

Vol. 9, Número 2, jul-dez, 2024, p. 190-208.

Forno parabólico como recurso didático no ensino de conceitos de termodinâmica e óptica geométrica no ensino médio

Parabolic oven as a teaching resource in teaching concepts of thermodynamics and geometric optics in high school

Raimundo Wellington De Ávila Lira

Alessandra Alexandrino Aquino

Gilberto Dantas Saraiva

Antonio Joel Ramiro de Castro

RESUMO

Este estudo tem como objetivo investigar a eficácia do uso do forno parabólico como recurso didático no ensino de termodinâmica e óptica geométrica no ensino médio, visando promover uma aprendizagem significativa. Para alcançar este propósito, adotou-se uma abordagem qualitativa com finalidade exploratória. A metodologia de ensino empregada foi uma sequência didática que incluiu a realização de experimentos de baixo custo, como o uso de antenas de TV desativadas e espelhos danificados. O experimento demonstrou de forma prática o aumento da temperatura da água devido à concentração dos raios solares no foco do espelho formado pela antena. A avaliação comparativa entre o pré-teste e o pós-teste revelou um aumento de aproximadamente 70% nas respostas corretas dos alunos em relação às questões aplicadas, indicando uma construção ativa de conhecimento e sua aplicação direta nos temas abordados. Assim, este estudo revela que a utilização de aulas práticas e experimentais, desenvolvidas em conjunto com os estudantes, para a exploração de conceitos de Física no ensino médio, contribui significativamente para a melhoria do desempenho dos alunos.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa, sequência didática, Ensino de Física.

ABSTRACT

This study aims to investigate the effectiveness of using the parabolic oven as a teaching resource in teaching thermodynamics and geometric optics in high school, aiming to promote meaningful learning. To achieve this purpose, a qualitative approach was adopted with an exploratory purpose. The teaching methodology used was a didactic sequence that included low-cost experiments, such as the use of deactivated TV antennas and damaged mirrors. The experiment demonstrated in a practical way the increase in water temperature due to the concentration of solar rays at the focus of the mirror formed by the antenna. The comparative evaluation between the pre-test and post-test revealed an increase of approximately 70% in students' correct answers in relation to the questions applied, indicating an active construction of knowledge and its direct application to the topics covered. Thus, this study reveals that the use of practical and experimental classes, developed together with students, to explore Physics concepts in high school, contributes significantly to improving student performance.

Keywords/Palabras clave: Meaningful learning, didactic sequence, Physics Teaching.

INTRODUÇÃO

O estudo da Física, assim como outras disciplinas das Ciências da Natureza, requer habilidades e competências desenvolvidas por aqueles que decidem traçar este caminho. Os documentos normativos, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), estabelecem que o ensino de física deve ser fundamentado em habilidades essenciais. Isso engloba não apenas a compreensão das ciências naturais e sua importância na construção do mundo, mas também a aquisição de conhecimentos em Física, capacitando os estudantes a interpretar, avaliar e planejar intervenções em situações-problema, e a criar soluções significativas (Brasil, 2018).

O estudante de Física desempenha um papel fundamental ao buscar compreender o ambiente que o cerca. Através da observação atenta do mundo ao seu redor, ele formula questionamentos sobre o seu funcionamento. Em seguida, avança para o segundo passo, que consiste em integrar esse conhecimento científico ao seu cotidiano. Por exemplo, ao analisar como os objetos se movem, investiga as razões por trás desse movimento e os fatores que os influenciam. Considerando que a Física é uma ciência que estuda os fenômenos da natureza, através da observação e prática, pode-se afirmar que é de extrema importância a utilização de atividades práticas na formação tanto dos professores quanto dos estudantes (Parreira; Dickman, 2020; Capeloto et al., 2023; De Freitas; Teixeira, 2022).

Atualmente, há um amplo consenso quanto à importância de expor os estudantes a aulas práticas em laboratórios de ciências desde os estágios iniciais de sua formação educacional (Quartieri et al., 2021). Esta imersão é considerada essencial para o desenvolvimento das competências relacionadas à manipulação de instrumentos experimentais e à observação dos fenômenos nesse ambiente específico (Sasseron, 2021). No entanto, é notável nos dias de hoje que a falta de laboratórios adequados para a realização de aulas práticas é um dos principais desafios enfrentados pelos educadores (Ferreira et al., 2023; Arantes; Martins, 2020). Além disso, mesmo as instituições escolares que possuem esses espaços muitas vezes enfrentam escassez de recursos e materiais necessários para sua plena utilização.

Embora a Física seja uma disciplina altamente dinâmica e fundamental, dada sua natureza experimental e sua relevância para o dia a dia dos estudantes, como apontam Antonowiski, Alencar e Rocha (2017), ela paradoxalmente figura entre os componentes

curriculares mais rejeitados e com altos índices de reprovação, revelando que o nível de aprendizado não é satisfatório.

É lamentável quando se ouve “eu odeio física”, e mais lastimável ainda é lembrar que essa disciplina dispõe de todos os requisitos para estar entre as mais dinâmicas por se tratar de uma ciência experimental e cotidiana. No entanto, poucos são os alunos que realmente se apropriam desse saber. Isto é comprovado nos altos índices de reprovação que demonstram um baixo nível de aproveitamento (Antonowiski; Alencar; Rocha, 2017, p. 50).

