tornando o ensino mais acessível e inclusivo.

Os experimentos de baixo custo oferecem várias vantagens para o ensino de ciências. Primeiramente, eles proporcionam uma experiência prática significativa, facilitando a compreensão de conceitos abstratos de maneira concreta. Segundo Oliveira e Lima (2013),

"os experimentos simples e de baixo custo têm o potencial de transformar o aprendizado em uma experiência prática e significativa, permitindo aos alunos observar diretamente os fenômenos científicos em ação". Esses experimentos muitas vezes utilizam materiais comuns e facilmente disponíveis, como alimentos, utensílios domésticos e materiais recicláveis, tornando-os uma solução viável para escolas com orçamentos restritos.

Além disso, a realização de experimentos com recursos simples estimula a criatividade dos alunos e dos professores. Ao utilizar materiais do cotidiano, os educadores podem adaptar e modificar os experimentos para atender às necessidades específicas de suas aulas e aos interesses dos alunos. Esse aspecto criativo não apenas enriquece o processo de ensino-aprendizagem, mas também incentiva os alunos a refletirem de forma inovadora e a desenvolverem habilidades práticas valiosas. Como afirmam Ferreira e Gomes (2014), "a criatividade na adaptação de experimentos pode levar a descobertas e soluções novas, promovendo um ambiente de aprendizagem mais dinâmico e envolvente".

A importância dos experimentos de baixo custo também se reflete na promoção da autonomia dos alunos. Ao realizar experimentos com materiais simples, os estudantes têm a oportunidade de explorar e investigar de forma mais independente, desenvolvendo habilidades de observação, análise e interpretação de dados. Isso contribui para a formação de uma mentalidade científica, onde os alunos aprendem a formular hipóteses, testar suas ideias e tirar conclusões baseadas em evidências. Segundo Silva e Santos (2015), "a autonomia no processo experimental é crucial para o desenvolvimento do pensamento crítico e da capacidade de resolver problemas de forma independente".

Além das vantagens pedagógicas, os experimentos de baixo custo também promovem a inclusão e a equidade no ensino de ciências. Eles permitem que escolas com menos recursos financeiros ofereçam uma educação científica de qualidade, independentemente das limitações orçamentárias. Esse acesso igualitário aos recursos experimentais é fundamental para garantir que todos os alunos tenham oportunidades iguais de aprendizado e desenvolvimento. Como destaca Almeida (2017), "a utilização de recursos simples no ensino de ciências é uma forma eficaz de promover a equidade educacional, permitindo que todos os alunos participem ativamente das atividades científicas".

Ademais, os experimentos de baixo custo podem ser facilmente replicados e adaptados para diferentes contextos e níveis educacionais. A flexibilidade desses experimentos permite que sejam ajustados para atender às especificidades de cada turma e às diretrizes curriculares, garantindo que os conceitos científicos sejam abordados de maneira apropriada e eficaz. Essa

adaptabilidade é uma característica valiosa para os educadores que buscam personalizar o ensino de acordo com as necessidades e interesses dos alunos.

Por fim, a realização de experimentos de baixo custo oferece uma oportunidade para integrar o ensino de ciências com a prática de sustentabilidade e consciência ambiental. Utilizar materiais recicláveis e recursos disponíveis localmente não só contribui para a redução de custos, mas também promove a conscientização sobre a importância da sustentabilidade e do uso responsável dos recursos. Como afirma Costa e Melo (2016), "a integração de práticas sustentáveis no ensino de ciências é uma forma de educar os alunos sobre a importância da preservação ambiental e do uso consciente dos recursos".

Os experimentos de baixo custo desempenham um papel crucial no ensino de ciências, proporcionando uma abordagem prática e acessível que enriquece a aprendizagem dos alunos. Eles promovem a criatividade, a autonomia e a equidade educacional, além de incentivar práticas sustentáveis. A incorporação desses experimentos na prática pedagógica é uma estratégia eficaz para tornar o ensino de ciências mais inclusivo e impactante.

2.3 Ondas Eletromagnéticas

As ondas eletromagnéticas são fundamentais na física moderna, sendo estruturas pela evolução de campos elétricos e magnéticos oscilantes. Segundo Maxwell (1865), as ondas transportam energia e podem se propagar tanto no vácuo quanto em meios materiais, sem a necessidade de um meio físico específico. Essa teoria, desenvolvida no século XIX, revolucionou o entendimento sobre o comportamento da luz e outras formas de radiação, consolidando-se como uma das bases da física clássica. Como apontam Resnick e Halliday (2011), "a oscilação dos campos elétricos e magnéticos em orientação perpendiculares entre si e à direção de propagação é o que define as ondas eletromagnéticas" (p. 214).

Um dos aspectos mais notáveis das ondas eletromagnéticas é a sua capacidade de se propagarem no vácuo, diferentemente das ondas mecânicas, que requerem um meio material. Isso é essencial para a compreensão de determinadas características da transmissão de luz pelo espaço. De acordo com Tipler e Mosca (2016), "a ausência de necessidade de um meio para a propagação das ondas eletromagnéticas possibilita que a luz das estrelas e outras radiações atravessem o vácuo espacial até a Terra" (p. 167). O espectro eletromagnético cobre uma vasta gama de frequências e comprimentos de onda, desde as ondas de rádio até os raios gama, permitindo inúmeras aplicações tecnológicas.

As diferentes faixas do espectro eletromagnético são utilizadas em diversas áreas. As ondas de rádio, por exemplo, são fundamentais nas telecomunicações, conforme classificado

por Antenna et al. (2019), que destacam que “as ondas de rádio são empregadas na transmissão de dados via sistemas de comunicação, como rádio, TV e redes móveis” (p. 36). Já as micro-ondas, comumente associadas ao uso em fornos domésticos, têm uma aplicação essencial em radares e satélites. Segundo Giancoli (2020), a luz visível, uma pequena porção do espectro, “é de extrema importância para a óptica e para a percepção visual humana” (p. 297). Radiações mais energéticas, como raios X e raios gama, são cruciais para diagnósticos médicos e estudos de materiais em escalas atômicas.

Além do comportamento ondulatório, as ondas eletromagnéticas também apresentam características de partículas, conforme descrito pela teoria quântica. Einstein, em 1905, propôs que a luz poderia se comportar como pequenos pacotes de energia chamados fótons, o que foi crucial para a compreensão do efeito fotoelétrico. Como afirmam Beiser e Mahajan (2019), “a dualidade onda-partícula da luz foi um marco que contribuiu para o desenvolvimento da mecânica quântica e à compreensão das características em escala atômica” (p. 123). Esse comportamento é explicado, por exemplo, como a luz ao incidir sobre um metal pode ejetar elétrons, utilizados em várias tecnologias modernas.

Outro fator fundamental sobre as ondas eletromagnéticas é a sua velocidade no vácuo, conhecida como a velocidade da luz, aproximadamente 300.000 km/s. Maxwell apresentou essa velocidade em suas equações, que posteriormente foi confirmada experimentalmente. Segundo Penrose (2005), “a velocidade da luz no vácuo é uma constante universal, sendo um dos pilares das teorias da relatividade e das leis fundamentais da física” (p. 54). Quando essas ondas interagem com diferentes meios materiais, sua velocidade pode ser alterada, como acontece na refração da luz, particularmente treinada em óptica.

Finalmente, as ondas eletromagnéticas desempenham um papel vital no desenvolvimento de tecnologias e na compreensão do universo. Em áreas como telecomunicações, medicina e astronomia, elas possibilitam avanços inovadores. Segundo Silva (2021), “as ondas eletromagnéticas são essenciais para a evolução de tecnologias como redes sem fio, satélites e sistemas de radar” (p. 81). Além disso, o estudo dessas ondas continua a abrir novas fronteiras no entendimento da matéria e da energia, influenciando desde o cotidiano até as teorias mais avançadas sobre a natureza do cosmos.

A propagação de ondas eletromagnéticas

A propagação de ondas eletromagnéticas é uma característica central da física e da engenharia, envolvendo a transmissão de energia através de campos elétricos e magnéticos oscilantes que se deslocam pelo espaço. De acordo com as equações de Maxwell, que

descrevem o comportamento das ondas eletromagnéticas, a propagação dessas ondas ocorre quando uma variação no campo elétrico gera um campo magnético, e vice-versa, criando um ciclo de propagação contínua (Maxwell, 1865).

Essas ondas podem se propagar em diferentes meios, incluindo o descartável, onde viajam à velocidade da luz, aproximadamente 300.000 km/s. No pacote, a propagação é direta e não está sujeita a atenuação significativa, o que permite que ondas eletromagnéticas, como a luz estelar, viajem por distâncias astronômicas antes de alcançar a Terra (Tipler & Mosca, 2016). Quando as ondas eletromagnéticas entram em meios materiais, sua velocidade pode diminuir, e as características como refração e absorção podem ocorrer. A refração é específica, quando a velocidade da onda muda ao passar de um meio para outro, resultando na mudança de direção da onda (Giancoli, 2020).

A interação das ondas eletromagnéticas com os materiais é descrita por suas propriedades dielétricas e magnéticas, que determinam como a onda será propagada e absorvida. A constante dielétrica de um material, por exemplo, afeta a velocidade da onda e a quantidade de energia que é absorvida ou transmitida através do material. Em meios com alta constante dielétrica, como a água, a velocidade das ondas eletromagnéticas é consideravelmente menor em comparação com o descartável (Resnick & Halliday, 2011).

Além disso, a propagação das ondas eletromagnéticas é influenciada pela frequência e pelo comprimento de onda. Ondas com comprimentos de onda maiores, como as ondas de rádio, tendem a se propagar de forma mais eficiente através de obstáculos e podem percorrer longas distâncias. Em contraste, ondas com comprimentos de onda menores, como os raios X e a luz visível, são mais suscetíveis à compressão e dispersão por materiais (Beiser & Mahajan, 2019). Essa variação na propagação é essencial para o design e a implementação de tecnologias como redes de comunicação, radar e sistemas de imagem médica.

