

ENSINO DE FÍSICA CONTEXTUALIZADO: ESTABELECENDO RELAÇÕES ENTRE A TERMODINÂMICA E A ELETRICIDADE

Contextualized physics teaching: establishing relations between thermodynamics and electricity

Ricardo Silva de Jesus [ricardo.silvadejesus@hotmail.com]

Rafaelle da Silva Souza [rafaellesilva@ifba.edu.br]

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia campus Salvador

Recebido em: 04/12/2022

Aceito em: 07/06/2023

Resumo

O calor desempenha um papel fundamental em todos os fenômenos físicos, tanto em escalas microscópicas quanto macroscópicas, sendo essencial para a manutenção da vida em nosso planeta. Neste trabalho, abordaremos a relação entre eletricidade e os conceitos de termodinâmica, destacando a importância dessas interações nos contextos físico, eletrônico e cotidiano. Utilizando experimentos de baixo custo, demonstraremos diversas aplicações práticas no dia a dia dos alunos, visando estabelecer um diálogo significativo e contribuir para a compreensão dos conceitos teóricos abordados em sala de aula. Além disso, esse trabalho apresenta uma proposta inovadora de ensino de ciências, por meio de metodologia ativa e investigativa, aprofundando o aprendizado dos conteúdos da disciplina de física. Nosso objetivo principal é auxiliar os professores na aplicação de uma sequência investigativa, utilizando experimentos de fácil manipulação, enquanto os alunos desenvolvem uma compreensão dos conceitos teóricos por meio da aplicação prática. Dessa forma, buscamos promover uma estratégia dinâmica e interativa para o ensino de física, utilizando experimentos de baixo custo.

Palavras-chave: Termodinâmica. Eletricidade. Experimentos de baixo custo. Contextualização. Ensino de Física.

Abstract

Heat is present in all physical phenomena, whether in microscopic or macroscopic form, and it plays a crucial role in sustaining life on our planet. Due to its significant relevance in the physical, electronic, and everyday contexts, this study discusses the relationship between electricity and thermodynamics, using low-cost experiments to demonstrate various practical applications in students' daily lives. The aim is to establish meaningful dialogue that contributes to the understanding of theoretical concepts taught in the classroom through practical and theoretical interactions. Furthermore, this study presents an approach utilizing active learning and inquiry-based methods in science education, enhancing students' comprehension of physics concepts. The main objective is to assist teachers in implementing an investigative sequence with easily manageable experiments, while helping students grasp theoretical concepts through hands-on applications, fostering a dynamic and interactive teaching strategy in physics using low-cost experiments.

Keywords: Thermodynamics. Electricity. Low-cost experiments. Contextualization. Physics.

INTRODUÇÃO

Muitos fenômenos termodinâmicos da física estão presentes em nosso cotidiano. Existem fenômenos térmicos no processo de secar uma roupa no varal, no ar condicionado de um veículo e até mesmo em uma simples bateria de celular. No entanto, os conceitos físicos termodinâmicos muitas vezes se tornam abstratos diante de certos conceitos, como as trocas térmicas ou transferências de calor entre dispositivos, seja o chuveiro ou ferro de roupas.

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018, p.547), “poucas pessoas aplicam os conhecimentos e procedimentos científicos na resolução de seus problemas cotidianos”, como estimar o consumo de energia de aparelhos elétricos a partir de suas especificações técnicas ou ler e interpretar rótulos de alimentos. São questionamentos cotidianos que passamos despercebidos por não associar certos fenômenos ao nosso cotidiano.

É justamente nesse processo de estabelecer relações entre o conhecimento científico e o dia a dia que a Física no ensino médio é considerada fundamental para os estudantes. No entanto, há um descompasso entre as demandas para o ensino no século 21 e a presença da Física na sala de aula, como aponta Moreira (2017):

O ensino da Física na educação contemporânea é desatualizado em termos de conteúdos e tecnologias, centrado no docente, comportamentalista, focado no treinamento para as provas e aborda a Física como uma ciência acabada, tal como apresentada em um livro de texto. (Moreira, 2017 p. 03).

O ensino de física muitas vezes é apresentado como uma mera memorização de fórmulas e equações, pouco compreendidas pelos alunos. O professor assume o papel de sujeito ativo, enquanto os alunos se tornam passivos depositários de conteúdo, conforme Paulo Freire (1970). A educação acaba se tornando um ato de depositar, em que os educandos são meros receptores e o educador é o depositante.

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo problematizar os conhecimentos científicos relacionados à termodinâmica, por meio do resgate de tópicos da eletricidade e de situações presentes no cotidiano. Busca-se promover a reflexão e a compreensão dos estudantes do curso de Eletrônica do Instituto Federal da Bahia (IFBA), campus Salvador, sobre as relações existentes entre os temas de termodinâmica e eletricidade.

O curso de Eletrônica, desde o primeiro ano, prepara os alunos para desenvolver circuitos eletrônicos, montar e realizar manutenção em sistemas eletrônicos de diversos segmentos da sociedade. No terceiro ano do curso, os estudantes já mergulharam no universo da eletricidade, o que permite ao professor de Física estabelecer conexões entre as áreas de termodinâmica e eletricidade, compreendendo as consequências termodinâmicas nos sistemas elétricos. Vale ressaltar que essa abordagem é importante para contextualizar fenômenos físicos na educação básica, no mundo da engenharia e no cotidiano. Afinal, até mesmo o lançamento de uma nave espacial depende dos efeitos térmicos em sistemas elétricos para garantir a excelência da missão no espaço.

Para alcançar o objetivo proposto, esta pesquisa busca estabelecer relações entre a termodinâmica e a eletricidade por meio de experimentos de baixo custo, oferecendo uma alternativa pedagógica simples, de fácil acesso e com preço acessível. Conforme mencionado por Laburú, Silva e Barros (2008), os experimentos didáticos de baixo custo têm sido amplamente utilizados no ensino. No entanto, é necessário aprofundar o diálogo sobre sua

aplicação específica no ensino de física. É importante ressaltar que trabalhar com materiais de baixo custo não implica em limitações tecnológicas (Laburú; Silva; Barros, 2008).

A utilização de experimentos de baixo custo surge como uma alternativa ao alto custo dos laboratórios convencionais ou digitais, superando um grande obstáculo para a experimentação no ensino de física. Essa prática permite a sistematização de conteúdos teóricos, a contextualização e o diálogo sobre a temática em questão. Nesta pesquisa, propõe-se uma sequência didática investigativa utilizando experimentos de baixo custo, visando gerar engajamento dos alunos no processo de compreensão conceitual e estimular a percepção da presença da física em seu cotidiano.

A sequência didática com esse enfoque está alinhada com a teoria significativa de Ausubel. Segundo Ausubel, o fator isolado que mais influência é o conhecimento prévio do aluno. “A aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação se relaciona a um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo” (Moreira; Masini, 1982, p.152). Na aprendizagem significativa, o aluno não é um receptor passivo, mas sim deve utilizar os significados que já internalizou de forma substantiva e não arbitrária para compreender os materiais educativos (Moreira, 2010).

A formação técnica profissional desses alunos, do IFBA campus Salvador do curso de Eletrônica, é um fator a ser considerado, pois eles já possuem uma base teórica inicial. Conforme Moreira (2017, p.4), “a interação cognitiva entre conhecimentos novos e prévios é a característica fundamental da aprendizagem significativa, que envolve compreensão, capacidade de aplicação e transferência”. Portanto, ao estabelecer relações entre a termodinâmica e a eletricidade serão também discutindo os processos de ensino-aprendizagem explorando a participação dos alunos na construção do conhecimento científico. Além disso, a aplicação de um questionário permitirá observar as potencialidades da sequência didática e a capacidade dos alunos de desenvolver uma visão contextualizada e interdisciplinar dos conceitos científicos por meio da experimentação.

A abordagem didática estabelecida demonstra ser uma possibilidade viável para transformar a prática docente no ensino de física, ao estabelecer conexões entre diferentes conceitos físicos, como termodinâmica e eletricidade, por meio da experimentação. Apesar da predominância das aulas tradicionais, baseadas em fórmulas e correção de atividades, abordagens fundamentadas em metodologias ativas, em que os alunos assumem o protagonismo na construção do conhecimento, elaborando hipóteses diante de problemas experimentais propostos, são essenciais para o processo de aprendizagem.