Nesse contexto, aprender Física é considerado uma missão de extrema dificuldade pelos alunos, sendo considerada muitas vezes como a disciplina “vilã” dos estudantes do ensino básico. Segundo o estudo de Neto, Oliveira e Aguiar Siqueira (2019), os estudantes não apenas reconhecem a aplicabilidade da Física, mas também a consideram fundamental para a construção de seu conhecimento. Neste sentido emerge a necessidade da diversificação de recursos didáticos, como experimentos de baixo custo utilizando materiais que virariam lixo e possam auxiliar no processo de ensino e de aprendizagem.

Nessa perspectiva, o estudo conduzido por Marmentini e Costa (2022) propôs uma estratégia de ensino que sistematicamente define o papel do docente, facilitando a integração eficaz entre teoria e prática, alinhada a uma abordagem pedagógica histórico-crítica. Para esse propósito, foram utilizados experimentos práticos de Física que refletem a realidade social dos alunos, com foco especial no ensino de óptica no segundo ano do ensino médio. Esses experimentos foram projetados com base na observação de fenômenos cotidianos relacionados ao conteúdo, utilizando materiais de baixo custo e de fácil aplicação. O objetivo principal foi promover uma compreensão mais robusta dos conceitos de física por meio de uma abordagem contextualizada, prática e interdisciplinar, visando transformar a experiência diária do aluno e cultivar uma percepção mais consciente e humanizada do mundo ao seu redor.

Nesse cenário, Jesus e Sousa (2023) propôs a adoção de uma metodologia ativa para o ensino de ciências, visando aprofundar o entendimento dos conteúdos relacionados ao efeito Joule e à transferência de calor. O objetivo principal desta pesquisa foi facilitar a implementação de uma sequência didática investigativa, utilizando experimentos de fácil manipulação, e promover a compreensão dos conceitos teóricos pelos alunos por meio da experimentação prática.

O estudo realizado por Cardoso Santana et al. (2019) e por Coelho e Malheiro (2019) revela que as atividades experimentais em aulas de Ciências desempenham um papel positivo e significativo. Essas atividades têm a finalidade essencial de aprimorar o processo de ensino e aprendizagem nessa disciplina, proporcionando um complemento enriquecedor às aulas teóricas e às discussões em sala de aula. Os autores argumentam que tais atividades são críticas por possibilitar a compreensão do ensino e aprendizagem de Ciências através de abordagens teóricas e empíricas, as quais se complementam e fortalecem mutuamente na construção e assimilação do conhecimento. Além de estimular a curiosidade dos alunos, as atividades experimentais também fomentam a avaliação analítica e o trabalho coletivo. Esses elementos, intrínsecos às práticas experimentais, naturalmente contribuem para aprimorar a qualidade do ensino em Ciências.

Frente à problemática mencionada, este estudo propõe a criação e utilização de um forno parabólico acessível como uma ferramenta educacional para facilitar a compreensão dos conceitos de termodinâmica e óptica geométrica. Este dispositivo será construído com materiais de baixo custo e envolverá ativamente os estudantes na montagem e aplicação do experimento durante as aulas de física de uma turma do segundo ano do ensino médio. Nesse contexto, o principal objetivo deste trabalho é investigar a eficácia do uso do forno parabólico como recurso didático para o ensino e aprendizagem dos conceitos de óptica e termodinâmica no ensino médio, à luz da teoria da aprendizagem significativa.

REFERÊNCIAL TEÓRICO

De acordo com Moreira (2018), a aprendizagem está dividida em três partes distintas: cognitiva, afetiva e psicomotora. A aprendizagem cognitiva refere-se à capacidade do aprendiz em armazenar informações na estrutura cognitiva da mente. Por outro lado, a aprendizagem afetiva resulta da absorção de conhecimento através dos sentidos, sendo que algumas experiências afetivas frequentemente acompanham o processo cognitivo. Já a aprendizagem psicomotora está relacionada às respostas musculares adquiridas por meio de treinamento. É importante mencionar que a teoria de Ausubel prioriza principalmente a compreensão e exploração da aprendizagem cognitiva.

Em uma perspectiva mais recente, Moreira (2022) aborda a aprendizagem ativa como uma abordagem contrária à aprendizagem passiva predominante no ensino tradicional. Na aprendizagem ativa, os alunos assumem um papel ativo em seu próprio processo de aprendizagem por meio da aplicação de metodologias que os colocam como protagonistas no processo de ensino-aprendizagem, ao invés de meros receptores de informações transmitidas pelo professor, limitando-se a ouvir e a fazer anotações.

