



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA E TECNOLOGIA
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

**APLICAÇÃO DE EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO
NUMA ESCOLA DE EDUCAÇÃO BÁSICA: SOLUÇÕES FÍSICAS
PARA PROBLEMAS AMBIENTAIS.**

Deyse Luana Azevedo da Silva

Surubim-PE

2023



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA E TECNOLOGIA
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

**APLICAÇÃO DE EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO
NUMA ESCOLA DE EDUCAÇÃO BÁSICA: SOLUÇÕES FÍSICAS
PARA PROBLEMAS AMBIENTAIS.**

Deyse Luana Azevedo da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Educação a Distância e Tecnologia, como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciada em Física.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Flávia Portela Santos

Surubim-PE

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S586a Silva, Deyse Luana Azevedo da
Aplicação de experimentos de baixo custo numa escola de educação básica: soluções físicas para problemas ambientais
/ Deyse Luana Azevedo da Silva. - 2023.
17 f. : il.
- Orientadora: Flavia portela Santos.
Inclui referências.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Licenciatura em Física, Recife, 2023.
1. ensino de fisica . 2. meio ambiente. 3. física experimental . I. Santos, Flavia portela , orient. II. Título

CDD 530

Deyse Luana Azevedo da Silva

**APLICAÇÃO DE EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO
NUMA ESCOLA DE EDUCAÇÃO BÁSICA: SOLUÇÕES FÍSICAS
PARA PROBLEMAS AMBIENTAIS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Educação a Distância e Tecnologia, como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciada em Física.

Aprovado em 28 de dezembro de 2023

BANCA EXAMINADORA

Presidente: Prof^ª. Dr^ª. Flavia Portela Santos - UFRPE

1º Examinadora: Prof^ª. Dr^ª. Ana Paula Teixeira Bruno Silva - UFRPE

2º Examinadora: Prof^ª. Ma. Denize Luisa Schio de Araújo - UFPE

AGRADECIMENTOS

A Deus por conceder-me cada dia do meu existir e proporcionar-me a realização de um sonho.
Aos meus pais por sempre acreditarem na minha capacidade e apoio nessa jornada.

À minha irmã, Maria Elizângela da Silva Xavier Duarte, por todo incentivo e sempre acreditar em mim.

Aos professores que fizeram parte do percurso dessa graduação, em especial à professora Ana Paula Teixeira Bruno Silva, que desde o início foi uma grande inspiração, que contribuiu para o meu aprendizado.

À minha orientadora, professora Flávia Portela Santos, por toda paciência do mundo e auxílio na construção desse trabalho, que sem ela não seria o mesmo, expresso a minha sincera admiração e gratidão por embarcar nesse grande desafio.

Aos demais membros do curso de Licenciatura em Física da UFRPE, da modalidade a distância, em especial ao apoio discente Marcela Farias por sempre ter-me orientado nos processos ocorridos do curso e ter ajudado neles.

Agradeço também às minhas colegas de curso, em especial Amanda Mikaele Marques Pereira Marques, Eliane Maria da Silva e Lilian Mirele Melo do Nascimento, por todos os momentos compartilhados nessa jornada.

Por fim, agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para essa formação.

Esses são os meus sinceros agradecimentos, por tudo e por todos, enfim pela realização de um sonho.

APLICAÇÃO DE EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO NUMA ESCOLA DE EDUCAÇÃO BÁSICA: Soluções Físicas para problemas ambientais.

Deyse Luana Azevedo da Silva
Autora do Trabalho de Conclusão de Curso
Licenciatura em Física UAEADTec
Universidade Federal Rural de Pernambuco/UFRPE
lazevedo2009@gmail.com

Flávia Portela Santos
Orientadora do Trabalho de Conclusão de Curso
Licenciatura em Física UAEADTec
Universidade Federal Rural de Pernambuco/UFRPE
flavia.portela@ufrpe.br

RESUMO

O ensino de Física ainda precisa ser melhorado no que diz respeito à aplicação de diferentes métodos de ensino e na disponibilidade de materiais didáticos voltados à aplicação da ciência no cotidiano. Esses fatores poderiam proporcionar a facilidade de compreensão dos conteúdos e promover maior interesse dos estudantes da educação básica. Isso, porém, requer um trabalho árduo e contínuo, uma vez que é um grande desafio para o professor romper a barreira de uma visão caótica que foi rotulada à disciplina. É possível o entendimento dos conteúdos desta ciência se a execução das aulas for além dos cálculos matemáticos, pois existem vários fenômenos naturais envolvidos no cotidiano que podem ser explorados no processo de aprendizagem. A Física, sendo trabalhada com praticidade, envolvendo o meio ambiente, por exemplo, fornece um vasto conhecimento aplicado. Através de vivências compartilhadas e estimulantes, essa junção possibilita uma visão de mundo crítica, com intervenções para a diminuição dos impactos ambientais. Os conceitos físicos extraídos das temáticas ambientais “poluição do ar”, “poluição da água” e “poluição do solo” foram algumas problemáticas estudadas neste trabalho. Procedendo nessa perceptiva, o estudo tem como objetivo proporcionar e relacionar o ensino de Física com questões ambientais, sendo assim uma proposta metodológica para ser utilizada pelo professor na sala de aula. O trabalho detalha a construção de maquetes com utilização de materiais de baixo custo e recicláveis, utilizando a Física experimental como soluções para problemas ambientais, e relata a vivência da aplicação desta prática em uma turma de 3º ano do ensino médio.