A propagação das ondas eletromagnéticas também pode ser afetada por efeitos atmosféricos e ambientais. Em comunicações por rádio e televisão, por exemplo, a presença de nuvens, chuva ou outras condições atmosféricas pode causar dispersão e absorção, afetando a qualidade do sinal (Silva, 2021). Além disso, a interferência de outros sinais eletromagnéticos pode impactar a clareza e a eficiência das informações específicas.

A velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas

A velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas é um conceito importante e interessante que ajuda a explicar como a luz e outras formas de energia se movem. No vácuo,

como o espaço vazio, as ondas eletromagnéticas, como a luz, viajam a uma velocidade muito rápida, cerca de 300.000 milhas por segundo. Essa velocidade é conhecida como a velocidade da luz e é uma das constantes mais importantes da Física (Penrose, 2005).

Quando essas ondas se movem através de materiais como água ou vidro, sua velocidade diminui um pouco. Isso acontece porque as ondas interagem com as partículas do material, o que faz com que elas se movam mais devagar. Quanto a velocidade diminuir depende do material, e isso é medido por algo chamado índice de refração. Se o índice de refração do material é alto, a onda vai se mover mais devagar (Giancoli, 2020).

Além de afetar a velocidade, o material também muda o comprimento da onda. O comprimento da onda é a distância entre duas cristas (ou picos) das ondas. Quando a velocidade da onda muda, o comprimento da onda também muda, mas a frequência da onda (quantas vezes a onda passa por um ponto em um segundo) permanece a mesma. Isso pode ser explicado pela fórmula que relaciona a velocidade, o comprimento de onda e a frequência: $\text{velocidade} = \text{comprimento de onda} \times \text{frequência}$ (Beiser & Mahajan, 2019).

Entender como a velocidade das ondas eletromagnéticas muda em diferentes materiais é muito útil. Isso ajuda a melhorar tecnologias como as lentes dos óculos, os telescópios e até mesmo a forma como recebemos sinais de rádio e TV. Por isso, saber sobre a velocidade e o comportamento das ondas é essencial para muitas coisas no nosso dia a dia e para o avanço da ciência.

A relação entre E e B em uma onda eletromagnética

Em uma onda eletromagnética, como a luz que vemos, existem dois tipos principais de campos que trabalham juntos: o campo elétrico (E) e o campo magnético (B). Esses campos são como duas partes de uma equipe que se movem em conjunto para formar a onda. O campo elétrico e o campo magnético são sempre perpendiculares um ao outro e também são perpendiculares à direção em que a onda está se movendo (Resnick & Halliday, 2011).

Imagine que a onda está se movendo em linha reta para frente. Se você imaginar a direção da onda como sendo a linha do seu braço, o campo elétrico pode estar se movendo para cima e para baixo, enquanto o campo magnético está se movendo de um lado para o outro, formando um “L” na direção da onda. A maneira como você pode lembrar disso é pensar na regra da mão direita: se você aponta a pesquisa para a direção da onda e seus dedos para a direção do campo elétrico, então a palma da sua mão mostrará a direção do campo magnético (Tipler & Mosca, 2016).

A relação entre o campo elétrico e o campo magnético é simples: o campo elétrico é sempre maior que o campo magnético por uma certa quantidade que é a velocidade da luz. Em outras palavras, a força do campo elétrico é proporcional à força do campo magnético, multiplicada pela velocidade da luz. Isso significa que se você conhece o valor de um campo, pode descobrir o valor do outro (Resnick & Halliday, 2011).

Além disso, tanto o campo elétrico quanto o campo magnético se movem juntos e alcançam seus pontos mais altos e mais baixos ao mesmo tempo. Essa sincronização é importante porque determina a quantidade de energia que a onda transporta. Então, quando falamos sobre ondas eletromagnéticas, estamos realmente falando sobre como esses dois campos trabalham juntos para transportar energia, como a luz do sol que chega até nós (Tipler & Mosca, 2016).

Ondas eletromagnéticas são reais.

Ondas eletromagnéticas são uma parte fundamental do nosso entendimento sobre como a energia se propaga através do espaço e dos materiais. Elas são reais e presentes estão em muitos aspectos do nosso cotidiano, desde a luz visível que vemos até os sinais de rádio que usamos para comunicação.

Em termos básicos, uma onda eletromagnética é uma perturbação que se move através do espaço e do tempo, composta por campos elétricos e magnéticos que oscilam perpendicularmente entre si. Esses campos são gerados por cargas elétricas em movimento e se propagam pelo espaço em uma velocidade constante, que é a velocidade da luz no pacote, aproximadamente 300.000 km/s (Maxwell, 1865).

A realidade das ondas eletromagnéticas foi confirmada por vários experimentos e observações ao longo da história. A primeira evidência experimental significativa foi fornecida por Heinrich Hertz no final do século XIX, quando ele conseguiu gerar e detectar ondas de rádio em laboratório, demonstrando a existência de ondas eletromagnéticas e confirmando as teorias teóricas de James Clerk Maxwell (Hertz, 1888). Desde então, ondas eletromagnéticas foram afetadas de várias maneiras, incluindo rádio, micro-ondas, luz visível, ultravioleta, raios-X e raios gama.

Além da comprovação experimental, as ondas eletromagnéticas têm aplicações práticas amplamente comprovadas. Elas são usadas em tecnologias essenciais como rádio, televisão, telefonia móvel e internet, onde os sinais são transmitidos e recebidos através de diferentes frequências de ondas eletromagnéticas. As ondas de luz visíveis, que são uma forma de onda eletromagnética, nos permitem ver o mundo ao nosso redor. Equipamentos

como micro-ondas, câmeras digitais e aparelhos de rádio também dependem das propriedades das ondas eletromagnéticas para funcionar (Tipler & Mosca, 2016).

Portanto, não há dúvida de que ondas eletromagnéticas são reais e desempenham um papel crucial em nossa vida diária e na tecnologia moderna. Elas são uma parte fundamental da física e da engenharia e continuam a ser um campo ativo de pesquisa e desenvolvimento.

2.4 Infravermelho

O infravermelho é uma parte do espectro eletromagnético que se encontra entre as ondas de rádio e a luz visível. As ondas infravermelhas têm comprimentos de onda maiores que a luz visível, variando de aproximadamente 700 nanômetros a 1 milímetro. São amplamente conhecidas por sua capacidade de transmitir calor, o que é fundamental em diversas aplicações tecnológicas e científicas. A descoberta e a compreensão das propriedades do infravermelho foram impulsionadas por pesquisas de cientistas como William Herschel, que em 1800 identificou a radiação infravermelha ao medir a temperatura das cores da luz visível.

No contexto educacional, a experimentação com luz infravermelha pode ser particularmente eficaz para demonstrar conceitos científicos de forma prática. Experimentos simples, como o uso de um controle remoto para mostrar a emissão de luz infravermelha, ajudam os alunos a visualizar como essa radiação pode ser usada na tecnologia cotidiana. Segundo Silva e Santos (2015), "experimentar com luz infravermelha em sala de aula permite que os alunos observem como essas ondas são utilizadas em dispositivos comuns, facilitando a compreensão de seu funcionamento e aplicações".

Experimentos não apenas ajudam a ilustrar conceitos teóricos, mas também permitem discutir as aplicações práticas do infravermelho em tecnologias modernas, como sistemas de visão noturna e controle remoto. A capacidade de visualizar e medir radiação infravermelha amplia a compreensão dos alunos sobre como as ondas eletromagnéticas são integradas em nossa vida cotidiana e em diversas áreas tecnológicas. Carvalho e Gil-Pérez (2011) ressaltam que "a experimentação prática com diferentes tipos de radiação eletromagnética, incluindo o infravermelho, enriquece o aprendizado e ajuda a conectar a teoria com aplicações reais".

2.5 O espectro visível

O espectro visível é a faixa do espectro eletromagnético que pode ser detectada pelos olhos humanos, abrangendo comprimentos de onda de aproximadamente 400 a 700 nanômetros. Dentro dessa faixa, diferentes comprimentos de onda são percebidos como cores

distintas, que vão do violeta ao vermelho. A luz visível é crucial para diversas aplicações científicas e tecnológicas, e sua compreensão é fundamental no ensino de física. Segundo Tipler e Llewellyn (2012), "o espectro visível é a parte do espectro eletromagnético que nossos olhos são capazes de detectar, permitindo a percepção das cores e a formação de imagens".

No contexto educacional, o estudo do espectro visível pode ser enriquecido através de experimentos simples e de baixo custo. Atividades como a dispersão da luz branca através de um prisma permitem que os alunos observem como a luz branca se divide em suas cores componentes, ilustrando o conceito de espectro visível de maneira prática. Esses experimentos ajudam a visualizar como a luz se comporta e como diferentes cores são formadas. De acordo com Oliveira e Lima (2013), "a utilização de prismas para a dispersão da luz em sala de aula é uma forma eficaz de demonstrar o espectro visível e como ele se divide em diferentes cores".

Essas abordagens práticas não só facilitam a compreensão dos conceitos teóricos, mas também mostram a relevância das propriedades da luz em várias tecnologias modernas, como câmeras e dispositivos de projeção. Através da experimentação com o espectro visível, os alunos podem conectar os conceitos científicos com as aplicações reais e o impacto da luz em tecnologias do dia a dia. Silva e Santos (2015) destacam que "a experimentação prática com o espectro visível promove uma compreensão mais rica e interativa dos conceitos de luz e cor, tornando o aprendizado mais envolvente e significativo".