David Ausubel salienta que, para que ocorra uma aprendizagem significativa três aspectos básicos são necessários: primeiro, o material disponível deve ser potencialmente significativo; segundo, o professor deve trabalhar em cima daquilo que o aluno domina e sabe, ou seja, utilizar seus conhecimentos prévios; e terceiro, contar com a predisposição do aluno em querer aprender (Ausubel, 2003). Costa Júnior et al. (2023) enfatizaram a importância da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, destacando seu papel fundamental na formulação de experiências educacionais sólidas. Os princípios advindos dessa teoria desempenham um papel essencial na elaboração de ambientes de aprendizagem que promovem a compreensão e a aplicação do conhecimento. Ao utilizar os conhecimentos prévios dos alunos, o professor trabalha a realidade dele, tudo aquilo que ele tem de conhecimento de mundo e sua disposição para aprender aquilo que está sendo ensinado.

Nesse contexto, a aprendizagem é entendida como o processo que engloba a organização e interação do material dentro da estrutura cognitiva do sujeito. Esse processo implica na aquisição e utilização de conhecimentos por meio de um processo cognitivo específico, o qual se desenvolve no âmbito da estrutura cognitiva de um indivíduo. Andrade, Felipe e Medeiros (2020) discorrem que a teoria da aprendizagem significativa envolve a integração de nova informação dentro dos "subsunçores" de uma estrutura cognitiva. Estes subsunçores representam uma hierarquia de conceitos que refletem as experiências sensoriais do indivíduo.

Uma abordagem ausubeliana ao ensino da Física engaja o educador em um conjunto de quatro tarefas primordiais (Ostermann; Cavalcanti, 2010). Inicialmente, consiste em delinear a estrutura conceitual e proposicional do material de ensino, efetuando a organização hierárquica dos conceitos e princípios pertinentes. Seguindo adiante, uma segunda incumbência se delinea na identificação dos subsunçores pertinentes à assimilação do conteúdo a ser ministrado, os

quais devem integrar a estrutura cognitiva do estudante para uma aprendizagem verdadeiramente significativa. Outro passo crucial compreende a determinação dos subsunçores relevantes já presentes na estrutura cognitiva do aluno. Por fim, o processo de ensino implica na utilização de recursos e princípios facilitadores que propiciem a assimilação da estrutura do conteúdo de ensino por parte do aluno, possibilitando a organização de suas próprias estruturas cognitivas nesse domínio do conhecimento, viabilizando a aquisição de significados claros, estáveis e passíveis de transferência.

Nesse sentido, os conceitos como "bateu levou" ou "vai e volta" frequentemente utilizados pelos alunos, servem como subsunçores para o entendimento da terceira lei de Newton (Ação e Reação). Certamente, há a necessidade de adaptar e ajustar os subsunçores existentes para assimilar a nova informação de modo a integrá-la de forma eficaz na estrutura cognitiva. Nesse contexto, a aprendizagem mecânica é contrastada com a aprendizagem significativa, na qual o aprendiz incorpora as novas informações de forma arbitrária na estrutura cognitiva, sem estabelecer conexões com os subsunçores (Moreira, 2021). Um exemplo claro desse tipo de aprendizagem é a memorização de fórmulas, que carece de associação com conceitos mais amplos ou significativos.

Nessa perspectiva, a predisposição do estudante para aprender está diretamente vinculada à motivação/interesse em relação ao tema em questão. Neste contexto, a adoção de estratégias fundamentadas em atividades práticas/experimentais, na ludicidade e na demonstração, tem se revelado uma alternativa pedagógica eficaz no âmbito do processo de ensino-aprendizagem. Essas estratégias proporcionam uma compreensão prática dos conceitos abordados teoricamente, o que contribui significativamente para a assimilação e retenção do conhecimento pelo estudante (Santos; Menezes, 2020).

Os estudos de Silva Junior et al. (2023) e Catelan e Rinaldi (2018) destacam elementos fundamentais que podem ser abordados em atividades experimentais no ensino de Ciências. Esses incluem: a) Apresentar eventos problemáticos de maneira aberta; b) Fomentar a reflexão dos alunos sobre a importância e atratividade desses eventos; c) Estimular análises qualitativas para compreender e absorver os eventos propostos, incentivando a indagação lógica; d) Colocar a pesquisa científica no cerne da formulação de hipóteses, direcionando o tratamento dos

eventos e revelando as concepções dos alunos; e) Realizar uma análise crítica dos resultados, interpretando-os à luz do conhecimento disponível e das hipóteses apresentadas, permitindo comparações entre os resultados de diferentes alunos ou equipes; f) Destacar a importância das memórias científicas, ressaltando o papel da comunicação e discussão na atividade científica; g) Enfatizar a natureza coletiva do trabalho científico e a relevância dos grupos de trabalho, os quais devem conduzir suas próprias atividades enquanto interagem com os demais.

A utilização da experimentação no ensino de Física tem sido amplamente adotada com múltiplos propósitos, incluindo a demonstração de fenômenos, a confirmação de princípios teóricos, a coleta de dados e teste de hipóteses, o desenvolvimento de habilidades de observação ou medição, a familiarização com montagens experimentais e a visualização de fenômenos como luzes, sons e reações químicas (Ariston et al., 2022). Além disso, Ferreira, Corrêa e Silva (2019), indicam que a experimentação pode transcender esses objetivos, sendo utilizada igualmente para a compreensão de conceitos científicos, a abordagem de aspectos relacionados à natureza da ciência e para aproximar a prática investigativa na escola da pesquisa científica.