Palavras-Chave: Ensino de Física; meio ambiente; física experimental.

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Física existente nos dias atuais ainda busca melhoria para a interação dos alunos e a gostarem dos conteúdos complexos presente na disciplina. As sequências didáticas regidas por atividades baseadas em exercícios propostos tornar as aulas monótonas. A Física ensinada na escola não tem impulsionado o ensino para a cidadania, e sim para a testagem (Moreira, 2018). A aplicação de listas com problemas práticos com questões focadas em matemática para a memorização de fórmulas, torna as aulas cansativas, desanimadoras e dificulta a construção de conhecimento. É também observado, que alguns docentes encaram essa ciência como uma disciplina difícil de ser ensinada. Esta concepção também é um fator que contribui com o desinteresse e a dificuldade de aprendizagem dos conteúdos por parte dos estudantes (Antonowiski *et al.*, 2017).

Uma vez que a Física inclui várias áreas de conhecimento que estão relacionadas ao cotidiano do aluno, as situações envolvidas podem ser utilizadas como fatores que contribuem para um ensino produtivo. Dessa forma, atende-se a habilidade EM13CNT101 da BNCC.

Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas. (BRASIL, 2018)

A educação é a base para a construção de uma sociedade, o que significa que as escolas desempenham um papel crucial o fornecimento aos alunos de conteúdo, que incorporam à vida cotidiana e facilitam na articulação entre conhecimento e situações concretas e reais.

O ensino de Física aplicado nas vivências dos alunos favorece o envolvimento das questões referentes ao meio ambiente nas atividades realizadas na sala de aula. As mudanças climáticas, por exemplo, podem ser explicadas com base nos princípios físicos, permitindo que os estudantes, além de desenvolverem uma consciência ambiental, adquiram maior gosto pela ciência. A aproximação entre os conteúdos ministrados na escola e o cotidiano dos alunos é muito importante, inclusive sendo esses os temas mais importantes a serem selecionados para as aulas segundo Dias (2004). A partir disso, no decorrer das atividades, as temáticas

ambientais devem ser propostas aos alunos, levando em consideração os conhecimentos prévios e articulando, quando possível, ao conhecimento científico.

Apesar da importância do papel da Física para o entendimento de diversas questões relacionadas à temática ambiental, ainda são escassos os estudos que tratam dessa articulação no seu campo do ensino (Silva *et al.*, 2015). Os conteúdos da Física favorecem a prática da junção da ciência com as questões ambientais. No entanto, são poucas as experiências que os alunos adquiririam nesse cenário, pois a falta de recursos didáticos deixa de promover esta articulação, ou seja, a compreensão dos conteúdos relacionados ao meio ambiente. Existem diversos recursos didáticos que podem ser utilizados para o processo de ensino e aprendizagem, desde os mais simples aos elaborados e tecnológicos, basta o professor se informar e adequar a essas ferramentas com a realidade dos seus alunos.

O investimento nos professores é um dos fatores primordiais para a melhoria no ensino da Física, mas algumas vezes as condições de trabalho os impedem de proporcionar um bom aprendizado, pela falta de recursos didáticos oferecidos em algumas instituições contendo ampla contextualização. Esta melhoria pode contribuir para a diminuição do distanciamento entre o formalismo escolar e o cotidiano dos alunos. É preciso pensar em como trabalhar os conteúdos dos dando uma atenção às metodologias ativas de ensino e abordando a Física de modo a despertar curiosidade e o pensamento investigativo dos alunos. Os recursos didáticos irão auxiliar o professor nessa construção de forma mais completa, possibilitando-o atingir o ensino no sentido trazido por Libâneo (2013) “[...] Ensinar não é apenas transmitir informações, mas também saber organizar as atividades dos alunos”.

Diante de toda a dificuldade em compreender os conteúdos de Física, inserir um recurso didático diversifica a construção do conhecimento, como sugere Souza (2007):

Utilizar recursos didáticos no processo de ensino-aprendizagem é importante para que o aluno assimile o conteúdo trabalhado, desenvolvendo sua criatividade, coordenação motora e habilidade de manusear objetos diversos que poderão ser utilizados pelo professor na aplicação de suas aulas (Souza, 2007, p.112-113).