PENSANDO CAMINHOS PARA A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FISICA

Aprendizagem significativa de Ausubel

A teoria de aprendizagem selecionada para este trabalho foi a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, que apresenta aspectos relevantes e em consonância com a proposta deste estudo, enfatizando a importância das subordinações do conhecimento prévio no processo de ensino-aprendizagem dos alunos.

A Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel pode ser importante na aprendizagem dos conteúdos de Física, por se tratar da interação de conhecimentos prévios dos alunos, existe um processo através do qual uma informação recebida pelo indivíduo relaciona-se a um aspecto relevante é pré-existente na sua estrutura cognitiva, a subsunção (Aragão, 1976, p.16).

De acordo com Moreira (1999, p.143), “um dos meios mais eficazes de promover a aprendizagem consiste em colocar o aluno em confronto experimental direto com problemas práticos de natureza social, ética e filosófica ou pessoal”. Ainda,

O ensino de Física vem deixando de se concentrar na simples memorização de fórmulas ou repetição automatizada de procedimentos, em situações artificiais ou extremamente abstratas, ganhando consciência de que é preciso lhe dar um significado, explicitando seu sentido já no momento do aprendizado, na própria escola média. (Brasil, 2001, p. 59).

Nesse contexto, a concepção cognitivista de David Ausubel, que estimula o pensamento reflexivo no processo ensino-aprendizagem, possibilitando a aprendizagem de novos saberes a partir de conhecimentos prévios presentes na estrutura cognitiva do indivíduo (Oliveira; Carvalho; Mariano, 2020).

Ainda, quando se fala em aprendizagem, na perspectiva cognitivista, deve-se encarar a “aprendizagem como um processo de armazenamento de informação, condensação de classes mais genéricas de conhecimentos, que são incorporados a uma estrutura no cérebro do indivíduo” (Moreira; Masini, 1982, p.5)”.

O conhecimento prévio adquirido por esses alunos desempenha um papel importante. De acordo com Moreira (2017), o novo conhecimento adquire significado para o aprendiz quando está relacionado a seus conhecimentos prévios, tornando-os mais ricos, diferenciados, elaborados e estáveis. Conforme afirma Carvalho (2016, p.7), “o problema e os conhecimentos prévios espontâneos ou já adquiridos devem proporcionar condições para que os alunos construam suas hipóteses e as testem, buscando resolver o problema”.

Durante o processo de ensino para se alcançar uma aprendizagem significativa, os conceitos científicos devem ser elaborados e apresentados com antecedência. Isso ocorre “em decorrência de sucessivas interações, desta forma o conteúdo elaborado pelo professor deve proporcionar a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa” (Moreira; Masini, 2011, p. 17). É importante destacar que,

David Ausubel considera três tipos principais de aprendizagem significativa: representacional, de conceitos e proposicional. A aprendizagem representacional atribui significados a símbolos arbitrários, geralmente palavras, que são reconhecidos com os seus concernentes (equações, conceitos) e refletem para os aprendizes o que seus concernentes significam. A aprendizagem representacional engloba as outras duas, pois a aprendizagem de conceitos também atribui significado a símbolos arbitrários, porém universais, carateriais e regulares. (Lima, 2019, p.13)

À medida que a aprendizagem significativa ocorre, conceitos são desenvolvidos, elaborados e diferenciados em decorrência de sucessivas interações. “O processo de relacionar conteúdos para que o aluno possa diferenciar suas diferenças é importante para facilitação de

retenção do conteúdo e conhecimento. É importante para o docente diferenciar uma aprendizagem mecânica de uma aprendizagem significativa”. (Moreira; Masini, 1982, p. 21).

É importante que o sujeito forme parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, esteja fora dela. (Moreira, 2017). Ao confrontar o aluno com sua realidade cria-se um processo de desenvolvimento da curiosidade à ciência, pois equipamentos eletrônicos, transporte público, pista de skate ou até uma ligação telefônica, estão relacionadas diretamente com conceitos e fenômenos físicos. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais, a física deve se apresentar com a seguinte finalidade:

A presença do conhecimento de Física na escola média ganhou um novo sentido a partir das diretrizes apresentadas nos PCNEM. Trata-se de construir uma visão da Física voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade. (Brasil, 2002, p. 59).

As concepções de ensino e aprendizagem de Ausubel desempenharam um papel importante na execução deste trabalho, uma vez que os alunos já possuíam conceitos prévios sobre eletricidade, calor e eletrônica, embora fragmentados por disciplinas específicas do curso técnico em eletrônica. A maneira de relacionar esses novos conteúdos foi capaz de reestruturar essas informações e estabelecer conexões entre os novos conceitos, proporcionando indícios de aprendizagem significativa.

A relação da Eletricidade com a Termodinâmica e o cotidiano

O calor e a eletricidade são duas formas de energia inicialmente interpretadas de maneiras distintas, mas seus conceitos se entrelaçam e podem ser associados (Anacleto, 2007). Por exemplo, quando uma corrente elétrica passa por um condutor, esse condutor se aquece, fenômeno conhecido como efeito Joule. Dessa forma, uma simples resistência à corrente elétrica em um circuito eletrônico gera calor. Além disso, lâmpadas emitem calor, secadores de cabelo e fornos elétricos utilizam corrente elétrica para gerar calor, e notebooks podem superaquecer em suas placas. Esses conceitos de termodinâmica, presentes em nosso cotidiano, podem ser explorados nas salas de aula do ensino médio, contribuindo para contextualizar o ensino e estimular a aprendizagem dos conteúdos (Moreira, 1999; Araújo e Abib, 2003).

A relação entre calor e trabalho teve destaque durante a revolução industrial, quando a energia térmica começou a ser convertida em trabalho mecânico através das máquinas térmicas (Tavares, 2008). Nessa mesma época, surgiram os primeiros circuitos eletrônicos integrados, transistores e componentes que impulsionaram o avanço da revolução industrial.

No contexto desta pesquisa, surge a pergunta sobre a relação entre transformação térmica e eletricidade. A compreensão de que há conceitos de energia cinética no calor e que os elétrons em movimento geram essa mesma energia é fundamental para responder a essa pergunta. Portanto, a termodinâmica e a eletricidade estão intrinsecamente ligadas.

Assim, o objetivo deste trabalho é investigar a relação entre esses dois ramos da física, ou seja, os fenômenos elétricos que resultam em fenômenos termodinâmicos, e, conseqüentemente, aproximar os alunos da utilização de experimentos de baixo custo. A incorporação de temas interdisciplinares no estudo da física não só permite o entendimento dos

conceitos físicos, mas também estimula a reflexão sobre a sociedade na qual os alunos estão inseridos e afasta-se da conhecida educação bancária. Busca-se proporcionar um ensino no qual o aluno seja o agente ativo no processo de construção do conhecimento.

Halliday, Resnick e Walker (2012) afirmam que o estudo da Termodinâmica é um dos principais ramos da física e abrange as leis que governam a relação entre calor, trabalho e outras formas de energia. De acordo com Borgnakke e Sonntag (2013, p.21), “o campo da termodinâmica está relacionado à ciência da energia, com foco no armazenamento e nos processos de conversão de energia”. Percebe-se uma aparente falta de conexão entre termodinâmica e eletricidade, mas a eletricidade é o ramo da física que lida com fenômenos envolvendo cargas elétricas em repouso ou em movimento. É necessário investigar se os alunos percebem e associam esses conceitos e relações.

Portanto, toda essa abordagem no contexto da energia traz a ideia central desta pesquisa: a eletricidade pode gerar efeitos termodinâmicos. Através desse questionamento, o objetivo é estimular a argumentação e as explicações para os fenômenos estudados, tornando o aluno ativo no processo de aprendizagem. O objetivo é fazer com que os alunos pensem, debatam, justifiquem suas ideias e apliquem seus conhecimentos em situações novas, utilizando conhecimentos teóricos e matemáticos (Azevedo, 2012).