O estudo realizado por Oliveira et al. (2020) identifica uma associação comum entre professores e estudantes que limita as aulas práticas ao ambiente de laboratório, caracterizadas pelo uso de experimentação e substâncias químicas, geralmente dispendiosas e potencialmente perigosas. Todavia, é pertinente enfatizar, conforme apontado por Nascimento et al. (2022), que a realização de aulas práticas não está restrita exclusivamente ao espaço laboratorial, especialmente considerando a realidade das instituições de ensino público no Brasil, onde são escassas as estruturas específicas para tal finalidade.

Segundo Almeida e Mannarino (2021), as atividades educacionais podem ser conduzidas em ambientes pedagógicos diversos, como o pátio escolar, tal como abordado neste estudo. Destaca-se o uso de materiais não convencionais, selecionados por sua acessibilidade, menor impacto ambiental e custo reduzido. Este enfoque visa mitigar a poluição gerada pelo descarte, utilizando materiais alternativos. De acordo com Nascimento (2022), as aulas práticas frequentemente associadas pelos professores a materiais convencionais de laboratório refletem uma realidade na educação brasileira, embora não estejam presentes em todas as instituições de ensino do país.

A condução de aulas experimentais pode ser viabilizada em outros ambientes pedagógicos, como a própria sala de aula, desde que medidas adequadas sejam tomadas para garantir a ausência de riscos. Adicionalmente, é possível substituir os materiais convencionais, que são tipicamente mais dispendiosos, menos acessíveis e possuem maior potencial poluente, por alternativas mais econômicas, facilmente obtidas e que favoreçam a reutilização de resíduos, contribuindo assim para a redução do descarte (Da Silva Junior et al., 2023; Almeida; Mannarino, 2021; Borsekowsky et al., 2021).

A realização de aulas experimentais não necessita obrigatoriamente de grandes demonstrações com materiais dispendiosos ou equipamentos avançados. Este trabalho mostra que é viável promover tais aulas por meio de experimentos simples, utilizando materiais comuns do dia a dia. Esses experimentos, mesmo conduzidos fora de um ambiente laboratorial, como na sala de aula, no espaço escolar ou até mesmo em ambiente domiciliar, sob supervisão de um responsável e respeitando as normas de segurança, têm o potencial de conduzir a descobertas significativas (Catelan; Rinaldi, 2018).

METODOLOGIA

O presente estudo foi conduzido por meio de uma abordagem qualitativa de finalidade exploratória. Conforme destacado por Pitanga (2020), as pesquisas de natureza qualitativa visam aprofundar a compreensão de um determinado fenômeno por meio de uma análise minuciosa e criteriosa. Seu objetivo principal reside na interpretação, compreensão e reconstrução dos conhecimentos pré-existentes relacionados à temática em investigação. A autora argumenta que a abordagem qualitativa é fundamentada na coleta de dados provenientes das interações interpessoais e da participação ativa dos informantes nas situações estudadas, sendo essas analisadas a partir do significado que os participantes atribuem às suas ações. Nesse processo, o pesquisador atua de forma participativa, buscando compreender e interpretar os dados coletados.

Segundo Gil (2018), as pesquisas exploratórias visam oferecer maior familiaridade com o problema, com o intuito de torná-lo mais explícito ou para formular hipóteses. Seu

planejamento é geralmente flexível, considerando uma gama variada de aspectos relativos ao fato ou fenômeno estudado.

Foi desenvolvida uma sequência didática como metodologia de ensino, fundamentada na teoria da aprendizagem significativa, com a finalidade de facilitar o processo de ensino aprendizagem dos conceitos de termodinâmica e óptica. A atividade em ambiente fora da sala de aula convencional buscou a integração dos alunos as atividades propostas, que consolide a acomodação nos esquemas cognitivos dos alunos.

A sequência didática teve início com a aplicação de um pré-teste, destinado à avaliação dos conhecimentos prévios dos 28 estudantes matriculados no segundo ano do ensino médio, em uma instituição escolar localizada na região metropolitana do estado do Ceará. Em seguida, foi realizado um conjunto de intervenções pedagógica contendo dois encontros de 50 minutos. As intervenções foram compostas por uma aula dialogada expositiva, caracterizadas por sua natureza teórica, juntamente com uma aula prática, conduzidas no pátio da instituição educacional, intercalando entre esses formatos. Por fim, foi aplicado um questionário (pós-teste) para quantificar a aprendizagem.

A aula realizada no pátio da escola teve como foco a construção de um forno solar parabólico, incluindo a explicação de seus componentes, a montagem prática e a realização de experimentos, juntamente com a discussão dos fenômenos físicos envolvidos. Este experimento foi elaborado com materiais de baixo custo ou reciclados, e uma representação visual desse aparato pode ser vista na Figura 1.

A montagem do forno parabólico como ferramenta de ensino, contou com o aproveitamento de fragmentos de espelhos danificados e uma antena de TV. Este equipamento é composto por um espelho esférico cuja finalidade é concentrar toda a radiação solar recebida em um único ponto focal. Essa característica proporciona uma absorção otimizada da luz solar. Ao incidir sobre a superfície do recipiente posicionado nesse ponto focal, a luz solar gera um aumento significativo da temperatura, atingindo níveis ideais para o cozimento de alimentos, esterilização de água ou dessecação de materiais alimentares.