A utilização de recursos didáticos facilita na compreensão dos assuntos abordados pelo professor, por trata-se de uma ferramenta que proporciona o desenvolvimento dos conteúdos para transmissão de informação de modo interativo. Um exemplo de recurso didático excelente para a assimilação da teoria com a prática é a experimentação.

Galiazzi (2001) aponta que as práticas experimentais agem como recurso potencial no desenvolvimento do conhecimento conceitual, uma vez que consistem na associação da teoria com a prática e na construção de um pensamento crítico. A implementação de atividades experimentais na sala de aula facilita a compreensão dos conteúdos de Física, contribuindo de forma positiva no processo da construção de conhecimento dos alunos, promovendo o dinamismo e a interação entre eles. De acordo com Souza (2013, p. 10):

Com o uso de experimentos as aulas podem tornar-se diferenciadas e atraentes, dando a elas um processo mais dinâmico e prazeroso. A utilização de experimentos e a observação direta de objetos e fenômenos naturais são indispensáveis para a formação científica em todos os níveis de ensino. As aulas práticas bem planejadas ajudam muito a compreensão da produção do conhecimento em ciências, o professor deve buscar alternativas para aplicação desses experimentos quando na maioria das escolas públicas não possui laboratório adequado, onde o professor deve realizar os experimentos dentro da sala de aula.

Portanto, o docente, ao realizar aulas experimentais, deve mostrar ao estudante propostas voltadas para situações cotidianas que são explicadas cientificamente pela teoria de um determinado assunto. Desta forma, é possível uma contextualização do conhecimento adquirido.

A aplicação de experimentos é um processo que apresenta vários desafios, pois requer tempo para preparação, mas isso é compensado no despertar da curiosidade dos alunos a participarem da construção do seu próprio conhecimento, além da promoção de benefícios para o convívio escolar, tornando alunos interativos, em busca de entender os conceitos Físicos. Assim, como afirma Araújo e Abib (2003, p. 177):

A análise do papel das atividades experimentais desenvolvida amplamente nas últimas décadas revela que há uma variedade significativa de possibilidades e tendências de uso dessa estratégia de ensino de Física, de modo que essas atividades podem ser concebidas desde situações que focalizam a mera verificação de leis e teorias, até situações que privilegiam as condições para os alunos refletirem e reverem suas ideias a respeito dos fenômenos e conceitos abordados, podendo assim atingir um nível de aprendizado que lhes permita efetuar uma reestruturação de seus modelos explicativos dos fenômenos.

Com a realização de atividades experimentais, os alunos não apenas compreendem a teoria, mas também participam do processo de construção do conhecimento, o que exige aos participantes a execução das atividades e que as pratiquem em grupo, promovendo a divisão de tarefas, o cumprimento de regras e de procedimentos necessários para preparar o

experimento. Desse modo, é possível verificar se os diversos conhecimentos adquiridos ao longo do desenvolvimento educacional de um aluno são colocados em prática para atingir um determinado resultado.

Alguns trabalhos que correlacionam o ensino de Física ao meio ambiente buscam esta junção para propiciar uma melhor compreensão dos conteúdos e de modo mais ativo. No estudo realizado por Maia (2021), os conteúdos de Física são relacionados com as mudanças climáticas, enfatizando as dificuldades dos alunos em estabelecerem relações da teoria apresentada na sala de aula com o ambiente em que vivem. São utilizados, neste estudo, caracteres interdisciplinares, pois a educação ambiental está relacionada a várias áreas do conhecimento.

A educação ambiental articulada ao ensino da Física é uma proposta contemporânea, voltada para a formação do estudante no exercício pleno da cidadania, onde busca mostrar a ligação dos processos físicos com a vida diária. No trabalho intitulado, “Física x meio ambiente: a importância da física nos fenômenos relacionados ao meio ambiente”, Fogaça (2013) traz o desenvolvimento dessa percepção com apresentação dos conceitos envolvidos em simples experimentos como forma de demonstração e ilustração dos fenômenos, com a intenção de desenvolver o raciocínio científico, o interesse pelas ciências e principalmente desenvolver uma consciência ambiental.