Convivemos com a presença de conceitos termodinâmicos desde a infância. Por exemplo, por senso comum, sabemos que devemos nos agasalhar em tempos frios ou usar proteção adequada em dias quentes. Alimentos específicos devem ser refrigerados. Portanto, o estudo da termodinâmica deveria ser abordado de forma mais abrangente do que apenas memorizar fórmulas. Uma abordagem diferente se torna interessante para aprimorar nossas concepções alternativas sobre o assunto.

Experimentos no Ensino de Física

De acordo com Moreira (2017), a física no ensino básico enfrenta uma crise. A disciplina de física no ensino médio é frequentemente retratada como difícil e abstrata para alguns alunos. O ensino dessa disciplina nas escolas de nível médio baseia-se principalmente na memorização de conceitos, leis e fórmulas de maneira desarticulada e descontextualizada. Isso resulta em dificuldades significativas de assimilação, altas taxas de reprovação e, conseqüentemente, desinteresse pela ciência por parte de muitos alunos, muitas vezes devido à simples incapacidade de interpretar e compreender determinados tópicos.

Conforme destacado por Hohenfeld e Penido (2009), as atividades experimentais permitem uma abordagem didática que apresenta a física como uma construção humana. No entanto, pesquisadores nessa área argumentam que a falta de expertise ou até mesmo a qualificação de alguns professores que lecionam física é um fator determinante para a falta de exploração de experimentação em conteúdos físicos. Além disso, a precariedade das estruturas das escolas públicas e a falta de laboratórios adequados resultam em escolas-modelo que são usadas apenas para fins políticos por parte dos gestores públicos.

Os professores necessitam estar cada vez mais conectados com as mudanças em todos os setores da sociedade, buscando oferecer condições adequadas ao desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem favorecendo a criatividade, interatividade e envolvimento com os saberes (Araujo; Nascimento; Silva, 2021, p. 5).

A aplicação deste trabalho visa exatamente aproximar e capacitar os professores do ensino básico de física para a utilização de experimentos de baixo custo. A aplicação experimental das leis da termodinâmica traz consigo consequências significativas. Além disso, o conteúdo de eletromagnetismo, embora presente em nosso cotidiano, é pouco explorado nas salas de aula do ensino médio em escolas públicas, o que cria uma lacuna a ser preenchida.

A utilização de experimentos no ensino da termodinâmica, assim como em toda a física, é uma alternativa metodológica que contribui para a formação científica do aluno. Compreender e visualizar fenômenos pode contribuir para evitar o ensino desconexo, que se limita a ministrar um programa da disciplina focado na memorização de conceitos e fórmulas (Grandini; Grandini, 2008).

Concordando com o pensamento de Souza (2017, p.13), “percebe-se que a Física é ensinada na maioria das vezes de maneira desconexa, ou seja, o professor está apenas preocupado em ministrar o conteúdo programático da disciplina e não se dá conta das dificuldades apresentadas pelos alunos”.

Expressar de forma contextualizada essas variáveis torna-se um desafio para os professores, pois há educadores que não conseguem explorar esses fenômenos em suas aulas, seja por demandas externas, falta de domínio do conteúdo específico ou simplesmente falta de interesse. No entanto, seria justo atribuir apenas a culpa ao professor por essa situação? É conhecido que várias escolas não oferecem os recursos necessários para uma prática docente de qualidade, como a ausência de laboratórios didáticos ou a falta de condições adequadas nos existentes (Dantas e Santos, 2014).

De acordo com Dantas e Santos (2014, p.1), “a utilização de metodologias de ensino mais dinâmicas, como jogos lúdicos, práticas experimentais em laboratórios de ciências, gincanas, etc., pode despertar o interesse e a motivação dos alunos”.

Diante dessas possibilidades e das lacunas decorrentes das deficiências estruturais das escolas, conforme destacado por Souza (2017), a confecção e utilização de experimentos de baixo custo na disciplina de física criam um ambiente propício para a aprendizagem e a motivação dos alunos. No contexto da termodinâmica, Souza (2017, p.14) ressalta a importância de o professor deixar claro em sala de aula o conceito de temperatura e equilíbrio térmico, uma vez que estão interligados. A falta dessa clareza pode levar a problemas e dúvidas por parte dos alunos.

Por fim, é importante mencionar o processo de transposição didática, que possibilita a formulação de hipóteses e a reflexão sobre situações-problema (Carvalho, 2016).

Utilização de experimentos de baixo custo

A utilização de materiais de baixo custo tem se mostrado uma alternativa bastante viável, uma vez que são simples, de fácil acesso e com preços acessíveis, permitindo que os professores os utilizem em suas aulas experimentais. Conforme afirmam Laburú, Silva e Barros (2008, p.170), “o interesse dos desenvolvedores de experimentos de baixo custo é suprir essa lacuna da falta de laboratórios convencionais”. Além disso, “permite que o estudante fique motivado e concentrado, priorizando a relação entre teoria e observação, bem como a aplicação

conceitual, ao invés de focar no funcionamento ou operação do equipamento” (Laburú, Silva e Barros, 2008, p.171).

Determinar de forma experimental e contextualizada os conceitos físicos possibilita uma aprendizagem efetiva e significativa. Segundo Camargo (2018), o uso de metodologias ativas e a problematização da realidade como estratégia de ensino e aprendizagem promovem a motivação do aluno, pois diante de um problema real, ele examina, reflete, estabelece relações e atribui significado às suas descobertas. A familiaridade com os materiais de baixo custo aproxima o aluno do conhecimento científico, pois demonstra que a física se aplica ao mundo real que o cerca.

Assim, abordar os assuntos físicos presentes no cotidiano de maneira organizada pode proporcionar aos alunos as condições necessárias para desenvolver sua curiosidade de forma coerente e relacioná-la à ciência e à tecnologia. Além disso, a introdução de experimentos de baixo custo cria condições para ampliar a problematização dos conteúdos específicos, relacionando teoria e prática dentro do contexto escolar. De acordo com Moreira (2015, p.20), “o interesse por experimentos de baixo custo é benéfico para os objetivos didáticos”. Portanto, a proposta de utilização desses experimentos não se baseia apenas em seu preço e facilidade de obtenção, mas sim no fato de serem materiais cotidianos que aproximam o processo de construção e agregação de uma futura sequência didática investigativa utilizando esses materiais.

Souza e Carvalho (2014) justificam que a utilização de experimentos de baixo custo é um instrumento de suporte ao processo de ensino-aprendizagem.

Sobre o manuseio de experimentos de baixo custo, podemos trabalhar com aulas que envolvem situações do dia a dia de nossos alunos. Dos conteúdos trabalhados Termometria (temperatura); Expansão Térmica de Sólidos e Líquido (Dilatação) e eletrodinâmico (corrente elétrica), o tema Experimentação no Ensino de Física trouxe uma melhor contribuição para a formação de alunos críticos. O professor não deve ser um docente envolvido na vida dos alunos, mas comprometido com a transformação social, lutando para que os mesmos sejam formadores de opiniões. (Souza e Carvalho, 2014, p.3).

Portanto, a experimentação desempenha um papel importante na interligação entre teoria e prática, na integração entre diferentes conhecimentos e na consolidação dos processos teóricos aplicados na prática. Corroborando com esses argumentos, a proposta deste trabalho é estabelecer uma relação significativa e experimental no ensino de termodinâmica, conectando de forma interdisciplinar esses saberes científicos.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa foi realizada durante o primeiro semestre de 2022 vinculada as disciplinas de Trabalho de Conclusão de Curso II e Estágio Supervisionado IV do curso de Licenciatura em Física da Universidade Aberta do Brasil (UAB) e do IFBA.

Utilizando a metodologia de ensino conhecida como ensino de ciências por investigação, foi desenvolvida uma sequência didática para realizar o estudo, que, segundo Carvalho (2018, p. 766), configura-se como “o ensino dos conteúdos programáticos em que o professor cria condições em sua sala de aula para os alunos pensarem, levando em conta a

estrutura do conhecimento, falarem, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos, lerem, entendendo criticamente o conteúdo lido, escreverem, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas”.

A sequência investigativa teve ênfase nos conteúdos curriculares, como isolantes e condutores térmicos, troca de calor e equilíbrio térmico, buscando envolver conceitos científicos que estão presentes em fenômenos do nosso cotidiano, envolvendo ativamente os estudantes (Carvalho, 2016).