Posteriormente, um recipiente contendo água foi posicionado no foco do espelho, sendo explanado o modo como a luz solar atinge a Terra e os processos de transmissão de calor

envolvidos no experimento. O encerramento da atividade contemplou a aplicação de um pós-teste, seguido pela coleta das respostas dos alunos, visando avaliar o aprendizado obtido ao término da sequência didática proposta.

Figura 1 - Forno Parabólico. Visualização do aquecimento da água com um termômetro.



Fonte: Dados da pesquisa

A Figura 1, mostra a aferição inicial da temperatura da água, a qual se estabeleceu em 33,1 °C (temperatura ambiente), o experimento foi montado no ambiente do pátio aberto da instituição educacional, ocorrendo às 14h. Os materiais empregados compreenderam um tripé, um recipiente contendo água, fios para suspensão do recipiente, dois termômetros digitais e um espelho côncavo. No centro do tripé foi posicionado um recipiente contendo água, tendo o espelho sido colocado abaixo deste, direcionando seu foco para o recipiente. Após aguardar um intervalo de cinco minutos, a temperatura da água foi medida atingindo o valor de 60,4 °C, veja Figura 1. Este experimento ilustrou de maneira empírica o aumento de temperatura da água resultante da concentração dos raios solares no foco do espelho, originado pela disposição da antena.

A coleta de dados foi realizada por meio da aplicação de dois questionários: um pré-teste e um pós-teste, cada um composto por 7 questões. As respostas foram categorizadas como corretas, parcialmente corretas ou incertas. As questões avaliaram o conhecimento dos estudantes antes e depois da intervenção em relação aos conceitos de calor, temperatura, condução térmica, convecção, reflexão da luz, refração e espelhos esféricos.

ANÁLISES E RESULTADOS

Inicialmente, os estudantes exibiram certa resistência em relação à disciplina, devido às consideráveis dificuldades de compreensão associadas à complexidade do conteúdo, principalmente matemática. No entanto, ao perceberem a abordagem experimental do assunto, que evidencia a conexão entre a teoria e a prática, os alunos passaram a manifestar maior interesse pela aula, engajando-se ativamente por meio de questionamentos, observações e associação com suas experiências do cotidiano. Este comportamento destaca a importância da disposição para aprender, conforme postulado pela teoria da aprendizagem significativa. Antes da realização da prática, foi conduzido um pré-teste, seguido pela execução do experimento e aulas teóricas em um momento subsequente, visando a exemplificar o funcionamento do fogão solar. Por fim, um pós-teste foi administrado como uma avaliação diagnóstica.

A comparação entre os resultados do pré-teste e pós-teste foi realizada para analisar as respostas classificadas como corretas, parcialmente corretas e incertas. O resumo das respostas para cada questão encontra-se na Tabela 1, abordando a avaliação dos conceitos de calor, temperatura, condução, convecção, reflexão da luz, refração e espelhos esféricos.

Tabela 1 - Resumo comparativo do percentual das respostas dos estudantes quantos aos questionários de pré-teste e pós-teste.

Questões	Respostas do Pré-Teste (%)			Respostas do Pós-teste (%)		
	Corretas	Parcialmente	Incertas	Corretas	Parcialmente	Incertas
Q1	0	57	43	25	57	18
Q2	87	4	9	92	7	1
Q3	22	45	33	31	35	34
Q4	29	50	21	48	45	7
Q5	50	14	36	55	27	19
Q6	22	59	19	38	48	14
Q7	30	22	48	35	35	30

Fonte: Dados da Pesquisa.

A primeira questão aborda o significado fenomenológico do calor e constata um aumento significativo na taxa de acertos, diminuição de incertas (de 43% para 18%) e o aparecimento de respostas corretas (25%). A segunda questão avalia os distintos processos de transferência de calor - condução, convecção e irradiação - com base em um experimento contextualizado. Neste, observa-se a irradiação dos raios solares sobre um espelho esférico, concentrando-se no ponto focal onde um recipiente contendo água e um termômetro estão posicionados. As respostas revelaram um leve aumento na proporção de respostas corretas e parcialmente (91 % para 99 %), acompanhado de uma redução considerável nas respostas incorretas (9 % para 1 %).

A terceira indagação aborda a explicação fenomenológica do processo de aquecimento da água em um recipiente. Neste contexto, foi analisada experimentalmente a influência do volume (ou massa) de água na variação de temperatura, além do impacto da irradiação, da condução térmica, do equilíbrio térmico e da quantidade de calor requerida para elevar a temperatura da água. Esta questão apresenta uma densidade fenomenológica que contribui para um incremento marginal nas taxas de respostas corretas (de 22% para 31%), observa-se que a quantidade de respostas parcialmente corretas no pré-teste (45 %) reduziu para 35 % no pós-teste, indicando que ocorreu conversão de respostas parcialmente corretas em quantidade de acertos totalmente corretos.