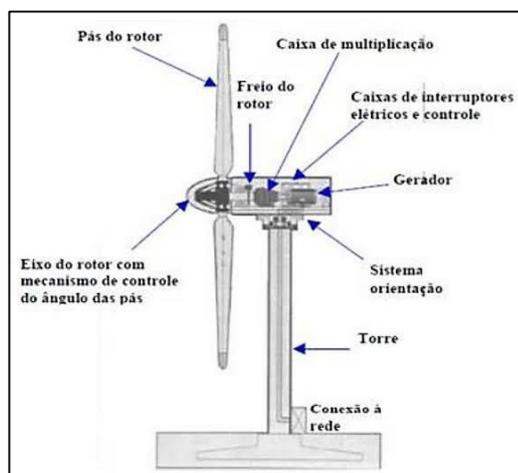
Outro estudo de aplicação dos conceitos físicos às questões socioambientais é trazido por Silva e Carvalho (2002). Neste trabalho é realizado um debate sobre como a população enxerga os benefícios da produção de energia elétrica e a dificuldade de reconhecimento dos diversos impactos ambientais causados pelo uso dessa energia. Discussões como esta podem ser bastante eficazes no contexto escolar.

Nessa perspectiva, este trabalho propõe a articulação entre os conceitos da Física e algumas questões ambientais, visando demonstrar como a ciência pode contribuir para o desenvolvimento da sociedade e preservação do meio ambiente. Para a investigação foi realizada uma intervenção em uma escola da educação básica, apresentando três maquetes, que representam situações cotidianas da sociedade com problemas ambientais, como poluição e sustentabilidade. Neste contexto foram apresentados experimentos de Física para solucionar os problemas propostos. As soluções envolvem os temas de Energia Eólica, como fonte renovável de energia, o fenômeno da Eletrofloculação e o uso do Motor a Vapor.

1.1 A Energia Eólica

A Energia Eólica é uma energia gerada por meio dos ventos, os quais movimentam as hélices e transformam a energia cinética em energia elétrica. O processo de extração é realizado principalmente graças ao rotor (que transforma a energia cinética em energia mecânica de rotação) e ao gerador (que transforma a energia mecânica em elétrica). O movimento das pás de um rotor é transferido para uma caixa de carga, que armazena a energia elétrica gerada. Na Figura 1 a seguir, são apresentados os componentes de uma turbina eólica

Figura 1. Componentes de uma turbina eólica.



Fonte: MACEDO (2002).

Como destaque de funcionamento das partes mostradas no esquema da Figura 1, temos:

- a) **Eixo do rotor** é a parte frontal da turbina na qual são conectadas as pás (geralmente três) e o cubo (peça que une as pás), para obter a energia mecânica dos ventos, através da rotação e assim transmitir através do eixo central que, por sua vez, mantém contato com a caixa de transmissão;
- b) **Pás do rotor** são perfis aerodinâmicos projetados de forma a garantir a melhor obtenção da energia do vento e responsáveis por captar a energia cinética (movimento) dos ventos e transferi-la para o rotor da turbina;
- c) **Freio do rotor** é utilizado como um sistema auxiliar para parar a turbina em condições adversas de operação;

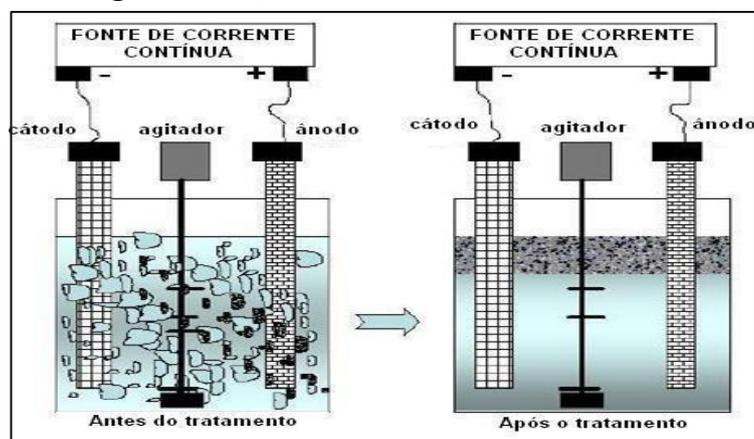
- d) **Caixa de multiplicação** é onde acontece o aumento da velocidade que vem do rotor, para uma velocidade na qual o gerador possa operar;
- e) **Caixas de interruptores elétricos** conecta o eixo de baixa velocidade com o eixo de alta velocidade e aumenta a velocidade rotacional;
- f) **Controle** é utilizado para a partida e desligamento da turbina, através do monitoramento de todas as partes da turbina;
- g) **Gerador** é o dispositivo responsável pela conversão da energia mecânica de rotação do eixo, em energia elétrica;
- h) **Sistema orientação** é usado para manter o rotor de frente para o vento quando o vento mudar de direção;
- i) **Conexão à rede** faz com que a carga gerada seja distribuída na rede elétrica e entregue às indústrias, comércios e residências.

A energia eólica é uma fonte renovável, ou seja, utiliza um recurso da natureza, nesse caso específico o vento, com capacidade de regeneração. Desse modo, ela é considerada uma fonte alternativa e limpa de energia. Sendo assim, é um tipo energético que apresenta grandes vantagens por não produzir nenhum poluente e ser de diminuto impacto, o que torna esta uma opção amigável ao meio ambiente.