A turma escolhida como sujeitos da pesquisa foi o 3º ano do curso de Eletrônica do IFBA campus Salvador, composta por 31 estudantes, pois estavam estudando o conteúdo de termodinâmica, que faz parte do escopo da pesquisa. A turma participou da sequência didática investigativa composta por 10 aulas e, posteriormente, respondeu ao questionário para análise da pesquisa e observação das concepções dos discentes sobre os conteúdos abordados. Para isso, foram elaboradas quatro etapas, apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Etapas da Sequência Didática Investigativa

<p>Etapa 1: Situação-problema</p>	<p>Inicialmente, buscou-se conhecer os conhecimentos prévios dos alunos sobre calor, temperatura e eletricidade.</p> <p>Foram apresentados alguns questionamentos, tais como: <i>É possível que a eletricidade gere efeitos termodinâmicos? Qual é a relação entre máquinas térmicas e o trabalho realizado no cotidiano?</i></p> <p>Em seguida, foram realizadas discussões para esclarecer as dúvidas e sondar a percepção dos alunos.</p>
<p>Etapa 2: Elaboração de hipóteses</p>	<p>Para a elaboração das hipóteses, foi apresentado um roteiro de aula que questionava os fenômenos elétricos em sistemas termodinâmicos, relacionando-os a eventos cotidianos. A questão central era: <i>É possível ocorrer fenômenos de eletricidade em sistemas termodinâmicos?</i></p> <p>O objetivo era analisar a capacidade dos alunos de relacionar os conteúdos estudados em sala de aula com situações do cotidiano, além de avaliar o impacto e a contribuição desses conhecimentos para sua formação científica e técnica.</p> <p>Os alunos foram desafiados a investigar e propor hipóteses para responder à questão, organizando-se para buscar informações e observar fenômenos cotidianos relacionados à área em estudo.</p> <p>A resposta a essa problematização ocorreu por meio de trocas de informações e conhecimentos entre professor e alunos.</p>
<p>Etapa 3: Experimentação</p>	<p>Foram realizados quatro experimentos, a saber:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Temperatura e Velocidade de Reação. <i>Por que os comprimidos efervescentes se dissolvem mais rápido em água natural do que em água gelada?</i> Baseado em matéria da superinteressante. Para responder à pergunta, foram utilizados os seguintes materiais: comprimidos de vitamina C efervescente, água quente, água gelada e dois recipientes transparentes. O objetivo foi investigar e compreender a transferência de calor como forma de energia entre corpos de diferentes temperaturas (Apêndice 1); 2. Efeito Joule no Cotidiano. Analisou-se a geração de calor em circuitos eletrônicos, transferência de calor em componentes eletrônicos e sua relação com o efeito Joule. Abordou-se também a irradiação eletromagnética em corpos negros. Os materiais utilizados foram: resistência de aquecimento, termômetro de mercúrio, alicate e amperímetro. Discute-se como a diferença de temperatura

	<p>entre o componente e o meio ambiente determina a velocidade com que o calor gerado é transferido (Apêndice 1);</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Uso de dínamo: um maker que salvou uma cidade. Com base no Filme “O menino que descobriu o vento”, foi discutida a conversão eletromecânica de energia. Utilizamos um motor de ventilador doméstico danificado, 2 ímãs, arames e um texto de apoio do Gref. Exploramos as relações entre calor, trabalho e energia, bem como o princípio da conservação de energia; 4. Relação entre a Gaiola de Faraday, a irradiação eletromagnética e o dínamo. Foi discutido como o dínamo opera por meio do princípio da indução eletromagnética, convertendo o movimento mecânico em energia elétrica. Também foi abordado como a Gaiola de Faraday pode proteger o dínamo contra interferências eletromagnéticas externas, como aquelas provenientes de instalações de telecomunicações, como torres de transmissão e centros de controle; 5. Processos termodinâmicos. Foi estabelecida a relação entre o conceito de transformação e conservação de energia térmica, destacando a importância da 2ª Lei da termodinâmica no cotidiano por meio de seis experimentos (Apêndice 2). Os materiais utilizados incluíram lâmpada incandescente, rolha, serpentina de cobre, gancho pequeno, latas de refrigerantes, seringa hospitalar, garrafa PET e garrafa de vidro.
<p>Etapa 4: Aplicação de questionário</p>	<p>Nesta última etapa da pesquisa foi solicitado à turma um relatório das práticas experimentais e aplicado um questionário (Apêndice 3) com o objetivo de observar os resultados da integração do aprendizado de física por meio da proposta contextualizada.</p>

Instrumentos da Pesquisa

Entre os dispositivos de análise dos resultados, foram utilizadas as perguntas presentes nos relatórios e no questionário proposto durante as aulas. No relatório investigativo, destacam-se as etapas de problematização do conteúdo, a experimentação realizada, a divulgação dos resultados por parte dos alunos e a sistematização do conhecimento. A análise de dados foi orientada pelo referencial metodológico de análise de conteúdo com abordagem qualitativa (Bardin, 2016), bem como pela perspectiva de análise investigativa de Carvalho (2016) e pela teoria de aprendizagem de Ausubel.

No questionário, são abordadas perguntas referentes às concepções dos alunos sobre a sequência de aulas investigativas, a compreensão da relação entre os conceitos científicos apresentados, a análise de sua alfabetização em conceitos físicos e as consequências disso na construção de seus conhecimentos. Para essa análise, foram adotadas as seguintes categorias: I - nível de facilidade; II - percepção metodológica; III - compreensão conceitual. A análise de conteúdo é válida, principalmente, na elaboração de deduções específicas sobre um determinado acontecimento ou uma variável de interferência precisa, e não em interferências gerais.

Com o objetivo de discutir os resultados da coleta de dados, as manifestações dos estudantes serão registradas na forma de um código de E1 a E31 para preservar o anonimato.

RESULTADOS DA PESQUISA

A partir da sequência didática de ensino experimental investigativa, os alunos seguiram os passos propostos pelo roteiro e elaboraram hipóteses conforme orientado. Inicialmente, buscaram compreender conceitos relacionados a calor, temperatura, equilíbrio térmico e conservação de energia. Em seguida, foi possível avançar no processo de construção do conhecimento, introduzindo gradualmente abordagens sobre eletricidade no contexto termodinâmico.

De acordo com Carvalho (2018), ao avaliar o processo de ensino-aprendizagem, não buscamos apenas verificar se os alunos aprenderam os conteúdos programáticos, mas também se eles são capazes de argumentar, ler e escrever sobre esses conteúdos. Todo o processo experimental foi guiado pelo levantamento de hipóteses e pela realização dos experimentos, baseando-se na teoria de aprendizagem significativa de Ausubel e na sequência investigativa no ensino de ciências.

Realização de atividades experimentais

Da primeira e segunda etapa da sequência didática, foi possível observar que o processo de realização dos experimentos trouxe uma compreensão ampliada das abordagens teóricas em um contexto prático experimental. Isso pode ser observado nas manifestações dos estudantes, que destacaram:

Máquinas térmicas: O calor é o mais conhecido, a troca de energia entre os corpos. O trabalho utilizando termodinâmica foi bastante utilizado nas grandes máquinas de produção. (E3).

O calor é um tipo de energia que é passada espontaneamente entre corpos distintos que se encontram em diferentes temperaturas. Como o calor é uma forma de energia, a unidade de medida é o Joule. (E10).

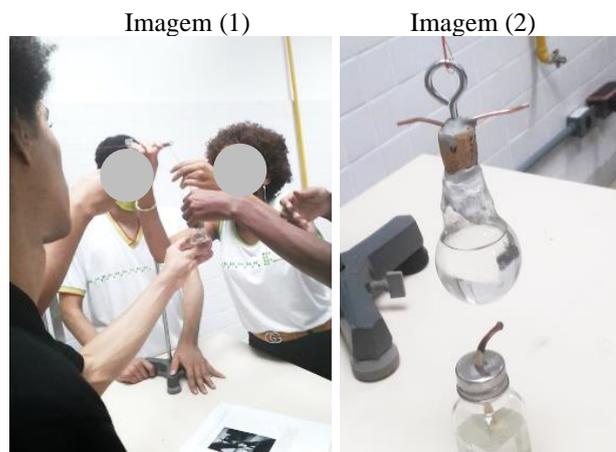
A eletricidade está presente no nosso cotidiano em alguns equipamentos como cafeteira e ferro de roupas, porque eles utilizam eletricidade e geram calor. (E8).