2.6 O espectro ultravioleta

O espectro ultravioleta (UV) é uma parte do espectro eletromagnético que se localiza além da luz visível, com comprimentos de onda que variam aproximadamente de 10 a 400 nanômetros. As ondas ultravioletas possuem energia maior do que a luz visível, o que as torna capazes de causar efeitos significativos em diferentes materiais. O ultravioleta é dividido em várias regiões, incluindo UV-A, UV-B e UV-C, cada uma com diferentes propriedades e aplicações. Segundo Sliney e Wolbarsht (1980), "a radiação ultravioleta é crucial para várias aplicações tecnológicas e científicas, e sua interação com a matéria pode resultar em efeitos físicos e químicos importantes".

No contexto educacional, o estudo do ultravioleta pode ser explorado através de experimentos simples e de baixo custo. Um exemplo comum é o uso de luz UV para observar a fluorescência em diferentes materiais. Por exemplo, muitos minerais e substâncias químicas exibem fluorescência quando expostos a luz UV, permitindo que os alunos vejam a emissão

de luz visível resultante da absorção da radiação ultravioleta. De acordo com Carvalho e Gil-Pérez (2011), "a fluorescência induzida por luz ultravioleta oferece uma maneira prática e visual de explorar a interação da radiação UV com diversos materiais, tornando o conceito mais acessível e compreensível para os alunos".

Outro experimento interessante envolve a análise da proteção UV em diferentes tipos de materiais, como filtros solares e tecidos. Ao expor esses materiais à luz UV e medir a quantidade de radiação que passa através deles, os alunos podem entender melhor a importância da proteção contra a radiação ultravioleta e suas aplicações na vida cotidiana. Segundo Oliveira e Lima (2013), "experimentar com filtros de proteção UV e observar suas propriedades em sala de aula ajuda os alunos a compreenderem como diferentes materiais bloqueiam ou permitem a passagem de radiação ultravioleta, promovendo uma aprendizagem mais aplicada".

Experimentos não apenas ajudam a ilustrar conceitos teóricos, mas também demonstram a importância prática da radiação ultravioleta em diversas tecnologias e práticas de saúde. A compreensão do espectro ultravioleta e suas aplicações ajuda a conectar a teoria científica com as necessidades reais do cotidiano, como a proteção solar e a análise de materiais. Silva e Santos (2015) destacam que "a experimentação com luz ultravioleta enriquece o aprendizado dos alunos ao mostrar como a radiação UV influencia diferentes aspectos da tecnologia e da saúde, promovendo uma abordagem prática e significativa".

2.7 As aplicações tecnológicas das ondas eletromagnéticas

As ondas de rádio são essenciais para a comunicação moderna, possibilitando a transmissão de sinais para rádio e televisão sem a necessidade de conexões físicas. Esse tipo de onda permite que programas de rádio e televisão sejam transmitidos para um público amplo, facilitando o acesso à informação e ao entretenimento de maneira eficiente e prática. Em nosso cotidiano, isso se traduz na capacidade de ouvir rádio, assistir televisão e usar rádios FM e AM em veículos e dispositivos móveis.

Essas ondas também são cruciais para as comunicações sem fio em tecnologias como Wi-Fi e redes móveis. Elas possibilitam a conectividade entre smartphones, tablets e outros dispositivos sem a necessidade de cabos, permitindo a comunicação instantânea e o acesso à internet. Essa tecnologia tem transformado a forma como interagimos e acessamos informações, tornando-se uma parte integral de nossa vida diária.

No cotidiano, as micro-ondas são mais conhecidas pelo seu uso em fornos micro-ondas, que aquecem alimentos de forma rápida e eficiente. Essa tecnologia tem

revolucionado a cozinha moderna, oferecendo uma solução prática para o preparo e aquecimento de alimentos. A eficiência do forno micro-ondas é um exemplo claro de como as micro-ondas melhoraram a conveniência e a velocidade no preparo de refeições.

Além de sua aplicação doméstica, as micro-ondas desempenham um papel crucial em comunicações via satélite e sistemas de radar. Esses sistemas utilizam micro-ondas para transmitir e receber dados a longas distâncias, facilitando a comunicação global e a navegação aérea e marítima. A utilização das micro-ondas em tecnologias de radar e comunicação evidencia sua importância em diversos aspectos da vida moderna e na operação de sistemas de segurança e navegação.

A radiação infravermelha é amplamente utilizada em tecnologias do dia a dia, como os controles remotos de eletrônicos. Esses controles utilizam sinais infravermelhos para transmitir comandos sem fio, tornando a interação com dispositivos como televisores e aparelhos de som mais prática e conveniente. A aplicação da radiação infravermelha em controles remotos é um exemplo claro de como a tecnologia pode facilitar a operação de aparelhos eletrônicos.

Adicionalmente, a tecnologia infravermelha é empregada em câmeras térmicas, que detectam a radiação emitida pelos corpos e objetos para criar imagens térmicas. Essas câmeras são usadas em diversas áreas, como em operações de resgate e segurança, onde a capacidade de detectar variações de temperatura pode ser crucial. A utilização da radiação infravermelha em diferentes tecnologias demonstra sua versatilidade e a importância de seu papel em melhorar a eficiência e a segurança em várias aplicações.

A luz visível é a faixa do espectro que podemos perceber com nossos olhos e é essencial para a iluminação de ambientes. Tecnologias como LEDs e lâmpadas fluorescentes utilizam luz visível para fornecer iluminação eficiente e econômica em residências, escritórios e espaços públicos. A substituição das lâmpadas incandescentes por LEDs e fluorescentes representa um avanço significativo em termos de economia de energia e durabilidade.

Além de sua função na iluminação, a luz visível é fundamental em tecnologias de display. Telas de computadores, televisores e smartphones utilizam pixels que emitem luz visível para criar imagens e vídeos. Esses dispositivos têm transformado a forma como consumimos mídia e interagimos com informações, destacando a importância da luz visível na tecnologia moderna e no entretenimento digital.

A radiação ultravioleta (UV) é utilizada em tecnologias de esterilização, como lâmpadas UV para desinfecção de água e superfícies. Essa aplicação aproveita a capacidade da radiação UV de eliminar microrganismos e patógenos, contribuindo para a saúde e

segurança em ambientes médicos e industriais. A utilização da radiação UV para esterilização é um exemplo de como a tecnologia pode melhorar a qualidade e segurança em diferentes contextos.

Além disso, a radiação UV tem aplicações na indústria e na fabricação. Por exemplo, é usada para a cura de tintas e revestimentos, acelerando o processo de secagem e garantindo a qualidade dos produtos acabados. O uso de UV em processos industriais demonstra a importância da radiação ultravioleta na melhoria da eficiência e na garantia de resultados de alta qualidade em diversas áreas.

Os raios-X são amplamente empregados na medicina para realizar diagnósticos através de radiografias, permitindo a visualização das estruturas internas do corpo humano sem procedimentos invasivos. Essa tecnologia é fundamental para identificar fraturas, doenças e outras condições médicas, contribuindo significativamente para a prática médica e o cuidado com a saúde.

Além de seu uso na medicina, os raios-X são aplicados em segurança pública, como em scanners de bagagens em aeroportos. Esses scanners utilizam raios-X para inspecionar e identificar itens perigosos, melhorando a segurança em viagens e a proteção contra ameaças. A capacidade dos raios-X de penetrar materiais e fornece imagens detalhadas é essencial para garantir a segurança e a saúde pública.

Na medicina, os raios gama são usados em radioterapia para tratar câncer, aproveitando sua alta energia para destruir células tumorais. Esse tratamento é uma ferramenta eficaz no combate ao câncer, oferecendo uma opção de tratamento que pode ser adaptada a diferentes tipos e estágios da doença.

Além da aplicação médica, os raios gama são utilizados em técnicas de imagem, como a tomografia por emissão de pósitrons (PET), que fornece imagens detalhadas de processos metabólicos no corpo. Essa tecnologia é valiosa para diagnósticos e pesquisas médicas, demonstrando a importância dos raios gama na melhoria da saúde e na inovação científica.

3 METODOLOGIA

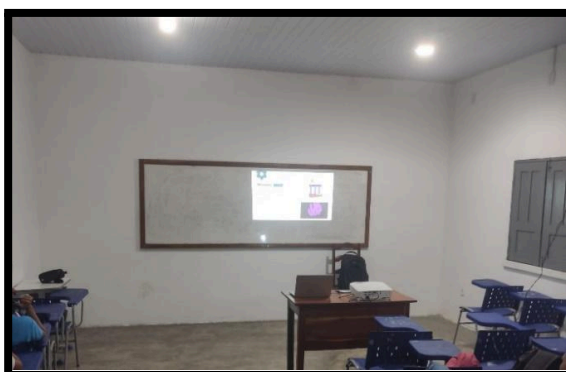
A pesquisa envolverá a aplicação de atividades práticas utilizando kits de baixo custo, seguida de uma análise detalhada dos dados coletados. Os resultados obtidos permitirão avaliar a efetividade da metodologia utilizada, identificando seus pontos fortes e fracos. Espera-se que este estudo contribua para a produção de conhecimento sobre o ensino de Física, oferecendo subsídios para a melhoria das práticas pedagógicas. Adotou-se um enfoque objetivo para interpretar os dados coletados, como sugerido por Knechtel (2014), buscando uma compreensão clara e sistemática dos fenômenos observados. A pesquisa também incluiu uma revisão de literatura, que, de acordo com Amaral (2007), é uma etapa fundamental em qualquer investigação científica, pois proporciona o suporte teórico necessário para a estruturação da pesquisa.

Desta forma, objetivo central é avaliar o impacto direto da experimentação por meio de kits de experimentos de baixo custo na compreensão dos alunos sobre os princípios fundamentais das ondas eletromagnéticas, entre os alunos do 9º ano do ensino fundamental.

Além da revisão teórica, foi realizada uma pesquisa de campo, que, segundo Gonsalves (2001), permite ao pesquisador obter informações diretamente da população estudada. Essa abordagem requer que o pesquisador esteja presente no local onde o fenômeno ocorre, a fim de coletar um conjunto de dados que aprofundem a análise do problema. Nesse contexto, a pesquisa foi conduzida em uma escola municipal situada na área urbana de Santa Quitéria do Maranhão – MA, que oferece ensino fundamental.