1.2 A Eletrofloculação

A Eletrofloculação é uma técnica que utiliza corrente elétrica envolvendo reatores eletroquímicos, nos quais são gerados coagulantes in situ, por oxidação eletrolítica de um material apropriado (Gobbi, 2013).

Figura 2. Esquema de uma célula eletrolítica.



Fonte: SILVA (2005).

Na Figura 2 é apresentado o tratamento eletrolítico “que consiste em um sistema constituído por células eletrolíticas, com passagem de corrente contínua ou alternada por meio de eletrodos na solução de tratamento, denominada solução eletrolítica” (Silva *et al.*, 2005). No processo de Eletrofloculação é gerado o agente coagulante e posteriormente há a formação de flocos, ocorrendo ao mesmo tempo a flotação do resíduo gerado.

1.3 O Motor a Vapor

O motor a vapor, também chamado de máquina a vapor ou turbina a vapor, é um tipo de máquina térmica que explora a pressão de vapor. Todas as máquinas térmicas funcionam baseadas no princípio de que o calor é uma forma de energia, ou seja, pode ser utilizado para produzir trabalho, e seu funcionamento obedece às leis da termodinâmica.

2 METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado através de uma abordagem metodológica qualitativa, com apresentação de experimentos físicos, em uma sala de aula do ensino médio. Os experimentos escolhidos relacionaram a Física e o meio ambiente. Para evidenciar essa articulação, foram construídas maquetes que simularam a situação cotidiana. Foram abordados conceitos de Física com o objetivo de evidenciar a importância do desenvolvimento experimental e científico com os alunos, usando material recicláveis e de baixo custo, pois são do cotidiano de todos.

A pesquisa foi realizada em uma escola da rede pública estadual, localizada na cidade de Orobó, estado de Pernambuco, em uma turma com 32 alunos, na faixa etária entre 16 e 17 anos, cursando o 3^o ano do ensino médio.

A construção desse trabalho foi realizada em três etapas. A primeira etapa consistiu na realização de pesquisas bibliográficas para identificar os melhores experimentos em termos de fácil aplicação, baixo custo e da relação dos conceitos físicos com as questões ambientais. Para essa etapa, foram realizadas pesquisas na internet e em livros didáticos. E assim, foram escolhidos três experimentos e, com base nas opções, foram listados todos os materiais a serem utilizados.

A segunda etapa contemplou a confecção dos experimentos, os quais foram colocados em maquetes, sendo uma para cada experimento, com o intuito de realçar a importância das

questões ambientais envolvidas no experimento e explicar o conteúdo físico interligando o cotidiano dos alunos. Quanto aos temas abordados, foram escolhidos os seguintes conteúdos:

- Na Física: Energia Mecânica, Eletricidade e Termodinâmica.
- No meio ambiente: fonte limpa de geração de energia, poluição do ar, do solo e da água.

Na terceira etapa, conduziu-se a aplicação dos experimentos seguindo a seguinte ordem:

- Explicação dos conteúdos Físicos abordados nos experimentos na sala de aula;
- Explicação dos conteúdos Físicos abordados nos experimentos no auditório;
- Revisão dos conteúdos na sala de aula;
- Exposição das maquetes em sala de aula.

No início da aula experimental, foi realizado um questionário dialogado com os estudantes, abordando as seguintes perguntas: vocês gostam da disciplina Física? Vocês já observaram durante o ano algum experimento relacionado à Física? Vocês acham que no seu cotidiano ocorre algum processo da Física? Vocês acham que é possível soluções físicas para a preservação do meio ambiente? Esse mapeamento buscou avaliar o gosto dos estudantes pela disciplina, a familiaridade deles com experimentos como recurso didático, e a consciência de que a Física está presente no cotidiano atuando soluções para os problemas ambientais.

O processo de intervenção foi dividido em três etapas, a primeira com diálogo sobre o questionário, a segunda na explicação dos conteúdos envolvidos nas maquetes e a terceira na exposição das maquetes. Logo após os três momentos, os alunos tiveram um espaço para exporem suas opiniões sobre a disciplina, os conteúdos e os experimentos que foram propostos.

No experimento de energia eólica, a experiência proposta consistiu em montar uma maquete compondo os seguintes Materiais: placa de isopor, pistola e cola quente, papelão, tinta guache de diversas cores, papel dupla face preto, fios de cobre, hélice de ventilador usado, motor de impressora sem funcionamento, palito de churrasco, LEDs e capacitor. A montagem está apresentada na Figura 3, sendo esta uma representação de uma cidade sendo abastecida por energia eólica.