O transistor utiliza uma pasta térmica para dissipar o efeito joule. Iniciou os debates sobre termodinâmica e eletricidade. (E6).

Um fato interessante a ser observado é o amadurecimento científico e a percepção demonstrada por alguns alunos da turma. Fica evidente que as aulas de termologia, ao estabelecerem uma relação com conteúdos previamente estudados, como a eletricidade, contribuíram para a consolidação do conhecimento. O ensino profissionalizante em eletrônica também facilitou o diálogo sobre eletricidade, uma vez que os alunos lidam com esse tema quase que diariamente em sua formação técnica. Essas descobertas corroboram as afirmações de Carvalho (2016, p.7), de que “a solução do problema deve levar à explicação do contexto, mostrando aos alunos a importância dos conceitos físicos”.

Inicialmente, os alunos foram responsáveis pela montagem dos experimentos, com orientação do professor. Conforme Laburú, Silva e Barros (2008, p.171), essa ação proporciona “uma oportunidade de aprimorar habilidades manuais e, acima de tudo, um maior cuidado do estudante com o material que ele construiu”. Após a realização dos experimentos (Imagens 1 e

2), foram coletados os dados experimentais, e os alunos divulgaram os resultados obtidos e suas concepções sobre os conteúdos por meio do relatório solicitado.



Fonte: Arquivo do autor (2022)

Na discussão dos resultados, os alunos evidenciaram a relação das máquinas térmicas com o cotidiano. Isso pode ser observado em alguns trechos escritos, tais como:

Quando testamos a máquina pela primeira vez, aquecendo a mesma, a parte de vidro da lâmpada estourou antes mesmo da água ferver a ponto de gerar vapor. Trocamos a lâmpada, utilizando a mesma rolha de antes e ao fim do processo, fizemos a máquina funcionar. (E23).

Quanto mais calor, mais vapor de água é produzido. Tendo mais vapor de água passando pelos tubos de cobre, mais rápido a máquina irá rodar. Isso tudo também está relacionado com a pressão: quanto mais vapor é produzido, mais pressão terá no interior da lâmpada. (E23).

A rolha foi colocada sob uma lâmpada contendo água e vedada para que o seu funcionamento ocorresse corretamente. Em seguida, foi adicionado uma fonte de calor que ao decorrer do tempo foi aquecendo a água contida na lâmpada, e ao chegar no processo de ebulição o vapor começou a sair em rápida velocidade pelos tubos realizando um trabalho e ocasionando na rotação da máquina. (E12).

Relacionando com os assuntos, observamos que quando há transferência de calor acarreta em um aumento na agitação das moléculas, produzindo um aumento da energia térmica e consequentemente, um aumento na sua temperatura. (E14).

As relações entre a termodinâmica e as aplicações elétricas se tornaram mais interessantes e menos abstratas devido à contextualização estabelecida. Após a realização dos experimentos (Imagens 3 e 4), os alunos compartilharam suas concepções sobre os conteúdos abordados por meio de exposições, e foram levantados dados referentes ao momento experimental.

Imagem (3)



Imagem (4)



Fonte: Arquivo autor (2022)

Os alunos apresentaram duas situações em sala de aula que envolviam conceitos de termodinâmica e eletricidade presentes no cotidiano, utilizando experimentos de baixo custo como proposta.

O secador de cabelo utiliza uma resistência de aquecimento para realizar trabalho, por isso que o ar vai sair quente, efeito joule. (E09).

O efeito joule é o fenômeno que explicaria o secador ligado na tomada, gerar um vapor quente, a eletricidade passaria no fio, aquecendo e liberando calor. (E11).

Dínamo seria uma máquina térmica transformando energia em calor porquê da eletricidade passando pelo fio. (E16).

Eletricidade do dínamo geraria calor na forma de efeito joule no fio. (E18).

Os alunos demonstraram um notável progresso científico ao explicarem os conceitos relacionados à termodinâmica e eletricidade, como a relação entre uma fonte de calor e o aumento da pressão do líquido, a transformação de estados sensíveis para latentes, a conservação térmica e a transformação gasosa. Eles também abordaram o deslocamento de elétrons por um condutor (fio) e o fenômeno termodinâmico conhecido como “Efeito Joule”, que envolve trabalho elétrico e térmico. A utilização desses experimentos proporcionou uma oportunidade de integrar teoria e prática no ensino de física. Observou-se, portanto, que os alunos compreenderam a relação entre termodinâmica e eletricidade, como demonstrado em seus relatos:

Os experimentos citados acima foram muito importantes para o nosso aprendizado, pois vimos presencialmente a realização de trabalho por uma máquina a vapor. (E28)

Entendemos como funcionam mecanismos e conceitos que antes não entendíamos, e percebemos que esta temática da física abrange mais sistemas do que imaginávamos. A Física é fundamental para o entendimento do mundo à nossa volta. (E22).

Por meio dos experimentos podemos perceber e compreender melhor os processos que envolvem a termodinâmica. (E11).

Podemos concluir que a realização de atividades experimentais dentro de uma sequência investigativa lógica é fundamental para a construção de conceitos físicos. De acordo com Carvalho (2016), é necessário um cuidadoso planejamento do problema, levando em consideração as características apontadas pelos referenciais teóricos.

As atividades com materiais de baixo custo incentivam e desempenham um papel potencializador na participação dos alunos, permitindo que eles argumentem e desenvolvam ideias sobre os conceitos físicos abordados. Essa abordagem didática proporciona um significado diferente na resolução de exercícios e na compreensão teórica, pois ela confronta a teoria com a prática relacionada ao conceito em questão.

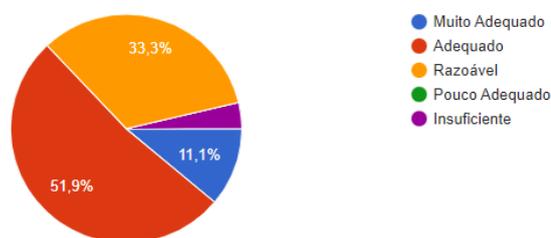
Investigação e Alfabetização Científica

A partir do questionário aplicado, buscou-se observar a inter-relação dos conceitos físicos termodinâmicos e elétricos, bem como analisar as respostas dos alunos em relação ao seu nível de compreensão e interpretação dos fenômenos físicos abordados nas aulas de física. Foram exploradas questões sobre a relação entre termodinâmica e eletrônica, o impacto dos conhecimentos de termodinâmica e eletricidade no cotidiano, e aspectos relevantes para compreender a percepção metodológica dos alunos e sua compreensão científica. Para a análise do questionário, foram adotadas três categorias distintas, que serão discutidas separadamente a seguir.

a) Nível de facilidade com a física

Foi possível observar a relação entre o nível de facilidade percebido pelos alunos e a disciplina de física, por meio da autoavaliação dos estudantes em relação aos seus conhecimentos (compreensão, interpretação e escrita) necessários para as aulas. A partir dessa autoavaliação, foram obtidos os seguintes dados (Gráfico 1): 51,9% consideraram seu nível de conhecimento adequado, 33,3% consideraram razoável, 11,1% consideraram muito adequado e 3,7% consideraram insuficiente.

Gráfico 1 - Nível de facilidade da alfabetização científica dos alunos.



Fonte: Arquivo autor (2022).

Entre as justificativas dos que consideram seu nível de facilidade “muito adequado”, pode-se destacar a *dinamicidade das aulas*, segundo relato dos alunos E11 e E28.

Acredito que tive um conhecimento maior com a modalidade mais dinâmica e intuitiva do docente. (E11).

Acho muito adequado pelo fato de a aula ser muito dinâmica por conta dos experimentos e isso facilita muito o entendimento do assunto. (E28).