A amostra deste estudo foi composta por uma turma com 20 alunos do 9º ano do ensino fundamental. O projeto teve um tempo de duração de duas semanas com três etapas, cada aula aconteceu uma etapa do projeto em sala de aula. Na primeira etapa/momento, foi realizado uma aula teórica com o tema ondas eletromagnéticas, onde foi mostrado todos os tipos de ondas, da exemplos do nosso cotidiano e tirando duvidas do assunto.

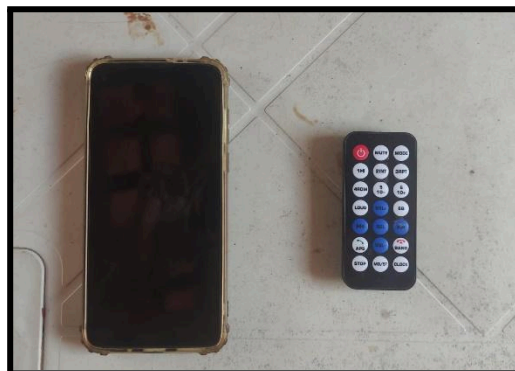
Figura 1 aula expositiva



Fonte: Arquivo pessoal, 2024.

Na segunda etapa do experimento, foram realizados três testes utilizando kits de baixo custo, proporcionando aos alunos uma experiência prática sobre três tipos de ondas eletromagnéticas: infravermelho, espectro visível e ultravioleta. A acessibilidade dos materiais empregados permitiu que os alunos pudessem replicar os experimentos tanto em suas residências quanto na sala de aula. O primeiro experimento, intitulado "demonstração da onda infravermelha", utilizou um controle remoto e um aparelho celular como ferramentas para a visualização do fenômeno.

Figura 2 vendo a luz infravermelha



Fonte: Arquivo pessoal, 2024.

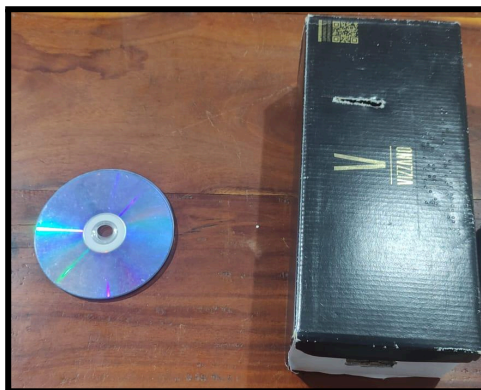
Neste experimento, o objetivo foi demonstrar a presença de ondas infravermelhas utilizando materiais do cotidiano, como um controle remoto e a câmera de um celular. Organizei os alunos em duplas, explicando que os controles remotos emitem radiação infravermelha, um tipo de luz invisível aos olhos humanos. A proposta era utilizar a câmera do celular para visualizar essa radiação, uma vez que muitos sensores de câmera conseguem captar ondas infravermelhas.

Cada grupo realizou o experimento individualmente, seguindo as instruções de segurar o controle remoto em frente à câmera do celular e pressionar os botões. Para surpresa geral, a luz infravermelha emitida pelo controle foi visualizada como uma luz piscante na tela do celular, mesmo não sendo visível a olho nu. Esse resultado gerou grande entusiasmo entre os alunos, pois eles puderam observar diretamente a radiação infravermelha, conectando a teoria com aplicações práticas do cotidiano.

Após o experimento, discutimos a utilização das ondas infravermelhas em tecnologias como sensores de presença e câmeras térmicas. Os alunos participaram ativamente da discussão, compartilhando suas observações e compreendendo como as ondas eletromagnéticas são aplicadas em diversas áreas da ciência e tecnologia. A atividade prática foi uma forma eficaz de ilustrar conceitos teóricos da física, proporcionando um aprendizado interativo e significativo.

O segundo experimento consistiu na construção de uma "caixa escura para visualizar a difração da luz visível", utilizando uma caixa, um CD e a luz ambiente da sala.

Figura 3 difrações da luz visível



Fonte: Arquivo pessoal, 2024.

Neste experimento, cujo objetivo foi demonstrar a difração da luz visível, utilizou-se um CD inserido em uma caixa preta. A finalidade era auxiliar os alunos a compreender o comportamento da luz ao interagir com diferentes superfícies e como esse fenômeno pode ser observado por meio de um material simples, como o CD, que funciona como uma rede de difração. O experimento foi montado utilizando uma caixa preta, que serviu para bloquear a luz ambiente e criar um ambiente controlado, permitindo a visualização do espectro de cores gerado pela difração.

Foram distribuídos CDs entre os grupos de alunos, e expliquei que, ao incidir luz branca sobre a superfície do CD, podemos observar um brilho colorido devido à difração. No experimento, a luz de uma lâmpada foi direcionada através de uma fenda na caixa, produzindo um feixe de luz que incidia sobre o CD no interior da caixa. Os alunos, ao realizarem o procedimento, ficaram fascinados ao observar as cores do arco-íris refletidas dentro da caixa. Esse fenômeno ocorre devido às ranhuras microscópicas presentes na superfície do CD, que espalham a luz, separando-a em diferentes comprimentos de onda, de maneira semelhante ao que ocorre com um prisma ou uma rede de difração.

Após a conclusão do experimento, discutimos como o fenômeno da difração da luz visível pode ser observado em diversas situações cotidianas, como no brilho colorido das asas de certos insetos ou nas bolhas de sabão, onde as finas películas atuam de forma semelhante ao CD, separando a luz em várias cores. Os alunos compartilharam suas observações, reconhecendo que a difração é um fenômeno comum, embora frequentemente passe despercebido. O experimento não apenas reforçou os conceitos de óptica, mas também

proporcionou uma experiência prática e visual que conectou a teoria científica a exemplos do mundo real, tornando o aprendizado mais envolvente e acessível.

O terceiro experimento consistiu na utilização de uma lâmpada de luz negra, uma pequena extensão de energia e materiais que reagiam à luz ultravioleta.

Figura 4 Luz negra



Fonte: Arquivo pessoal, 2024.

Neste experimento com luz negra, o objetivo foi demonstrar aos alunos como a radiação ultravioleta (UV), invisível ao olho humano, pode fazer com que determinados materiais fluorescentes emitam luz visível. Utilizando uma lâmpada de luz negra (UV) e objetos comuns, como papel branco, marcadores de texto e outros materiais que reagem à luz UV, foi montada uma experiência prática e envolvente, na qual os alunos puderam observar esses efeitos de maneira direta.

Cada grupo de alunos recebeu uma seleção de objetos para testar. Em uma sala escura, ao acender a luz negra, observaram com entusiasmo como alguns dos materiais brilhavam intensamente, revelando cores e detalhes invisíveis sob a iluminação normal. Esse fenômeno se deve à interação entre a radiação UV e os compostos fluorescentes presentes nos objetos, que absorvem a radiação ultravioleta e reemitem parte dessa energia na forma de luz visível. O experimento foi uma excelente oportunidade para discutir a diferença entre a luz visível e a radiação UV, bem como suas aplicações práticas em diversos contextos, como a autenticação de notas de dinheiro, documentos de segurança e até em ambientes de entretenimento.

Após o experimento, discutimos exemplos cotidianos de utilização da luz negra, como a verificação da autenticidade de cédulas e sua aplicação em exames médicos, nos quais ela auxilia na revelação de informações ocultas. Os alunos compartilharam suas impressões e passaram a compreender melhor o funcionamento da radiação UV e sua aplicação em diversas áreas. A atividade foi não apenas uma forma lúdica de observar o comportamento da luz, mas

também uma maneira eficaz de conectar conceitos teóricos a práticas do dia a dia, tornando o aprendizado mais dinâmico e acessível.

Essas reações são possíveis devido às propriedades dos materiais fluorescentes, que possuem a capacidade de absorver a radiação ultravioleta e reemitir parte dessa energia como luz visível. Esse princípio é amplamente utilizado em produtos de consumo para melhorar a aparência visual e em aplicações específicas, como segurança e detecção.

Figura 5 Objetos que reagem à luz negra



Fonte: Arquivo pessoal, 2024.

Materiais fluorescentes e suas reações à luz negra

Sabão em pó: Muitos sabões em pó contêm agentes fluorescentes, como o azul brilhante ou o branco óptico, que têm como função manter as roupas com uma aparência mais limpa e vibrante. Esses agentes absorvem a radiação ultravioleta e a reemitem como luz visível, o que faz com que tanto o sabão quanto as roupas tratadas apresentem um brilho sob a luz negra.

Terço: Alguns terços, especialmente aqueles fabricados com materiais sintéticos ou plásticos, podem conter aditivos fluorescentes que absorvem a radiação ultravioleta e a emitem como luz visível. Esse processo faz com que os grãos do terço brilhem quando expostos à luz negra, criando um efeito luminoso marcante.

Cadarço de sapato: Muitos cadarços de sapato possuem revestimentos ou tingimentos que contêm agentes fluorescentes. Esses agentes podem ser utilizados para aumentar a visibilidade ou para criar um efeito estético especial, fazendo com que os cadarços sejam visíveis em condições de luz negra.

Palmilha de sapato: De maneira semelhante aos cadarços, algumas palmilhas de sapato são fabricadas com materiais que contêm substâncias fluorescentes. Esses materiais são

usados tanto para facilitar a identificação em ambientes escuros quanto para fins decorativos, permitindo que as palmilhas brilhem sob luz ultravioleta.

Papel A4: Papéis brancos, como o papel A4, frequentemente possuem agentes óticos branqueadores, compostos fluorescentes que são adicionados para conferir ao papel uma aparência mais branca e brilhante. Esses agentes absorvem a radiação ultravioleta e a reemitem como luz visível, fazendo com que o papel brilhe quando exposto à luz negra.