A prática consiste em explorar os conceitos físicos envolvidos na transformação de energia e de como o fornecimento de energia eólica pode fornecer benefícios ao meio ambiente. A maquete de energia eólica foi a primeira a ser exposta para o início da aula prática

e utilizou um ventilador como apoio no funcionamento da maquete. Assim, ao decorrer da explicação, o experimento ficou em funcionamento, para melhor nitidez e compreensão.

Figura 3. Fotografia da maquete de energia eólica



Fonte: A autora

No experimento de Eletrofloculação acontece a passagem da corrente elétrica através de uma solução condutora de água com sal de cozinha. Os eletrodos são representados por pregos, um fazendo o papel do ânodo (oxidação) e outro do cátodo (redução).

Os materiais utilizados nesse experimento foram: um pedaço de isopor, palitos de picolé, pistola e cola quente, tinta guache nas cores marrom e amarelo, cartolina verde e papel dupla face preto, dois recipientes de vidro transparentes, uma bateria de 9 Volts, dois pregos, corante verde (cor opcional), uma colher sal, dois pedaços de fio de cobre, duas garras, dois pegadores, fita isolante, filtro de papel e coador.

A Figura 4 representa maquete de uma cidade contendo um reservatório de tratamento de água residencial. A prática consiste em mostrar um processo físico-químico que ocorre a modificação da granulometria de impurezas presentes na solução, com o aumento dessas impurezas facilita a sua remoção por meio de filtração.

Figura 4. Fotografia da maquete do experimento de Eletrofloculação



Fonte: A autora

Para o experimento do motor a vapor foram usados os seguintes materiais: isopor, papel dupla face preto, cartolina verde, latas de refrigerante, molde de uma cabine de um veículo, palitos de picolé, pistola de cola quente, bastão de cola quente, tampas de refrigerante, álcool em gel, algodão, uma seringa com agulha e fósforo. A Figura 5 apresenta a maquete construída de um ponto de transporte público sem emissão de poluentes atmosféricos. A prática consiste em mostrar o funcionamento do motor a vapor.

Figura 5. Fotografia da maquete motor a vapor



Fonte: A autora.

No veículo construído (Figura 5), o calor é gerado pela chama do fósforo com ajuda do algodão embebido em álcool em gel. A lata é, então, aquecida fazendo com que parte das partículas de água no interior da lata se transformem em vapor, assim causando um aumento na energia interna e em consequência, aumento da pressão na lata. O ar comprimido é então expulso do recipiente pelo orifício e empurrando o carrinho no sentido contrário, por ação e reação. Assim, a energia térmica é transformada em energia mecânica tendo o vapor o “combustível” do veículo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As primeiras observações abordadas foram a partir do questionário dialogado realizado no início da aula da exposição das maquetes. Os registros foram feitos por meio de anotações. As perguntas estão relacionadas no Quadro 1.

Quadro 1. Perguntas dialogadas com os estudantes do 3º ano do ensino médio.

PERGUNTAS DO QUESTIONÁRIO DIALOGADO
Pergunta 1: Vocês gostam da disciplina Física?
Pergunta 2: Vocês já observaram durante o ano algum experimento relacionado à Física?
Pergunta 3: Vocês acham que no seu cotidiano ocorre algum processo da Física?
Pergunta 4: Vocês acham que é possível soluções físicas para a preservação do meio ambiente?

Sobre a pergunta 1, foi unânime a fala dos estudantes ao dizerem que não gostam da disciplina pela existência de muitos cálculos matemáticos. Para eles, “já bastava a disciplina de matemática”, destacando que cursavam a Física por obrigação curricular. Quanto à pergunta 2, mais uma vez foi unânime a fala dos estudantes ao dizerem que na disciplina de Física não foi possível a observação de experimentos na sala de aula durante o ano letivo e que as atividades se resumiam a aulas expositivas e questionários envolvendo cálculos. Já na pergunta 3, quanto a percepção da Física no cotidiano, a turma permaneceu em silêncio pela

falta de compreensão da pergunta, sendo necessária a explanação de alguns processos físicos existentes. Na última pergunta, a sala ficou dividida entre sim e não sobre o conhecimento da relação entre a ciência e o meio ambiente. No entanto, mesmo aqueles que disseram que era possível a articulação entre a ciência e o meio ambiente, não souberam justificar esta relação.

A partir das respostas, foi constatado que as aulas de Física seguiam uma abordagem Tradicional, sem estímulo para que os alunos mudem sua visão pela disciplina. Dessa forma, a aplicação de uma atividade experimental proporciona uma abordagem diferente da tradicional, possibilitando a vivência de papéis diferentes em sala de aula. Por meio de atividades experimentais, o aluno consegue mais facilmente ser “ator” na construção da ciência, já que a experiência demonstrativa seria mais propícia para um enfoque dos resultados de uma “ciência acabada”.