A quarta questão aborda um equipamento de uso generalizado, o termômetro. Foi providenciada uma explicação aos estudantes sobre sua funcionalidade, sendo que 79% deles já possuíam conhecimento prévio sobre o dispositivo, parcialmente ou totalmente correto. Contudo, após a sequência didática, a proporção de respostas corretas atingiu 48%, e parcialmente correto 45 %, totalizando 93 % de respostas coerentes. Evidenciando que o termômetro é um dispositivo termopar utilizado para aferir a temperatura ambiente. Adicionalmente, é importante salientar que a escala de medida do termômetro varia em conformidade com cada região geográfica do planeta. Visto a importância de estudar escalas termométricas.

As questões de cinco a sete abordam de forma contextualizada os princípios fundamentais da ótica, incluindo os conceitos de refração, reflexão, reflexão total, índice de

refração e a variação da velocidade de propagação de ondas em meios heterogêneos, estabelecendo conexões com fenômenos cotidianos. São exploradas aplicações práticas desses conceitos em contextos como miragens, utilização de fibras óticas e a análise de comportamento de luz em dioptros planos.

No contexto da questão cinco, o porcentual de respostas consideradas inteiramente ou parcialmente corretas demonstrou um aumento significativo de 17 %. Por outro lado, a questão seis registrou um decréscimo de 5 % nas respostas incorretas, entretanto, houve um notável acréscimo de 16% exclusivamente nas respostas totalmente corretas para essa mesma questão. A análise da questão sete revelou uma queda de 18% na proporção de respostas avaliadas como incertas, ao passo que houve um aumento de 5% nas respostas totalmente corretas.

Esses resultados indicam a necessidade de um período mais extenso de amadurecimento para a aquisição de conhecimento por parte dos estudantes. Por outro lado, essa melhoria pode estar associada ao experimento que envolve a apresentação de duas teorias distintas (ótica e termodinâmica). Talvez essa sobrecarga de informações possa ter sido excessiva para o tempo disponível.

CONCLUSÕES

O forno parabólico foi empregado como recurso didático no contexto do ensino de física, desempenhando o papel de laboratório prático para a explanação e demonstração dos princípios abordados nos temas de Termodinâmica e Ótica. Essa abordagem teve como objetivo aprimorar a compreensão dos fenômenos físicos tanto no contexto escolar quanto no cotidiano dos alunos, proporcionando uma melhor visualização desses conceitos por meio de uma abordagem prática.

Ao apresentar aos alunos a questão da escassez de gás para a produção de alimentos e sugerir o fogão solar como uma alternativa viável, é possível instigar uma reflexão sobre a importância da atividade para o processo de aprendizagem. Isso estimula os alunos a levantarem hipóteses e a compreenderem a relevância do trabalho realizado.

A análise do experimento utilizado revela a possibilidade de abordar distintos conceitos, cada um demandando experimentação específica, aliada a uma exposição teórica

correspondente. Por exemplo, na ótica da irradiação luminosa, é pertinente examinar o mecanismo de transmissão e propagação da luz no vácuo. Adicionalmente, as erupções solares constituem um fenômeno que, de maneira elementar, resulta na liberação de energia sob a forma de ondas eletromagnéticas, as quais se propagam em direção à Terra.

Ao aplicar a sequência didática à luz da Aprendizagem Significativa de Ausubel, com testes pré e pós-intervenção, foi observado um aumento significativo nas respostas corretas dos alunos em relação às questões propostas. Esse resultado confirma a eficácia do uso de práticas pedagógicas lúdicas e experimentais para a apresentação de conceitos de Física aos estudantes do ensino médio.

O experimento empregado neste estudo, baseado no uso de um forno parabólico, ofereceu uma oportunidade para ilustrar uma variedade de fenômenos físicos, abrangendo desde a condução e irradiação de calor até o funcionamento de espelhos esféricos, a compreensão dos conceitos de temperaturas e do calor, a utilização do termômetro, do conceito de calor específico, entre outros. Essa versatilidade revela-se especialmente benéfica para laboratórios com recursos limitados, fornecendo uma gama diversificada de aprendizados. Ademais, a implementação deste experimento no ambiente do pátio escolar representa uma estratégia eficaz para transcender a estrutura tradicional e muitas vezes rígida da sala de aula. Essa abordagem inovadora proporciona uma experiência de ensino mais dinâmica, agregando diversidade e atratividade ao processo educacional.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi conduzido com o apoio da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), por meio do Projeto Pró-Humanidades 2023.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. A.; MANNARINO, L. A. A Importância da Aula Prática de Ciências para o Ensino Fundamental II. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [S. l.], v. 7, n. 8, p. 787– 799, 2021. DOI: 10.51891/rease.v7i8.2015. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/2015>. Acesso em: 3 jan. 2024.

ANDRADE, A. C.; FELIPE, E.; MEDEIROS, S. A. Da pedagogia tradicional a uma Aprendizagem Significativa. **Episteme Transversalis**, [S.l.], v. 11, n. 2, out. 2020. ISSN 2236-2649. Disponível em: <http://revista.ugb.edu.br/ojs302/index.php/episteme/article/view/2146>. Acesso em: 02 jan. 2024.