A maioria dos alunos avaliou o seu entendimento da disciplina como adequado. Isso pode ser observado por meio dos relatos dos alunos E4, E15, E18 e E16, que afirmaram:

Considero muito importante por conta dos experimentos práticos facilitarem o entendimento da teoria ou lei que eles buscam comprovar. Ou seja, é como se os experimentos nos permitissem enxergar a teoria de outra forma facilitando o aprendizado. (E4).

Porque eu consigo interpretar e criar uma relação entre física e o meu cotidiano, física e o curso técnico em eletrônica e o estudo da própria física. (E15).

A explicação com experimentos ajuda bastante. (E18).

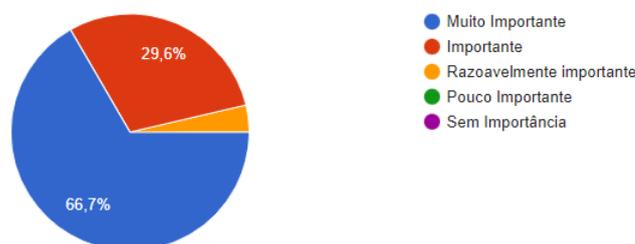
A didática do professor junto com a demonstração dos conteúdos em laboratório ajudou na compreensão do assunto. (E16).

Uma análise reflexiva dos resultados revela que uma parcela significativa dos alunos (63%) considera seu nível de facilidade com a física como “muito adequado” ou “adequado”. Isso indica que esses alunos possuem uma compreensão e contextualização satisfatórias dos conteúdos. Por outro lado, aqueles que avaliaram seu nível de facilidade como “razoável” ou “insuficiente” demonstraram falta de compreensão em alguns aspectos adicionais. Um fator determinante para esses alunos pode ser o tempo dedicado aos estudos fora da sala de aula. Aqueles com um maior nível de facilidade e aprendizado relataram dedicar mais tempo para estudar assuntos relacionados à disciplina.

Esses resultados destacam a importância de os alunos do curso de eletrônica terem a oportunidade de estudar física de forma contextualizada, buscando compreender e relacionar os fenômenos com a prática técnica e o cotidiano, além de utilizar a linguagem matemática de maneira significativa. Para que ocorra uma verdadeira alfabetização científica e os alunos se familiarizem com uma linguagem científica coerente, é necessário proporcionar metodologias e habilidades que promovam o desenvolvimento de conceitos e teorias científicas de forma investigativa. Isso permite estabelecer conexões entre a percepção da ciência no cotidiano dos alunos. Conforme afirmado por Carvalho (2016, p.3), “o planejamento de uma sequência de ensino que tenha como objetivo levar o aluno a construir um dado conceito deve iniciar por atividades manipuláveis”.

b) Percepção metodológica

Essa categoria abrange a análise da percepção metodológica dos alunos em relação à compreensão das aulas de Física sobre Termodinâmica, utilizando experimentos de baixo custo e estabelecendo uma relação com a eletricidade. Na primeira questão, o objetivo foi observar a percepção dos alunos em relação ao uso de experimentos para o desenvolvimento de uma compreensão conceitual. De acordo com os resultados (Gráfico 2), 66,7% dos alunos consideraram isso “muito importante”, 29,6% consideraram “importante” e 3,7% consideraram “razoavelmente importante”.

Gráfico 2 - Percepção metodológica científica dos alunos.

Fonte: Arquivo autor (2022).

Essa questão é de suma importância para avaliar como a utilização de experimentos de baixo custo como ferramenta metodológica no ensino da relação entre fenômenos termodinâmicos e elétricos pode impactar o processo de ensino-aprendizagem. É fundamental destacar as respostas dos alunos E18, E29, E27 e E21, pois elas fornecem *insights* valiosos sobre a percepção dos alunos em relação a essa abordagem.

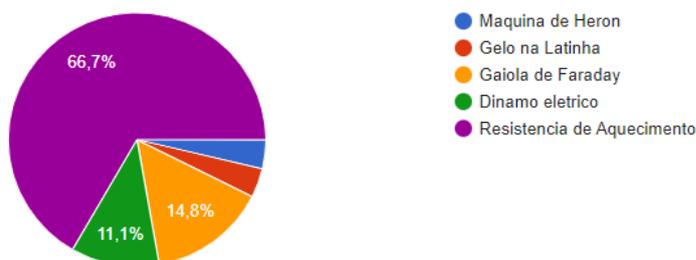
Considero muito importante por conta dos experimentos práticos facilitarem o entendimento da teoria ou lei que eles buscam comprovar. Ou seja, é como se os experimentos nos permitissem enxergar a teoria de outra forma facilitando o aprendizado. (E18).

As aulas laboratoriais são muito importantes, porque dessa maneira conseguimos entender o assunto melhor e vendo o que foi passado na sala, ou melhor, comprovando o que foi passado. (E29).

É fundamental que o aprendizado teórico esteja aliado à prática, pois assim ajuda a assimilar muito melhor o conteúdo, além de tornar as aulas mais didáticas e divertidas. (E27).

Os experimentos são excelentes para sair da rotina e aprender no quadro, fazendo com que eu como aluno veja a física com outros olhos e consiga perceber que a física está em diversos aspectos do meu cotidiano. Em bônus tive o aprendizado do trabalho em equipe. (E21).

Ao questionar os alunos sobre a percepção da relação entre termodinâmica e eletrônica em experimentos ou situações discutidos em sala de aula, obtiveram-se os seguintes resultados: 66,7% dos alunos perceberam a relação na resistência de aquecimento, 14,8% destacaram a gaiola de Faraday, 11,1% identificaram a relação no dínamo elétrico, enquanto 3,7% mencionaram a máquina de Heron e 3,7% fizeram referência ao experimento do gelo na latinha. Esses resultados refletem a percepção dos alunos em relação às conexões entre os conceitos de termodinâmica e eletrônica nas experiências discutidas durante as aulas.

Gráfico 3 - Percepção experimental atrelado a sua formação técnica

Fonte: Arquivo autor (2022).

Os alunos foram convidados a compartilhar suas percepções e nível de compreensão sobre a utilização de experimentos de baixo custo como uma abordagem metodológica para ensinar a relação entre fenômenos termodinâmicos e elétricos. As respostas dos alunos E12, E30, E19 e E15 se destacaram nas seguintes questões desta seção.

A resistência de aquecimento é um fator importantíssimo dentro da eletrônica. Ao construirmos circuitos integrados e realizarmos projetos, temos que levar em consideração o aquecimento do resistor, preparando dissipadores de calor para evitar que o mesmo queime. (E12).

Gaiola de Faraday: Durante esse experimento eu fiquei pensando sobre as aulas de Transmissão, onde aprendemos que para que haja a propagação do sinal é preciso que se tenha um receptor apto para receber o sinal e completar o percurso da propagação de informação. Quando o celular foi posto na gaiola houve a impossibilidade do sinal de alcançar o receptor, fazendo com que ele passasse rapidamente do estado de um receptor apto para inapto. (E30).

Dínamo elétrico: Pois envolve Leds, indutores. (E19).

Máquina de Heron: Deu pra perceber bem o que a ação da temperatura em relação ao funcionamento. (E15).

Ao analisar os dados e as justificativas apresentadas nesta seção da pesquisa, fica evidente o interesse dos alunos na correlação entre experimentos e teoria, pois conseguiram estabelecer conexões entre os fenômenos físicos estudados e os conteúdos do curso de eletrônica. Essa capacidade de associação é fundamental para uma aprendizagem significativa e investigativa, como defendido por Carvalho (2016), que ressalta que todo novo conhecimento tem sua base em conhecimentos anteriores.

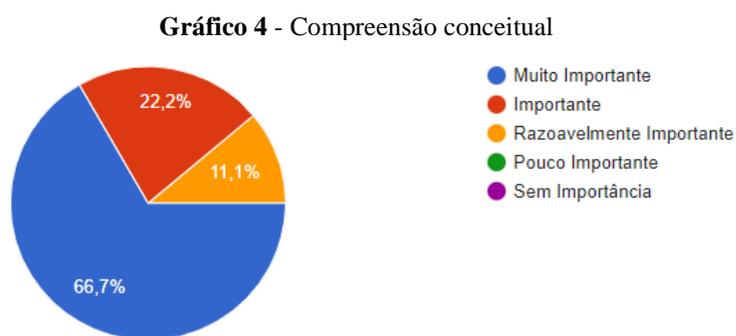
As respostas dos alunos revelam o potencial das abordagens experimentais e investigativas no ensino da física. A compreensão e a construção ativa do conhecimento, em contraste com uma abordagem passiva, são aspectos interessantes observados nos participantes. Isso demonstra que atividades experimentais, quando integradas a uma sequência investigativa adequada, têm o poder de tornar a física mais interessante e atraente para esses alunos.