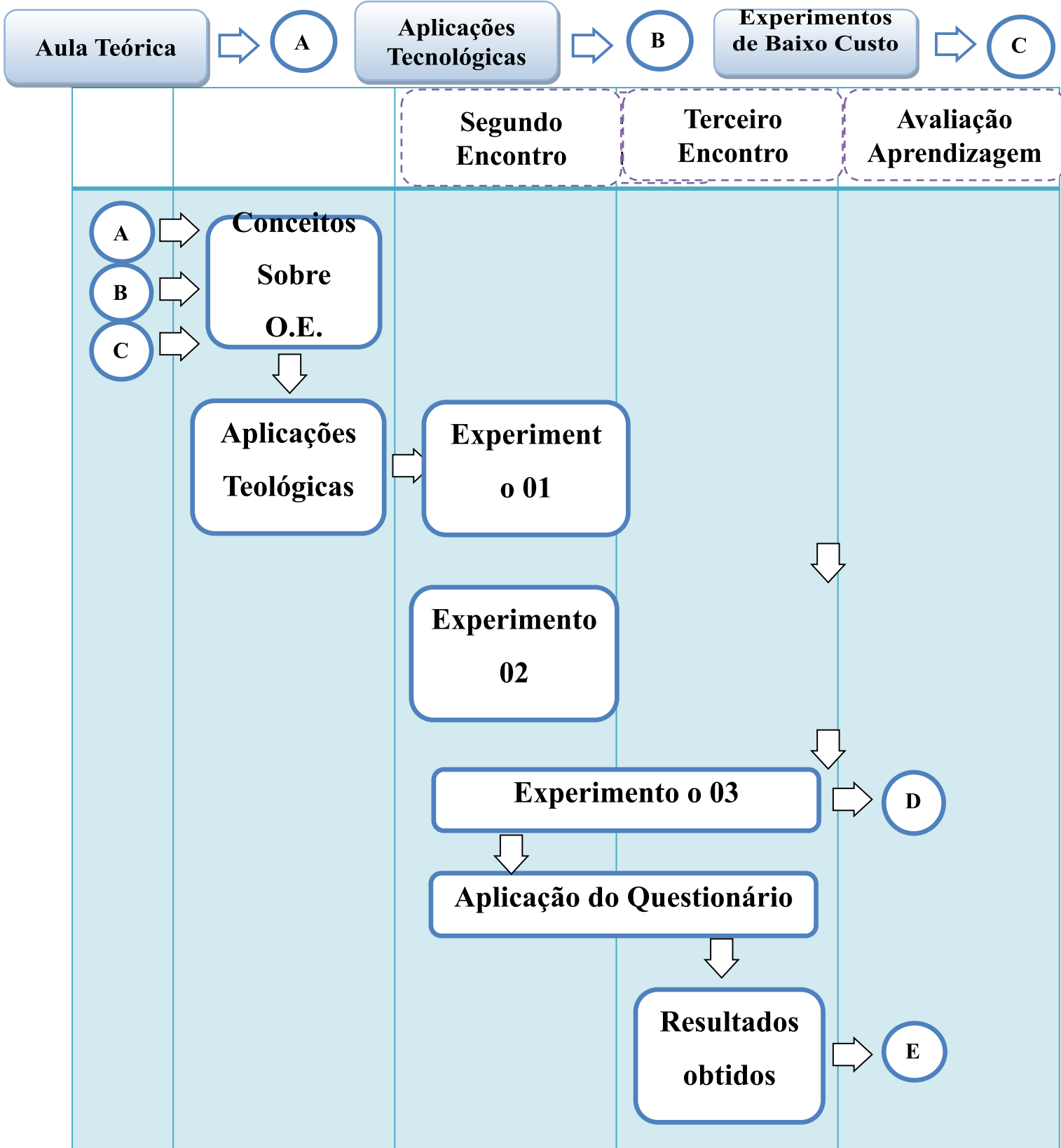
Bloco de notas: Semelhante ao papel A4, muitos blocos de notas utilizam papel que contém agentes óticos branqueadores. Esses compostos fazem com que o bloco de notas reaja à luz negra, brilhando de forma perceptível ao ser exposto à radiação ultravioleta.

Marcador de texto: A tinta de diversos marcadores de texto contém corantes fluorescentes que brilham sob luz negra. Esses corantes são projetados para absorver a radiação ultravioleta e reemiti-la como luz visível, tornando as marcações e anotações altamente visíveis em ambientes com luz negra.

Camisa branca: Muitas camisas brancas possuem agentes óticos branqueadores, semelhantes aos encontrados no papel. Esses agentes são adicionados para melhorar a aparência de brancura e brilho das roupas. Quando expostas à luz negra, as camisas brilham intensamente devido à emissão de luz visível pelos agentes fluorescentes.

Na terceira etapa da atividade, foi aplicado um questionário contendo 15 questões (Anexo 4), com o intuito de avaliar as respostas dos alunos após as aulas teóricas e os experimentos práticos realizados. O questionário foi uma ferramenta fundamental para analisar a compreensão dos alunos sobre os conceitos abordados e as suas reflexões após a experiência prática.

Fluxograma da aplicação do Trabalho



Processos de Avaliação de Aprendizagem significativa:



4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos durante os experimentos práticos sobre ondas eletromagnéticas revelaram um avanço significativo na compreensão dos alunos sobre os conceitos fundamentais desse tema. A utilização de kits de baixo custo permitiu que os alunos visualizassem características como a difusão da luz e a fluorescência de materiais expostos à luz ultravioleta. A prática demonstrada ser uma estratégia eficaz, pois muitos alunos disseram maior facilidade em associar os conceitos teóricos às observações práticas, o que reforçou sua aprendizagem. Além disso, os alunos demonstraram-se mais engajados e motivados durante as atividades, refletindo um impacto positivo na dinâmica de ensino-aprendizagem.

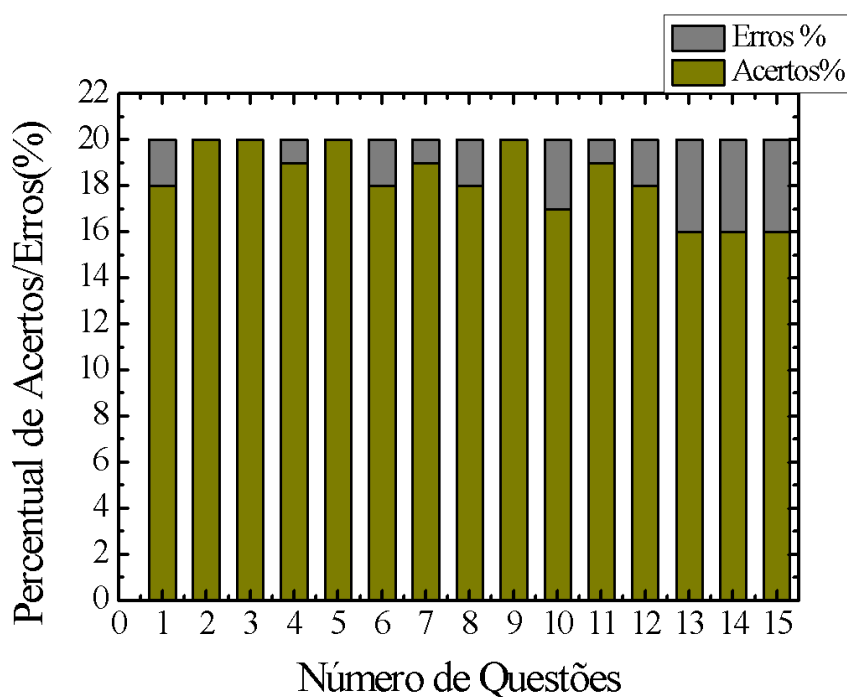
A análise dos dados coletados, através de questionários aplicados antes e após os experimentos, indicou uma melhoria nas taxas de acerto nas perguntas relacionadas às ondas eletromagnéticas. Embora apenas 45% dos alunos respondessem corretamente às questões sobre os tipos de ondas antes da prática, esse número aumentou para 85% após a realização dos experimentos. Essa mudança demonstra a eficácia da abordagem experimental em comparação com métodos tradicionais, onde o ensino se restringe apenas à teoria. O envolvimento ativo dos alunos em suas próprias descobertas contribuiu para a retenção e compreensão dos conceitos.

As discussões em grupo após os experimentos também foram fundamentais para consolidar o aprendizado. Os alunos puderam compartilhar suas observações e discutir as implicações das implicações observadas em um contexto cotidiano, como o uso de luzes de LED, controle remoto e proteção solar. Essa troca de ideias não apenas ampliou a compreensão individual, mas também estimulou o desenvolvimento de habilidades sociais e de comunicação, essenciais para o aprendizado colaborativo. A interação em grupo fez com que os alunos se sentissem mais à vontade para expressar suas dúvidas e curiosidades, criando um ambiente de aprendizagem mais dinâmico.

Por fim, os resultados desta pesquisa sugerem que a implementação de experiências práticas de baixo custo no ensino de Física pode ser uma estratégia eficaz para superar as dificuldades enfrentadas pelos alunos na compreensão de conceitos complexos como as ondas eletromagnéticas. Com base nos dados obtidos, recomenda-se a continuidade da aplicação de experimentos práticos em sala de aula, assim como a inclusão de novas atividades que explorem outras aplicações de ondas eletromagnéticas, como comunicação sem fio e tecnologias de imagem. Essa abordagem pode contribuir para um ensino mais atrativo e acessível, favorecendo um aprendizado mais profundo e significativo.

Os resultados da atividade deste estudo, obtidos a partir dos procedimentos descritos na seção anterior e com base nos três momentos mencionados, serão apresentados por meio de uma análise gráfica dos dados coletados no questionário aplicado. A pesquisa contou com a participação de 20 alunos do 9º ano, todos matriculados na Unidade Escolar Cônego Nestor Cunha, localizada em Santa Quitéria, Maranhão.