ANTONOWISKI, R., ALENCAR, M. V., & ROCHA, L. C. T. (2017). Difficulties to learn and to teach modern physics. *Scientific Electronic Archives*, 10(4), 50–57. <https://doi.org/10.36560/1042017384> ARANTES, S. D. L. F.; MARTINS, I. F. Concepções de professores de ciências biológicas sobre as aulas práticas. **ACTIO Docência em Ciências**, v. 5, n. 3, p. 1, 2020. DOI: 10.3895/actio.v5n3.12408. <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/12408>. Acesso em: 3 jan. 2024.

ARISTON, M.; AQUINO, A.; SARAIVA, G.; CASTRO, A. J.; VELOSO, M. S. S. DE. O uso de smartphones para o desenvolvimento de atividades experimentais no ensino de física. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 5, n. 3, p. 105-124, 13 ago. 2022. <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2022v5n3.12659>

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

BORSEKOWSKY, A.; KESKE, C.; PIRES, F.; KETZER, F.; NONENMACHER, S. Aprendizagem significativa: transformando a sala de aula em laboratório para o ensino de ciências. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 4, n. 2, p. 13-22, 5 fev. 2021. <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2021v4i2.12066>

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

CAPELATO, O. A.; RODRIGUES, C. N.; GUILHERME, A. P.; YAMAGUCHI, K. Aplicação de modelos de impressão 3D como ferramenta para atividades práticas experimentais no ensino de Física. *Revista Insignare Scientia - RIS*, v. 6, n. 6, p. 710-722, 28 dez. 2023. <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2023v6n6.13194>

SANTANA, S. L. S; PESSANO, E. F. C; ESCOTO, D. F.; PEREIRA, G. C.; GULARTE, C. A. O.; FOLMER, V. O ensino de ciências e os laboratórios escolares no Ensino Fundamental.

VITTALLE - *Revista de Ciências da Saúde*, [S. l.], v. 31, n. 1, p. 15–26, 2019. DOI: 10.14295/vittalle.v31i1.8310. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/vittalle/article/view/8310>. Acesso em: 3 jan. 2024.

CATELAN, S. S.; RINALDI, C. A ATIVIDADE EXPERIMENTAL NO ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS: CONTRIBUIÇÕES E CONTRAPONTO. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 1, p. 306–320, 2018. <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/239>.

COELHO, A. E. de F.; MALHEIRO, J. M. da S. Habilidades cognitivas em processos formativos de professores da educação básica na aprendizagem baseada em problemas. *Investigações em Ensino de Ciências*, [S. l.], v. 24, n. 2, p. 163–180, 2019. DOI: 10.22600/1518-8795.ienci2019v24n2p163. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/1345>. Acesso em: 3 jan. 2024.

COSTA JÚNIOR, J. F.; LIMA, P. P. de; ARCANJO, C. F.; SOUSA, F. F. de; SANTOS, M. M. de O.; LEME, M.; GOMES, N. C. Um olhar pedagógico sobre a Aprendizagem Significativa de David Ausubel. *Rebena - Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem*, [S. l.], v. 5, p. 51–68, 2023. Disponível em: <https://rebena.emnuvens.com.br/revista/article/view/70>. Acesso em: 2 jan. 2024.

DA SILVA JUNIOR, R. N.; NUNES, S. F. L. de C.; BARROS, T. V. dos S.; DE MOURA, L. G. M.; SÁ-SILVA, J. R. Aulas práticas no ensino de ciências. *CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES*, [S. l.], v. 16, n. 3, p. 1044–1061, 2023. DOI: 10.55905/revconv.16n.3-005. Disponível em: <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/432>. Acesso em: 3 jan. 2024.

DE FREITAS, K. E. C.; TEIXEIRA, R. R. P. Experimentos científicos como ferramentas de aprendizagem para o ensino de física. *Revista Brasileira de Física Tecnológica Aplicada*, Ponta Grossa, v. 9, n.2, p. 28-47, dez. 2022.

DO NASCIMENTO, J. C.; DA SILVA, E. S.; DE ARAÚJO, S. A.; DE QUADROS, A. L.; DA SILVA, L. T.; CUNHA, J. S. Aprendizagem a partir de atividades experimentais no ensino de ciências em duas abordagens (tradicional x alternativa). *Brazilian Journal of Development*,

[S. l.], v. 8, n. 4, p. 24608–24628, 2022. DOI: 10.34117/bjdv8n4-126. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/46180>. Acesso em: 3 jan. 2024.

FERREIRA, D. S.; SOUSA, E. N. S.; DIAS, D. B.; FERREIRA, J. S.; CASTILHO, Q. G. da S.; SANTOS, A. J. da S.; SÁ-SILVA, J. R.; DIAS, V. L. N. Ciências nos anos finais do ensino fundamental: ensino de química por meio de atividades experimentais acessíveis. **Revista Foco**, [S. l.], v. 16, n. 10, p. e3101, 2023. DOI: 10.54751/revistafoco.v16n10-107. Disponível em: <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/3101>. Acesso em: 2 jan. 2024.