Essa constatação é relevante, pois ressalta a importância de proporcionar aos estudantes uma experiência educacional que seja envolvente e estimulante. Ao estabelecer conexões entre a teoria e a prática por meio de experimentos de baixo custo, os alunos têm a oportunidade de vivenciar a física de forma concreta, o que contribui para um aprendizado mais significativo e duradouro.

c) Compreensão conceitual

Por fim, foi realizada uma análise da compreensão científica dos alunos em relação ao uso de experimentos de baixo custo. Duas perguntas foram feitas: qual é o impacto dos conhecimentos de termodinâmica e eletricidade no cotidiano e qual é a percepção dos alunos em associar teorias e fenômenos a equipamentos importantes para seus respectivos cursos.

Dos alunos, 66,7% consideraram a correlação entre fenômenos e conceitos utilizando atividades experimentais investigativas como “muito importante”, 22,2% como “importante” e 11,1% como “razoavelmente importante”. Esses resultados estão representados no Gráfico 4.



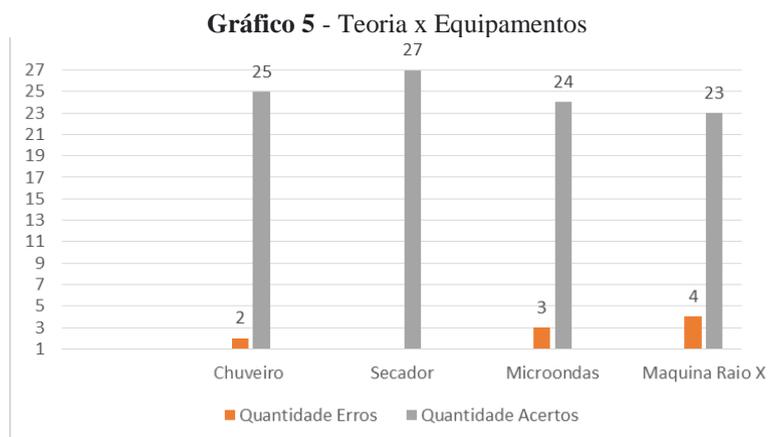
Fonte: Arquivo autor (2022).

As respostas dos alunos E06 e E08 são destacadas a seguir:

São conhecimentos indispensáveis para o curso técnico em eletrônica, em pró de saber todas as condições adversas que podem afetar circuitos e projetos, além de explicarem boa parte dos fenômenos relacionados ao calor dentro do nosso cotidiano. (E06).

Quando observamos a mudança de temperatura do frio para o quente, antes não tínhamos como explicar esse fenômeno, após estudar termodinâmica sabemos que existe uma mudança na temperatura, assim como um secador de cabelo. Dessa forma, quando um dos dispositivos queima ou para de funcionar podemos já ter uma linha de raciocínio para saber qual componente queimou e fez com que o aparelho não funcionasse mais. (E08).

Por último, por meio de uma questão que relacionava equipamentos com conceitos físicos, observou-se a capacidade dos estudantes de associar teorias e fenômenos com equipamentos presentes em seu cotidiano. Dos 27 alunos, foi constatado um ótimo índice de acerto. O índice de confusão mais alto foi de 85,2% na relação “Teoria x Equipamentos”, referente à máquina de Raio X contra de 88,9% na associação da radiação eletromagnética com o forno de micro-onda.



Fonte: Arquivo autor (2022).

Ressalta-se que o item “secador de cabelo”, entre os quatro itens analisados no Gráfico 5, foi o único objeto físico que os alunos tiveram a oportunidade de manipular (conforme Imagem 5). Isso pode ter contribuído para a correlação com 100% de acerto. Nesse sentido, podemos inferir que o presente trabalho investigativo possibilitou aos alunos a capacidade de correlacionar e estabelecer relações entre os conceitos de termodinâmica e eletricidade.

Imagem (5)



Fonte: Arquivo autor (2022).

Os dados revelam uma tendência de resultados, construída com base na relação dos resultados de perguntas anteriores, demonstrando que os alunos conseguiram assimilar os conteúdos. Essa etapa provocativa teve como objetivo principal favorecer a aplicação dos conceitos aprendidos em sala de aula, desenvolvendo uma estratégia dinâmica e interativa para contextualização no cotidiano de suas respectivas áreas.

O trabalho trouxe resultados que demonstram a integração do aprendizado de física com essa nova abordagem, proporcionando uma leitura cotidiana para assuntos complexos e abstratos discutidos em sala de aula. Isso aumentou a curiosidade, o senso crítico, as reflexões, o interesse e a participação dos alunos, interligando os saberes e contextualizando os conteúdos com a realidade deles. O envolvimento em todas as fases do processo foi considerado o diferencial para estimular e potencializar o aprendizado na disciplina.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em resumo, dos resultados relevantes do trabalho, observou-se, através das falas dos alunos durante a realização dos experimentos e sua interpretação, que ocorreu uma aprendizagem significativa na medida em que eles relacionavam equipamentos de uso cotidiano com os conceitos físicos estudados. Foi estabelecida uma conexão entre os conhecimentos científicos e a sociedade, relacionando-os com a realidade dos alunos. Frequentemente, essas conexões são imperceptíveis ou ignoradas devido à falta de abordagem e contextualização adequadas. Através da exploração de conceitos como geração de calor, transferência termodinâmica e efeito Joule, utilizando experimentos de baixo custo, foi possível ampliar a compreensão da física como uma ciência presente no cotidiano. Essa abordagem proporcionou uma contextualização no ensino dos conteúdos, levando em consideração as habilidades e conhecimentos prévios dos alunos.

As sequências didáticas investigativas analisadas abordaram conceitos do dia a dia, revelando uma física contextualizada e envolvente para os alunos. Essa abordagem permitiu a problematização, a formulação de hipóteses e a construção de relações entre os conteúdos de termodinâmica e eletricidade e suas vivências cotidianas.

É importante destacar que esse trabalho serve como um incentivo para futuros professores em formação e professores em exercício, no sentido de desenvolver atitudes, explorar conhecimentos e compreender que a ciência está presente no cotidiano e deve ser apresentada de maneira coerente e exploratória.

Devemos ter em mente que vivemos em um mundo em constante transformação, e o ensino atual não pode mais se basear em uma abordagem educacional passiva, em que os alunos são meros receptores e os professores se limitam a transmitir conhecimento. Não buscamos formar alunos que apenas reproduzem fórmulas, mas sim sujeitos capazes de criar, criticar e questionar o mundo ao seu redor.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos estudantes do curso de Eletrônica do Instituto Federal da Bahia (IFBA) campus Salvador participantes da pesquisa, bem como ao curso de Licenciatura em Física UAB/IFBA por promover a modalidade da educação à distância.

REFERÊNCIAS

Anacleto, A. M. C. Temperatura e sua medição. 2007. 97f. Dissertação (Obtenção do grau de Mestre); Faculdade de Ciências.

Aragão, R. M. R. Teoria da Aprendizagem Significativa de David P. Ausubel: Sistematização dos Aspectos Teóricos Fundamentais. 1976. 109f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, UNICAMP, Campinas.

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*, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176 – 194, jun. 2003.

Azevedo, M. C. P. S. (2012). Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVAHO, A.M.P. (Org.). *Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática* (pp. 19-33). São Paulo: Cengage Learning.

Bardin, L. *Análise de Conteúdo*. 3ª Reimpressão. São Paulo: Edições 70, 2016.

Brasil. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Física*. Brasília, 2001.

Brasil. Ministério da Educação. Secretaria de Ensino Básico. *PCN + Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais – ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília, 2002.

Brasil. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. 2018.

Camargo, F. Por que usar metodologias ativas de aprendizagem? In: CAMARGO, F; DAROS, T. *A sala de aula inovadora: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo*. Porto Alegre: Penso, 2018.