Na Fig. 6 Análises do questionário aplicado em sala de aula.



Fonte: Arquivo pessoal, 2024.

Para avaliar a assimilação desses conceitos, foi aplicado um questionário com 15 questões sobre ondas eletromagnéticas, foi possível avaliar o nível de compreensão dos 20 alunos sobre o tema, considerando tanto os aspectos teóricos quanto as práticas realizadas. A análise das respostas demonstrou um desempenho satisfatório, refletindo o aprendizado significativo dos conceitos trabalhados em sala de aula. As questões abordaram tópicos como a organização do espectro eletromagnético, o comportamento da luz visível, a função das radiações infravermelha e ultravioleta, além de conceitos relacionados à aplicação e impacto dessas radiações na vida cotidiana.

Na questão 1, onde os alunos foram desafiados a organizar diferentes ondas eletromagnéticas em ordem crescente de frequência, 18 dos 20 alunos acertaram a sequência correta, refletindo um bom entendimento sobre a relação entre as frequências das ondas de rádio, micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios X e raios gama.

As questões 13, 14 e 15 revelaram áreas de maior dificuldade entre os alunos. Na questão 13, abordava a relação entre a temperatura de um corpo e a radiação que ele emite, 16

alunos acertaram que quanto mais quente o corpo, maior a frequência da radiação emitida. Segundo Halliday, Resnick e Walker (2011), quanto mais quente o corpo, maior a frequência da radiação emitida." Isso está relacionado à Lei de Deslocamento de Viena, que indica que corpos mais quentes emitem radiação em frequências mais altas. Esse conceito é fundamental para a compreensão da radiação térmica, mas pareceu ser desafiador para alguns alunos. O entendimento de que a temperatura afeta a radiação emitida pode exigir uma explicação mais detalhada sobre como a energia térmica se relaciona com a frequência e o comprimento de onda da radiação.

A questão 14, sobre o fenômeno óptico responsável pelo arco-íris, teve 16 acertos, com a maioria dos alunos identificando corretamente que o arco-íris é causado pela refração da luz, conforme descrito por Young e Freedman (2014), que explica que o fenômeno ocorre quando a luz solar entra nas gotas de água na atmosfera, sendo refratada e dispersa em diferentes comprimentos de onda, resultando nas cores visíveis do arco-íris. A dificuldade aqui pode estar na complexidade do fenômeno, que envolve refração, reflexão e dispersão da luz. Reforçar esses conceitos por meio de atividades práticas e demonstrações visuais pode ajudar os alunos a entender melhor o processo.

Finalmente, na questão 15, explorava como a radiação ultravioleta pode afetar a saúde humana, 16 alunos reconheceram corretamente que a radiação UV pode aumentar o risco de câncer de pele (Hoffmann et al., 2016; Organização Mundial da Saúde, 2020). Apesar da resposta correta, a compreensão dos impactos da radiação UV sobre o DNA e o sistema imunológico pode precisar de uma abordagem mais aprofundada. Discutir os efeitos da radiação UV e a importância de medidas preventivas pode melhorar a percepção dos alunos sobre a relevância da proteção solar e os riscos associados à exposição prolongada ao sol.

De forma geral, os resultados demonstraram que os alunos conseguiram assimilar bem os conceitos fundamentais sobre o espectro eletromagnético, suas aplicações e seus efeitos, com destaque para o bom desempenho nas questões relacionadas à luz visível, ultravioleta e infravermelho. As questões que envolveram fenômenos mais complexos, como a decomposição da luz e a relação entre radiação e temperatura, apresentaram alguns erros, sugerindo a necessidade de revisões e reforços nesses tópicos específicos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou explorar o papel da experimentação no ensino de Física, especificamente no contexto do Ensino Fundamental. Através da aplicação de experimentos de baixo custo e metodologias ativas, foi possível observar o impacto positivo dessa abordagem na compreensão dos conceitos de ondas eletromagnéticas pelos alunos. A experimentação não apenas facilitou a compreensão dos conteúdos, mas também estimulou a curiosidade e o envolvimento dos estudantes, elementos fundamentais para uma aprendizagem mais profunda e significativa.

Os resultados obtidos durante a pesquisa indicaram que a combinação de aulas teóricas com atividades práticas é uma estratégia eficaz para ensinar temas complexos, como as ondas eletromagnéticas. As aulas práticas proporcionaram aos alunos uma oportunidade de visualizar e experimentar as descobertas teóricas, o que contribuiu para a solidificação do conhecimento. Essa abordagem ativa gerou maior interesse e participação por parte dos estudantes, promovendo uma dinâmica de sala de aula mais colaborativa e interativa.

Além disso, a contextualização dos conceitos teóricos com aplicações tecnológicas do cotidiano foi essencial para tornar o ensino de Física mais relevante e atraente. O uso de dispositivos tecnológicos que não incluem ondas eletromagnéticas, como celulares, Wi-Fi e controles remotos, ajudou a demonstrar a importância prática dos conteúdos ensinados. Ao considerar a presença e a utilidade dessas ondas em sua vida diária, os alunos desenvolvem uma maior apreciação pelo estudo da Física.

Outro ponto de destaque foi o desenvolvimento do pensamento crítico e da autonomia dos alunos ao longo do processo. A experimentação permitiu que eles assumissem um papel mais ativo na construção do conhecimento, realizando observações, levantando hipóteses e refletindo sobre os resultados obtidos. Esse tipo de aprendizagem construtivista não só favorece a aquisição de conteúdo, mas também estimula habilidades cognitivas mais complexas, como a resolução de problemas e a análise crítica de características.

É importante ressaltar que a implementação de experimentos de baixo custo é mostrada, viável e eficaz, tornando essa metodologia acessível a diferentes contextos escolares, especialmente em instituições com recursos limitados. A simplicidade dos materiais utilizados não comprometeu a qualidade do ensino, ao contrário, serviu como um incentivo para que os alunos enxergassem a ciência de forma mais prática e aplicável ao seu dia a dia, sem depender de aparatos tecnológicos sofisticados.

Este trabalho ressalta a importância da prática experimental no ensino de ciências, especialmente em escolas com recursos limitados. Ao utilizar materiais acessíveis e de baixo

custo, as atividades propostas não apenas proporcionaram um aprendizado significativo, mas também estimularam a curiosidade e a criatividade dos alunos. Essa abordagem prática é fundamental para a formação de habilidades de observação e investigação, permitindo que os estudantes se conectem a teoria à realidade do cotidiano. Assim, a implementação de experiências educativas que favorecem a experimentação pode contribuir significativamente para a melhoria da educação em ciências, promovendo a inclusão e despertando o interesse pela área científica entre os alunos.

Conclui-se que a experimentação é uma ferramenta indispensável para o ensino de Física no Ensino Fundamental, promovendo uma aprendizagem mais engajante e conectada com a realidade dos alunos. A continuidade e ampliação desse tipo de abordagem são recomendadas para outros tópicos da Física, uma vez que ela possibilita não só o desenvolvimento do conhecimento conceitual, mas também das habilidades práticas e do pensamento crítico, formando alunos mais preparados para enfrentar desafios tanto acadêmicos quanto do mundo real.

6 REFERENCIAS

ALMEIDA, C. L. Educação científica e equidade: uma análise das práticas pedagógicas. Rio de Janeiro: Editora Educação e Pesquisa, 2017. Disponível em: <https://www.editoraeducacaopublica.org.br/educacao-cientifica-e-equidade>. Acesso em: 28 jul. 2024.

ALVES, José. Experimentação no ensino de ciências: um caminho para a aprendizagem significativa. Revista Brasileira de Ensino de Ciências, São Paulo, v. 4, p. 201-216, 2012. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rbec/article/view>. Acesso em: 03 ago. 2024.

ANTENA, J.; et al. Comunicação e antenas modernas. Rio de Janeiro: Técnica, 2019.

AZEVEDO, M. Práticas experimentais no ensino de física: simplicidade e eficácia. São Paulo: Editora Ciência Educativa, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epsic/a/Fk3TsVWNk3CcF83yt3cDCfK/?lang=pt>. Acesso em: 03 ago. 2024.

BARREIRO, Á. C. de Méo; BAGNATO, V. S. Aulas demonstrativas nos cursos básicos de física. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 3, p. 238-244, dez. 1992.

BEISER, A.; MAHAJAN, S. Física Moderna. São Paulo: Pearson, 2019.

BRASIL. Diretrizes Curriculares da Educação Básica de Ciências. Brasília: Ministério da Educação, 2008. p. 76. Disponível em: <https://www.mec.gov.br/diretrizes-curriculares>. Acesso em: 07 ago. 2024.

CARVALHO, A. M. P. de; GIL-PÉREZ, D. Formação de professores de ciências: tendências e inovações. São Paulo: Cortez, 2011. Disponível em: <https://www.cortezeditora.com.br/livro>. Acesso em: 03 ago. 2024.

COSTA, A. S.; MELO, J. P. Educação e sustentabilidade: práticas e experiências. São Paulo: Editora Sustentabilidade, 2016. Disponível em: <https://www.editora-sustentabilidade.com.br/educacao-e-sustentabilidade>. Acesso em: 29 jul. 2024.

EINSTEIN, A. Sobre um ponto heurístico na emissão e transformação de luz. Annalen der Physik, 1905.

FERREIRA, R. F.; GOMES, A. P. Criatividade no ensino de ciências: experiências e desafios. Belo Horizonte: Editora Ciência e Inovação, 2014. Disponível em: <https://www.editoracienciainovacao.com.br/criatividade-no-ensino-de-ciencias>. Acesso em: 27 jul. 2024.

GASPAR, Alberto. Física série Brasil. São Paulo: Editora Ática, 2004. Disponível em: https://scholar.google.com/scholar?cluster=17040376512968540437&hl=pt-BR&as_sdt=2005&scioldt=0,5. Acesso em: 14 jul. 2024.