Após a conclusão do diálogo relacionado ao questionário, ocorreu a apresentação dos experimentos. Foram expostas as três maquetes com experimentos diferentes, relacionando os processos físicos como soluções para problemas de questões ambientais, com os principais temas sendo: energia eólica, trabalhando os conceitos de energia e transformação de energia; Eletrofloculação, que aborda ideias de diferença de potencial elétrico e condutividade elétrica; e o motor a vapor, que traz conteúdo das leis da termodinâmica.

No experimento da energia eólica foi possível a visualização das lâmpadas acesas a partir do movimento de rotação da hélice do ventilador. Houve, assim, a explicação do funcionamento de uma usina eólica. Os alunos se portaram em silêncio e atenção, com interesse de aprender todos os componentes da maquete, como a energia eólica trazia benefício para a preservação do meio ambiente e os processos ocorridos para a geração de energia elétrica. Eles se mostraram empolgados com o aprendizado e interagindo entre eles. Foi possível presenciar também uma conversa com troca de experiência entre os estudantes, relacionando os conhecimentos prévios com o conhecimento científico. No diálogo ocorrido durante o experimento para buscar a interação e avaliar a compreensão do fenômeno, foram registradas as afirmações: “a energia eólica é renovável porque a hélice sempre estaria girando”, “seria uma energia renovável porque o vento é da natureza”, “não era renovável porque precisaria de reposições de equipamentos”

No diálogo durante o experimento para buscar a interação e avaliar a compreensão do fenômeno, foram registradas as afirmações: será que o LED vai acender? Por que a energia eólica é considerada renovável? Assim surgiram algumas respostas como, “a energia eólica é

renovável porque a hélice sempre estaria girando”, “seria uma energia renovável porque o vento é da natureza”, “não era renovável porque precisaria de reposições de equipamentos”.

A respeito do experimento da Eletrofloculação, os alunos observaram com bastante atenção a montagem do aparato, sendo realizada primeiro a mistura da água, sal e corante; em seguida a ligação dos fios de cobre com os pregos e a bateria de 9 V. Na aplicação do experimento foi possível presenciar a formação de bolhas, assim que plugamos os conectores. Isso ocorre porque cada prego funciona como um eletrodo, no cátodo ocorre a eletrólise da água com a formação de íons de hidroxila e liberação de gás hidrogênio, responsável pela grande quantidade de bolhas observadas. Com o passar do tempo, houve uma mudança na coloração da mistura e a formação dos flocos. Isto ocorre, pois, o ânodo fornece íons metálicos de Ferro, Fe^{2+} ou Fe^{3+} , os quais reagem com as hidroxilas das moléculas de água e se transformam em hidróxido de Ferro, que é um composto pouco solúvel e atrai as moléculas dos corantes formando os flocos. Posteriormente foi removido o circuito e a realização da filtração do material. Foi possível perceber, então, a alteração da cor na solução abaixo dos flocos, que se apresenta límpida, enquanto os flocos formados acumulavam toda a coloração referente ao corante. Ao final do experimento, o prego que atuou como ânodo apresentou-se desgastado, enquanto o cátodo sofreu uma mudança de coloração devido a formação de $Fe(OH)_2$.

Ainda sobre esta segunda prática, os estudantes fizeram anotações para ter uma discussão posterior referente à experiência, salientando as dúvidas e curiosidades existentes sobre o processo realizado. Foram notados o envolvimento e a participação ativa de todos, uns apontando dúvidas, sobre qual o processo físico que ocorreu no experimento e outros demonstrando curiosidade sobre uma possível troca de material do experimento, atestando que todos ficaram bastante atentos à prática e que esta proporcionou o pensamento investigativo. Após a demonstração, foram feitas perguntas sobre o que ocorreu no processo desse experimento, como por exemplo, “por que ocorreu a formação de bolhas?” ou “por que uns dos pregos mudou de coloração?”.

Na discussão sobre o experimento do motor a vapor, foi levantado o questionamento se o carrinho não iria explodir ao colocar fogo para realizar a experimentação. Os alunos, após o início do experimento, ficaram sem receios de prosseguir e demonstraram muita empolgação nessa atividade. Os maiores questionamentos eram sobre o risco de explosão do experimento por causa da pressão do vapor na latinha. A transformação da energia térmica em energia

mecânica, nesse processo, entusiasmou os alunos a quererem saber mais sobre esse conceito da Física.