Carvalho, A. M. P. *Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico*. São Paulo: Scipione, 1998. CARVALHO, A.M.P. et al. *Termodinâmica: um ensino por investigação*. São Paulo: FEUSP/CAPES, 1999.

Carvalho, A. M. P. (org.). *Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

Dantas, S. M. M.; Santos, J. O. *Estrutura e utilização do laboratório de ciências em escolas públicas de ensino médio de Teresina*.

Freire, P. *Pedagogia do oprimido*. São Paulo: Paz e Terra, 1974.

Grandini, N. A.; Grandini, C. R. *Laboratório didático: importância e utilização no processo ensino-aprendizagem*, 2008.

Hohenfeld, D. P., Penido, M. C. *Laboratórios convencionais e virtuais no ensino de Física*. Anais do VII ENPEC – Florianópolis, 2009, SC.

Laburú, C. E.; Silva, O. H. M.; Barros, M. A. *Laboratório caseiro – pára – raios: Um experimento simples e de baixo custo para a eletrostática*. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 25, n. 1, 2008.

Lima, V. J. Z. *Propostas de ensino teórico e experimental das equações de Maxwell no ensino médio* – 2019.

Moreira, L. B. Experimentos de baixo custo no ensino de mecânica para o ensino medio, Garanhuns – 2015.

Moreira, M. A. Teorias de Aprendizagem. Ed. Pedagógica e Universitária Ltda. São Paulo, 1999. 195 p.

Moreira, M. A.; Masini, E. A. F. S. Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. Ed Centauro. 4 ed. São Paulo, 1982.

Moreira, M. A.; Masini, E. A. F. S. Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. Ed Centauro. 4 ed. São Paulo, 2011. 114 p.

Moreira, M. A. Grande desafios para o ensino da física contemporâneo. UFRGS. Porto Alegre, 2017.

Moreira, M.A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. Ed. Centauro. São Paulo, 2010. 80 p.

Oliveira, M. S.; Carvalho, M. A.; Mariano, S. M. F. Contribuições da concepção de aprendizagem significativa de David Ausubel na formação de jovens aprendizes. Dialogia, São Paulo, n. 34, p. 34-49, jan./abr. 2020.

Souza, C. A. P. A importância da prática experimental para o ensino de física: uma proposta para o ensino de termodinâmica. Instituto Federal de Sergipe - campus Lagarto, 2017.

Souza, I. M.; Carvalho, M. A. Experimentos de física utilizando materiais de baixo custo e fácil acesso. Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE, 2014.

Tavares, L. A. A trajetória que levou ao desenvolvimento da máquina a vapor vista por seus biógrafos e homens de ciências. 2008. 74f. Dissertação (Mestrado em História da Ciência) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

APÊNDICES

APÊNDICE 1

EXPERIMENTAL I - Temperatura e Velocidade de Reação. *Por que os comprimidos efervescentes se dissolvem mais rápido em água natural do que em água gelada?*

Baseado em matéria da superinteressante.

Materiais

2 copos transparentes plástico; 2 comprimidos de vitamina C efervescente. Água Quente e Água Gelada

O que vamos fazer!

Coloque a água quente em um dos copos e a água gelada no outro copo, deposite delicadamente um comprimido de vitamina C efervescente em cada copo.

Hipóteses

Com seus colegas discuta o que se observou no experimento, compartilhem suas opiniões e levante hipóteses para possíveis explicações.

EXPERIMENTAL II - Efeito Joule no Cotidiano

Materiais

Resistência de aquecimento; Tomada 127volts ou 220volts; Termômetro de mercúrio; Alicates; Amperímetro

É importante lembrar!

Todo dispositivo eletrônico, que não apresente uma resistência nula, gera uma certa quantidade de calor ao ser percorrido por uma corrente elétrica. Para o caso de um resistor, a potência elétrica desenvolvida que é convertida em calor é determinada pela Lei de Joule. O que esta lei estabelece é que a quantidade de calor gerado, ou potência dissipada (medida em watts), é proporcional ao produto da corrente pela tensão no resistor, conforme a fórmula:

$$P = V \times I \text{ (1)}$$

P é a potência em watts (W); V é a tensão em volts (V); I é a corrente em ampères (A)

O que vamos fazer!

Ao ligar a resistência de aquecimento em uma fonte de energia alternada, a mesma gradativamente aumenta sua curva de aquecimento. Levando em conta que pela Lei de Ohm que a corrente num resistor é proporcional à tensão em seus terminais ou $R = V/I$, também podemos escrever para a Lei de Joule que: $P = R \times I^2$ e $P = V^2 / R$.

Hipóteses

Com seus colegas discuta o que se observou no experimento, compartilhem suas opiniões e levante hipóteses para possíveis explicações.

APÊNDICE 2

PRÁTICA EXPERIMENTAL: Processos termodinâmicos.

Objetivo geral: determinar o calor como forma de energia de transferência entre corpos de diferentes temperaturas.

Experimento 1: Transformações gasosas.**Materiais**

Garrafa pet grande vazia, balão.

O que vamos fazer!

Vamos colocar o balão na boca da garrafa de modo que tampe a garrafa e fique do lado de fora. Em seguida vamos fornecer calor à garrafa e observar. Esfregue uma mão na outra para aquecê-las em seguida envolva a garrafa com as mãos sem apertar.

Hipóteses

Antes de você realizar o experimento se pergunte: o que espera que ocorra ao conjunto garrafa + balão, ao receber calor? Anote suas hipóteses.

Experimento 2: Gelo na latinha**Materiais**

2 Latinhas de refrigerante sem a tampa superior, gelo, sal de cozinha.

O que vamos fazer!

Com um abridor retire a tampa das latinhas. Vamos colocar gelo nas latinhas de refrigerantes até enchê-las, em uma delas vamos colocar sal sobre o gelo. E observar.

Hipóteses

Antes de você realizar o experimento se pergunte: o que espera que ocorra com cada latinha? E por que espera que isso ocorra? Anote as hipóteses.

Experimento 3: Explorando o conceito de transformação e conservação de energia térmica, destacando a importância da 2ª Lei da termodinâmica no cotidiano.**O que vamos fazer!**

Acesse o link a seguir e realize o experimento: "[usina térmica](#)"

Hipóteses

Antes de você realizar o experimento se pergunte: o que espera que ocorra com o dispositivo criado? E por que espera que isso ocorra? Anote as hipóteses.

Experimento 4: [Máquina de Heron](#)**O que vamos fazer!**

Acesse o link acima e realize o experimento.

Hipóteses

Antes de você realizar o experimento se pergunte: o que espera que ocorra com o dispositivo criado? E por que espera que isso ocorra? Anote as hipóteses.

APÊNDICE 3**QUESTIONÁRIO**

1. Como você analisa seus conhecimentos (compreensão, interpretação e escrita) em aulas de Física? por quê?
() Muito adequado () Adequado () Razoável () pouco adequado () Insuficiente
2. Como você avalia as aulas de Física sobre Termodinâmica com uso de experimentos de baixo custo? por quê?

Muito Importante Importante Razoavelmente Importante Pouco Importante Sem Importância

3. Qual dos experimentos ou situações discutidas na aula você percebeu a relação entre termodinâmica e eletrônica? por quê?

Máquina de Heron Gelo na Latinha Gaiola de Faraday Dínamo Elétrico Resistência de Aquecimento

4. Para você, qual é o impacto dos conhecimentos de termodinâmica e eletricidade para o cotidiano? por quê?

Muito Importante Importante Razoavelmente Importante Pouco Importante Sem Importância

5. Associe a primeira coluna de acordo com a segunda.

a - Chuveiro Elétrico

b - Secador de Cabelo

c - Forno Micro-ondas

d - Máquina de Raio X

Equipamento que envolve processos físicos como a resistência elétrica e o aquecimento por efeito Joule. O efeito Joule ocorre quando a corrente elétrica atravessa a resistência, gerando calor.

Equipamento que associa dissipação de energia por meio de resistências elétricas para realizar trabalho.

Equipamento que utiliza radiação eletromagnética para aumentar a agitação das moléculas da água.

Equipamento capaz de emitir radiação eletromagnética e oferece uma série de vantagens para vida humana.