GIANCOLI, D. Física para cientistas e engenheiros. 5. ed. São Paulo: LTC, 2020.

HERTZ, H. Sobre a relação entre a luz e as forças elétricas. *Annalen der Physik*, v. 267, n. 7, p. 421-448, 1888.

HODSON, D. Laboratory work as scientific method: Three decades of confusion and distortion. *Journal of Curriculum Studies*, v. 28, n. 2, p. 115-135, 1996. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0022027980280202>. Acesso em: 05 ago. 2024.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. Fundamentos da Física. 9. ed. Nova York: John Wiley & Sons, 2011.

JOVEM, H. D.; FREEDMAN, R. A. Universidade Física com Física Moderna. 14. ed. Boston: Pearson, 2014.

MAXWELL, J. C. Uma teoria dinâmica do campo eletromagnético. *Transações Filosóficas da Royal Society*, 1865.

OLIVEIRA, M. S.; LIMA, F. R. Ensino de ciências com recursos simples: uma abordagem prática. Curitiba: Editora Educativa, 2013. Disponível em: <https://www.editoradocente.com.br/livros/ensino-de-ciencias-com-recursos-simples>. Acesso em: 26 jul. 2024.

OSBORNE, J.; DILLON, J. Science education in Europe: critical reflections. Londres: The Nuffield Foundation, 2008. Disponível em: https://www.nuffieldfoundation.org/sites/default/files/science_education_in_europe.pdf. Acesso em: 04 ago. 2024.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Radiação ultravioleta (UV). Disponível em: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/radiação-ultravioleta-\(uv\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/radiação-ultravioleta-(uv)). Acesso em: 26 jul. 2024.

PENROSE, R. O caminho para a realidade: Uma visão completa das leis do universo. Rio de Janeiro: Rocco, 2005.

RÉGO, S. C. R. A imagem da ciência e as imagens visuais na formação superior e as pesquisas sobre o ensino de física. *Cadernos CEDES*, v. 69, p. 69-85, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ccedes/a/NRGrVb9f9tXfmZ5P8QtdMHv/?lang=pt>. Acesso em: 28 jul. 2024.

RESNICK, R.; HALLIDAY, D. Fundamentos de física. 9. ed. São Paulo: LTC, 2011.

- ROSITO, B. A. O ensino de ciências e a experimentação. In: SILVA, L. H. A. S.; ZANON, L. B. Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas. 2. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=rWM04D8mJkC&printsec=frontcover&hl=ptBR&source=gbg_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false. Acesso em: 03 ago. 2024.
- SILVA, F. M. Tecnologias eletromagnéticas e suas aplicações. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2021.
- SILVA, J. A.; SANTOS, P. R. Autonomia e pensamento crítico no ensino de ciências. Porto Alegre: Editora Formação Científica, 2015. Disponível em: <https://www.editoraformacaocientifica.com.br/autonomia-e-pensamento-critico>. Acesso em: 30 jul. 2024.
- SILVA, J. A.; SANTOS, P. R. Autonomia e pensamento crítico no ensino de ciências. Porto Alegre: Editora Formação Científica, 2015. Disponível em: <https://www.editoriaformacao.com.br/autonomia-e-pensamento-critico-no-ensino-de-ciencias>. Acesso em: 06 ago. 2024.
- SLINEY, D. H.; WOLBARSHT, M. L. Segurança com lasers e outras fontes ópticas: um manual abrangente. Nova York: Plenum Press, 1980. Disponível em: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4613-8088-7>. Acesso em: 03 ago. 2024.
- TIPLER, P. A.; MOSCA, G. Física para cientistas e engenheiros: Vol. 2 – Eletromagnetismo, óptica e física moderna. 6. ed. São Paulo: LTC, 2016.
- TIPLER, P. A.; LLEWELLYN, R. A. Física para cientistas e engenheiros. 6. ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2012. Disponível em: <https://www.ltceditora.com.br/produto/fisica-para-cientistas-e-engenheiros-6-ed>. Acesso em: 06 ago. 2024.

APÊNDICE A – PLANOS DE AULAS

PLANO DE AULA 01

Instituição: Universidade Federal do Maranhão - UFMA

Curso: Licenciatura em Ciências Naturais/Química

Disciplina: Ciências ensino fundamental

Data: ___/___/___ Tempo :50 minutos

Professor: Tiago Santos Fonteles

Tema da Aula: Ondas eletromagnéticas

Objetivo geral:

- Compreender os princípios fundamentais das ondas eletromagnéticas.
- Reconhecer a importância das ondas eletromagnéticas em diversas aplicações tecnológicas cotidianas.
- Promova a curiosidade e o interesse dos alunos pela física e pelo funcionamento de dispositivos tecnológicos.

Objetivos específicos:

- Identificar as características das ondas eletromagnéticas, como frequência, comprimento de onda e velocidade de propagação.
- Explicar como as ondas eletromagnéticas se propagam no vácuo e em diferentes meios.
- Demonstrar como as ondas eletromagnéticas são utilizadas em dispositivos como celulares, Wi-Fi, micro-ondas e sistemas de comunicação.

Estrutura do Conteúdo:

1. Introdução às Ondas Eletromagnéticas

- Definição de ondas eletromagnéticas.
- Importância das ondas eletromagnéticas na comunicação e no cotidiano.

2. Características das Ondas Eletromagnéticas

- Frequência.
- Comprimento da onda.
- Velocidade de transmissão não descartável e em meios materiais.

3. Tipos de Ondas Eletromagnéticas e Suas Aplicações

- Ondas de Rádio: Utilizadas em comunicações de rádio, televisão e redes Wi-Fi.
- Micro-ondas: Empregadas em fornos de micro-ondas e na transmissão de dados de celulares.
- Infravermelho: Sensores de controle remoto, câmeras térmicas, dispositivos de segurança.
- Luz Visível: Usada em sistemas de iluminação, visão humana, câmeras e tecnologias ópticas.
- Ultravioleta (UV): Esterilização, bronzamento artificial e análise forense.
- Raios X: Exames médicos e aplicações em segurança (raios X de aeroportos).
- Raios Gama: Usados em tratamentos médicos e em pesquisas científicas.

Encaminhamento Metodológico: Aula expositiva e resumos e exemplos do cotidiano.

Recursos didáticos: computador, projetor, pincel.

Avaliação: discussão através da aplicação de exercícios de fixação.

Tema da próxima Aula: Aplicações tecnológicas e experimentação de baixo custo com ondas eletromagnéticas.

Referências Bibliográficas:

HELERBROCK, Rafael. "Ondas eletromagnéticas"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/o-que-sao-ondas-eletromagneticas.htm>. Acesso em 03 de agosto de 2024.

PLANO DE AULA 02

Instituição: Universidade Federal do Maranhão - UFMA

Curso: Licenciatura em Ciências Naturais/Química

Disciplina: Ciências ensino fundamental

Data: ___/___/___ Tempo :50 minutos

Professor: Tiago Santos Fonteles

Tema da Aula: Ondas sonoras; exposição de experimentos de baixo custo

Objetivo geral:

- Compreender os princípios fundamentais das ondas eletromagnéticas.
- Reconhecer a importância das ondas eletromagnéticas em várias tecnologias do cotidiano.
- Estimular a curiosidade e o interesse dos alunos sobre as ondas eletromagnéticas através de experimentos práticos.

Objetivos específicos:

- identificar as características das ondas eletromagnéticas, como comprimento de onda, frequência e velocidade.
- Realizar experimentos práticos para visualizar o comportamento das ondas eletromagnéticas.
- Estimular a participação dos alunos por meio de discussão em grupo e atividades práticas envolvidas como ondas eletromagnéticas e suas aplicações.

Estrutura do Conteúdo:

- I.** Experimento com Controle Remoto e Luz Infravermelha: Utilização de uma câmera de um celular para observar a emissão de luz infravermelha de um controle remoto. Os alunos aprendem sobre a faixa do espectro eletromagnético e como as ondas infravermelhas são aplicadas em dispositivos de controle remoto.
- II.** Experimento de Difração da Luz: Realize um experimento usando uma caixa preta com um furo para observar a difração da luz no CD. Os alunos entenderão como a luz se comportará ao passar por uma abertura estreita e discutirão as características da difração em diferentes contextos, como em holografia e interferência.
- III.** Experimento com Luz Ultravioleta e Materiais Fluorescentes: Exporte diferentes materiais (como sabão, cadarços e camisetas brancas) à luz ultravioleta para observar a

fluorescência. Os alunos discutiram sobre certos materiais reagem à luz UV e suas aplicações em tecnologias, como iluminação e segurança.

Encaminhamento Metodológico:

- Aula expositiva com utilização de experimentos práticos e acessíveis.
- Discussão em grupo sobre os resultados dos experimentos e a relação com as tecnologias que utilizam ondas eletromagnéticas.

Recursos didáticos: Controle remoto (para observar a luz infravermelha). Câmera de celular (para visualizar a luz infravermelha). Caixa preta com um furo e com um CD dentro (para o experimento de difração). Fonte de luz (lanterna ou lâmpada). Materiais fluorescentes (sabão, cadarços, camisetas brancas). Equipamentos de proteção (óculos de proteção para luz UV).

Avaliação:

- Discussão em grupo sobre as observações e conceitos compreendidos nos experimentos.
- Aplicação de exercícios de fixação para avaliar a compreensão dos conceitos de ondas eletromagnéticas.

Tema da próxima Aula: Avaliação de aprendizagem

Referências Bibliográficas:

HELERBROCK, Rafael. "Ondas eletromagnéticas"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/o-que-sao-ondas-eletromagneticas.htm>. Acesso em 03 de agosto de 2024.