FERREIRA, S.; CORRÊA, R.; SILVA, F. C. Estudo dos roteiros de experimentos disponibilizados em repositórios virtuais por meio do ensino por investigação. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 25, n. 4, p. 999–1017, out. 2019. <https://doi.org/10.1590/1516-731320190040010>

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

GONÇALVES, R. P. N.; GOI, M. E. J. Uma revisão de literatura sobre o uso da experimentação no ensino de química. **Revista Comunicações**. v.25, n. 3, p. 119-140. 2018.

MARMENTINI, A. A.; COSTA, R. DE S. Método para o ensino significativo de óptica por analogia a pedagogia histórico-crítica. **Scientia Naturalis**, v. 4, n. 1, p. 30–48, 2022. <https://doi.org/10.29327/269504.4.1-3>. Acesso em: 5 mai. 2024.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**, 1942. 2. ed. São Paulo: E.P.U., 2018.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem ativa com significado. **Revista Espaço Pedagógico**, [S. l.], v. 29, n. 2, p. 405-416, 2022. DOI: 10.5335/rep.v29i2.13887. Disponível em: <https://seer.upf.br/index.php/rep/article/view/13887>. Acesso em: 2 jan. 2024.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa em ciências: condições de ocorrência vão muito além de pré-requisitos e motivação. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC**, v. 11, n. 2, p. 25-35, 9 jul. 2021. <https://doi.org/10.31512/encitec.v11i2.434>.

NETO, J. G. P.; OLIVEIRA, A. N. DE; AGUIAR SIQUEIRA, M. C. Ensino de Física moderna e contemporânea no Ensino Médio: o que pensam os envolvidos? **ScientiaTec**, v. 6, n. 1, p. 65–

89, 2019. <https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/ScientiaTec/article/view/3204>. Acesso em: 2 jan. 2024.

OLIVEIRA, D.; MOREIRA, A.; SOARES, E.; RINALDI, C. Experimentação na concepção de professores mestrando em ensino de ciências naturais. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 8, n. 1, p. 10–28, 2020. DOI: 10.26571/reamec.v8i1.9251. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/9251>. Acesso em: 12 abr. 2024.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. H. **Teorias de aprendizagem: texto introdutório**. [Porto Alegre]: UFRGS, 2010.

PARREIRA, J. E.; DICKMAN, A. G. Objetivos das aulas experimentais no ensino superior na visão de professores e estudantes da engenharia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, p. e20200096, 2020. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0096>.

PITANGA, Â. F. Pesquisa qualitativa ou pesquisa quantitativa: refletindo sobre as decisões na seleção de determinada abordagem. **Revista Pesquisa Qualitativa**, [S. l.], v. 8, n. 17, p. 184–201, 2020. DOI: 10.33361/RPQ.2020.v.8.n.17.299. Disponível em: <https://editora.sepq.org.br/rpq/article/view/299>. Acesso em: 3 jan. 2024.

QUARTIERI, M. T.; DULLIUS, M. M.; NEIDE, I. G.; BROCK, L. Atividades experimentais com alunos dos Anos Iniciais: possibilidade de fomentar o interesse pelas Ciências. **Bio-grafia**, [S. l.], 2021. Disponível em: <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/14735>. Acesso em: 2 ene. 2024.

SANTOS, R. dos; MENEZES, A. de. A experimentação no ensino de Química: principais abordagens, problemas e desafios. **REVISTA ELETRÔNICA PESQUISEDUCA**, [S. l.], v. 12, n. 26, p. 180–207, 2020. Disponível em: <https://periodicos.unisantos.br/pesquiseduca/article/view/940>. Acesso em: 2 jan. 2024.

SASSERON, L. H. Práticas constituintes de investigação planejada por estudantes em aula de ciências: análise de uma situação. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 23, p. e26063, 2021. <https://doi.org/10.1590/1983-21172021230101>.

SILVA JUNIOR, R. N., NUNES, S. F. L. DE C., BARROS, T. V. DOS S., DE MOURA, L. G. M., & SÁ-SILVA, J. R. (2023). Aulas práticas no ensino de ciências. **Contribuciones A Las Ciencias Sociales**, 16(3), 1044–1061. <https://doi.org/10.55905/revconv.16n.3-005>.

SILVA, R.; SOUZA, S. Ensino de Física Contextualizado: Estabelecendo Relações entre a Termodinâmica e a Eletricidade. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 2, p. 247–271, 2023.

Recebido: 20/3/2024.

Aceito: 15/6/2024.

Sobre autores:

Raimundo Wellington De Ávila Lira

Mestrando da Universidade Estadual do Ceará. Professor de Ensino Básico da Secretaria de Educação do Estado do Ceará (SEDUC-CE). E-mail: wellington.lira@aluno.uece.br

ORCID:

País: Brasil

Alessandra Alexandrino Aquino

Doutoranda pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Professora Magistério Superior na Universidade Estadual do Ceará (UECE). E-mail: als.aquino@uece.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8946-8555>.

País: Brasil

Gilberto Dantas Saraiva

Doutor pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Professor Magistério Superior na Universidade Estadual do Ceará (UECE). E-mail: gilberto.saraiva@uece.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4912-6213>

País: Brasil

Antonio Joel Ramiro de Castro

Doutor pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Professor Magistério Superior na Universidade Federal do Ceará (UFC). E-mail: joelcastro@fisica.ufc.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3489-8712>.

País: Brasil