Ao finalizar a exposição dos experimentos, foi realizado um novo diálogo com as perguntas iniciais, constando uma maior segurança na composição das respostas. Eles conseguiram dissertar de forma simples os fenômenos envolvidos em cada experimento, conseguindo realizar a associação dos conteúdos Físicos e que estes podem atuar como soluções para problemas no meio ambiente.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho abordou a confecção de experimentos de baixo custo para o ensino da física, associando-os a soluções físicas para problemas de questões ambientais, através de exposições de maquetes. O experimento da energia eólica destaca o uso de recurso renovável, a utilização do vento para a geração de energia limpa, contribuindo na diminuição da poluição pela emissão de substâncias. O experimento da Eletrofloculação ressalta a reutilização da água, promovendo o uso sustentável de recursos hídricos. O experimento do motor a vapor salienta a combustão externa permitindo regular melhor as emissões poluentes. Portanto, esse recurso didático contemplou conceitos físicos, como transformação de energia cinética em energia elétrica, corrente elétrica, leis da termodinâmica e a relação de todos eles com a educação ambiental. A atividade mostrou potencial para realização com estudantes do 3º ano do ensino médio, por tratar-se de uma turma com mais vivência nos conceitos trabalhados, uma vez que os experimentos abrangem várias áreas da Física.

Na exposição dos experimentos, foi possível notar a diferença de uma aula diversificada da tradicional pelo entusiasmo dos alunos em aprender os conteúdos da Física sem reclamações e desânimo. Esta característica também cativa o professor a buscar novos experimentos e recursos para implementação nas aulas. As atividades experimentais proporcionam um estudo prazeroso, estimulando a interação de todos na sala de aula.

O trabalho desenvolvido mostrou que é possível mudar a visão árdua da disciplina Física, para um estudo descomplicado. Os experimentos são recursos inovadores que permitem o professor explorar os conceitos prévios dos alunos e conduzir a construção do conhecimento científicos.

REFERÊNCIAS

ANTONOWISKI, R.; ALENCAR, M. V.; ROCHA, L.C.T. **Dificuldades para aprender e ensinar física moderna**. Scientific Electronic Archives, v.10, n.4, p.50-57, 2017.

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. **Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades**. Revista brasileira de ensino de física, v. 25, n. 2, p. 176-194, 2003.

BRASIL. **Ministério da Educação (MEC)**. Base Nacional Comum Curricular, Brasília, 2018.

DIAS, G. F. **Educação Ambiental: princípios e práticas**. 9ed. São Paulo: Gaia, 2004.

FOGAÇA, D. S. **Física x meio ambiente: a importância da física nos fenômenos relacionados ao meio ambiente**. Monografia de especialização em ciências – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, PR, 2013. Disponível em: https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/21946/2/MD_ENSCIE_III_2012_13.pdf. Acesso em: 22 de nov. de 2023.

GALIAZZI, M. C. et al. **Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências**. Ciência & Educação, v.7, n.2, p.249-263, 2001.

GOBBI, L. C. A. **Tratamento de água oleosa por eletrofloculação**. 2013. 120 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado em Energia, Centro Universitário Norte do Espírito Santo, Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, 2013.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. 2ed. São Paulo: Cortez, 2013

MACEDO, W. N. **Estudo de Sistemas de Geração de Eletricidade Utilizando a Energia Solar, Fotovoltaica e Eólica**. 2002. 152 p. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Engenharia Elétrica). Centro Tecnológico da Universidade Federal do Pará.

MAIA, M. R. S. G. **O ensino de física no contexto das questões ambientais: uma proposta experimental para a sala de aula**. TCC (Licenciatura em Física) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio grande do Norte, Campus Santa Cruz, Santa Cruz, RN, 43f., 2021. Disponível em: https://mebitstream/handle/1044/2333/Monografia_M%C3%A1rcia%20Rejane%20%28f%C3%ADsica%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 21 de nov. de 2023.

MOREIRA, M. A. **Uma análise crítica do ensino de Física**. Estudo. Av. vol.32 no.94 São Paulo set./dez. 2018.

SILVA, L. F.; CARVALHO, L. M. **A temática ambiental de física na escola média:** algumas possibilidades de desenvolver o tema a produção de energia elétrica em larga escala em uma situação de ensino. Pesquisa em ensino de Física. Revista brasileira de ensino de Física, v. 24, n. 03, set. 2002.

SILVA, L.F.; CAVALARI, M. F.; MUENCHEN, C. Compreensões de pesquisadores da área de ensino de física sobre a temática ambiental e as suas articulações com o processo educativo. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. 2, p. 283-307, 2015.

SILVA, S. R.; TONHOLO, J.; ZANTA, C. L. P. S. Aplicação de processos oxidativos avançados no tratamento de água produzida de petróleo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO E GÁS, 3. 2005, Salvador. **Anais...** Salvador: IBP, 2005. 6 p.

SOUZA, A. C. **A experimentação no ensino de ciências:** importância das aulas práticas no processo de ensino aprendizagem, Medianeira: UFPR, 2013.

SOUZA, S. E. O uso de recursos didáticos no ensino escolar. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO, 1., Jornada De Prática De Ensino, 9., Semana de Pedagogia da UEM, 13., 2007. Maringá. **Anais...** Maringá, PR, 2007