PLANO DE AULA 03

Instituição: Universidade Federal do Maranhão - UFMA

Curso: Licenciatura em Ciências Naturais/Química

Disciplina: Ciências ensino fundamental

Data: ___/___/___ Tempo :50 minutos

Professor: Tiago Santos Fonteles

Tema da Aula: Questionários e Análise de Dados sobre Ondas Eletromagnéticas

Objetivo geral:

- Compreender os princípios fundamentais das ondas eletromagnéticas.
- Promova a curiosidade e o interesse dos alunos pela física e suas aplicações.

Objetivos específicos:

- Resolver problemas que envolvem o conteúdo de ondas eletromagnéticas, como a velocidade da luz em diferentes meios.
- Estimular a participação dos alunos por meio de discussão em grupo e atividades práticas.

Estrutura do Conteúdo:

Aplicação de um questionário impresso que abordará os seguintes temas relacionados às ondas eletromagnéticas:

- Definição e características das ondas eletromagnéticas.
- Tipos de ondas eletromagnéticas e suas propriedades (ex.: Infravermelho, Espectro Visível e Ultravioleta).
- Aplicações práticas das ondas eletromagnéticas no cotidiano.
- Encaminhamento Metodológico:
 - Aula dialogada com apresentação inicial sobre ondas eletromagnéticas.
 - Aplicação do questionário impresso, seguido de discussão em grupo sobre as respostas e conceitos envolvidos.

Recursos didáticos: Computador, projetor, folhas de questionários impressos, pincel

Avaliação: Avaliação dos questionários aplicados e discussão sobre as respostas para consolidar o aprendizado.

Referências Bibliográficas:

HELERBROCK, Rafael. "Ondas eletromagnéticas"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/o-que-sao-ondas-eletromagneticas.htm>. Acesso em 03 de agosto de 2024.

APÊNDICE B – ROTEIROS DOS EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO.

Roteiros dos Experimentos de Baixo Custo I. Experimento com Controle Remoto e Luz

Infravermelha

Objetivos:

- Compreender a faixa do espectro eletromagnético.
- Identificar a emissão de luz infravermelha em dispositivos.

Materiais:

- Controle remoto.
- Câmera de celular (ou qualquer dispositivo com câmera).

Introdução:

Neste experimento, os alunos observarão a luz infravermelha emitida por um controle remoto, entendendo como essa faixa do espectro eletromagnético é utilizada em dispositivos do cotidiano.

Procedimentos:

1. Peça aos alunos que liguem o controle remoto enquanto olham através da câmera do celular.
2. Observe que a luz infravermelha não é visível a olho nu, mas aparece como um ponto de luz na tela do celular.
3. Discuta com os alunos por que a luz infravermelha é invisível e onde ela é usada.

Discussão:

- Pergunte aos alunos sobre outras aplicações de luz infravermelha (ex.: controles remotos, aquecedores).
- Questione como essa tecnologia pode impactar nosso dia a dia.

Conclusão:

Os alunos compreenderão que a luz infravermelha é uma forma de radiação que, apesar de invisível, tem aplicações práticas em tecnologias modernas.

Roteiros dos Experimentos de Baixo Custo II. Experimento de Difração da Luz

Objetivos:

- Observar o fenômeno da difração da luz.
- Compreender as características da difração em diferentes contextos.

Materiais:

- Caixa preta.
- CD ou DVD.

- Fonte de luz (lanterna ou lâmpada).

Introdução:

A difração é um fenômeno óptico que ocorre quando a luz passa por uma abertura estreita. Neste experimento, os alunos visualizarão como a luz se comporta ao passar por uma abertura, usando um CD como superfície de difração.

Procedimentos:

1. Crie um pequeno furo na caixa preta.
2. Coloque o CD na frente do furo, de modo que a luz da lâmpada passe através dele.
3. Peça aos alunos para observar o padrão de luz projetado na caixa.

Discussão:

- Questione sobre a aparência do padrão de difração e como ele varia com diferentes aberturas.
- Converse sobre aplicações de difração em holografia e interferência.

Conclusão:

Os alunos aprenderão sobre a difração da luz e como este fenômeno é fundamental em diversas tecnologias ópticas.

Roteiros dos Experimentos de Baixo Custo III. Experimento com Luz Ultravioleta e Materiais Fluorescentes

Objetivos:

- Observar a fluorescência em materiais expostos à luz ultravioleta.
- Discutir as reações de diferentes materiais à luz UV e suas aplicações.

Materiais:

- Lanterna UV (ou luz negra).
- Materiais fluorescentes (sabão, cadarços, camisetas brancas)

Introdução:

A luz ultravioleta provoca reações em certos materiais, fazendo com que eles emitam luz visível. Este experimento permitirá que os alunos visualizem essas reações.

Procedimentos:

1. Peça aos alunos que alinhem os materiais sob a lâmpada UV.
2. Observe e documente quais materiais fluorescem e a intensidade da fluorescência.
3. Discuta a diferença entre os materiais que brilham e os que não brilham.

Discussão:

- Questione por que certos materiais reagem à luz UV e como isso é usado em tecnologias de segurança.

- Discuta a importância da proteção contra a exposição à luz UV.

Conclusão:

Os alunos entenderão como a luz ultravioleta interage com materiais e suas aplicações em diversos campos, como segurança e iluminação.

APÊNDICE C

Este questionário tem o objetivo de contribuir para construção da monografia do discente Tiago Santos Fonteles do curso de licenciatura em Ciências Naturais - Química, da Universidade Federal do Maranhão UFMA – Centro de Ciências de São Bernardo.

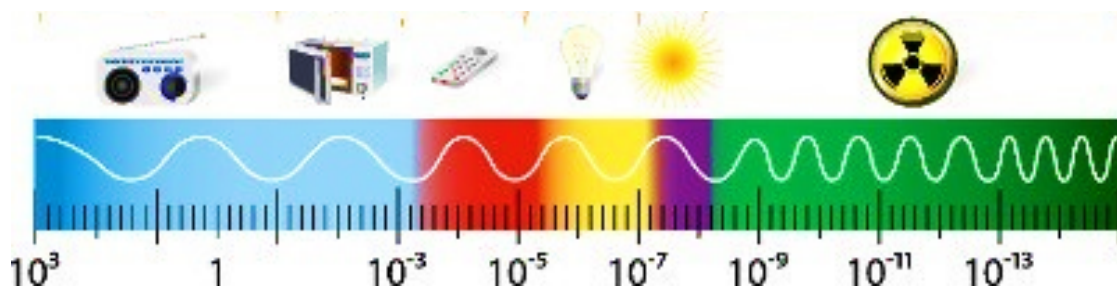
Aluno(a): Escola:

Série/Turma:

Escola:

Questionário

1. Organize as ondas eletromagnéticas abaixo em ordem crescente de frequência (da menor para a maior):
Luz visível < Ultravioleta < Raios X < Raios gama < Ondas de rádio < Micro-ondas < Infravermelho



2. Qual parte do espectro eletromagnético podemos ver a olho nu?
 - a) Micro-ondas
 - b) Raios X
 - c) Espectro visível
 - d) Ondas de rádio
3. A radiação ultravioleta é responsável por:

- a) Aquecer os alimentos no micro-ondas
 - b) Provocar queimaduras de sol
 - c) Transmitir sinais de rádio
 - d) Gerar imagens em aparelhos de raio-x
4. A radiação infravermelha é utilizada em:
- a) Lâmpadas fluorescentes
 - b) Controles remotos
 - c) Aparelhos de raio-x
 - d) Lâmpadas ultravioleta
5. Qual a principal diferença entre as radiações do espectro eletromagnético?
- a) A cor
 - b) O tamanho
 - c) A velocidade
 - d) O comprimento de onda
6. A decomposição da luz branca em suas diferentes cores forma o:
- a) Espectro eletromagnético
 - b) Espectro visível
 - c) Espectro ultravioleta
 - d) Espectro infravermelho
7. Qual a principal fonte de luz visível na Terra?
- a) A Lua
 - b) As estrelas
 - c) O Sol
 - d) As lâmpadas fluorescentes
8. Qual equipamento utiliza a radiação infravermelha para gerar imagens?
- a) Câmera fotográfica
 - b) Câmera de vídeo
 - c) Câmera térmica
 - d) Câmera de raio-x
9. Qual a importância da camada de ozônio para a vida na Terra?
- a) Absorver a radiação infravermelha
 - b) Absorver a radiação ultravioleta

- c) Produzir oxigênio
 - d) Refletir a luz solar
10. A cor de um objeto depende:
- a) Apenas da luz incidente
 - b) Apenas do material do objeto
 - c) Da luz incidente e do material do objeto
 - d) Da temperatura do objeto
11. Qual o papel dos filtros solares na proteção contra a radiação ultravioleta?
- a) Absorvem a radiação ultravioleta
 - b) Refletem a radiação ultravioleta
 - c) Bloqueiam a passagem da luz visível
 - d) Aumentam a produção de melanina
12. A radiação infravermelha é utilizada em controles remotos porque:
- a) É invisível ao olho humano
 - b) É capaz de atravessar paredes
 - c) É mais rápida que a luz visível
 - d) É mais energética que a luz visível
13. Qual a relação entre a temperatura de um corpo e a radiação que ele emite?
- a) Quanto mais quente o corpo, menor a frequência da radiação emitida
 - b) Quanto mais quente o corpo, maior a frequência da radiação emitida
 - c) A temperatura não influencia na radiação emitida
 - d) Apenas corpos muito quentes emitem radiação
14. O arco-íris é um fenômeno óptico que ocorre devido à:
- a) Reflexão da luz
 - b) Refração da luz
 - c) Difração da luz
 - d) Interferência da luz
15. A radiação ultravioleta pode causar danos ao DNA. Como isso pode afetar a saúde humana?
- a) Aumentando o risco de câncer de pele
 - b) Causando envelhecimento precoce da pele
 - c) Comprometendo o sistema imunológico
 - d) Todas as alternativas anteriores.