

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS E HUMANAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
CURSO DE ADMINISTRAÇÃO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (2025)**

USO DE EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO NA APRENDIZAGEM DA TERMODINÂMICA

USE OF LOW-COST EXPERIMENTS IN LEARNING THERMODYNAMICS

Pedro Lucas da Silva Bastos*
Vinicius Moésio Rosário Queiroz**
Marcelo de Amorim Oliveira**
Subênia Karine de Medeiros**
Jusciane da Costa e Silva**

RESUMO

Este trabalho visa investigar as contribuições das atividades experimentais, como ferramenta didática na construção do conhecimento e aprendizado, certificando-se de sua relevância em sala de aula. O uso de experimentos de baixo custo surge como uma alternativa ao modelo de ensino tradicional da física, em que os alunos tem dificuldades de compreensão devido sua matematização e sem conexo com a realidade. Os experimentos selecionados são de fácil montagem, de forma que não precise de muito tempo para seu planejamento e execução. Propomos a realização de experimentos de termodinâmica para uma turma de 2º ano do ensino médio de uma escola pública da cidade de Mossoró/RN. Usamos a teoria de aprendizagem de Ausubel, para verificar os conhecimentos prévios e a partir dos seus subsurcores dar significado aos novos conhecimentos. Os resultados obtidos mostraram que o uso de experimentos em sala de aula não pode acontecer de forma isolada, ou esporádica, e sim de forma continua, pois só assim será relevante na aprendizagem do discente.

Palavras-chave: experimentos, baixo custo, termodinâmica, aprendizagem significativa.

ABSTRACT

This work aims to investigate the contributions of experimental activities, as a didactic tool in the construction of knowledge and learning, ensuring their relevance in the classroom. The use of low-cost experiments appears as an alternative to the traditional physics teaching model, in which students have difficulties understanding due to its mathematization and lack of connection with reality. The selected experiments are easy to set up, so you don't need a lot of time to plan them. We propose to carry out thermodynamic experiments for a 2nd year high school class at a public school in the city of Mossoró/RN. We use Ausubel's learning theory to verify prior knowledge and, from its subsurface sources, give meaning to new knowledge. The results obtained showed that the use of experiments in the classroom cannot happen in isolation, or sporadically, but rather continuously, as only then will it be relevant to the student's learning..

Key words: experiments, low cost, thermodynamics, meaningful learning.

Disponibilidade DOI: 10.55905/revconv.17n.7-256

1 INTRODUÇÃO

O mundo passou pela pandemia da Covid-19, e naquele momento foi forçado a reinventar o formato de ensino, recorrendo ao Ensino Remoto Emergencial (ERE). Muitos acreditavam que após este período haveria uma modernização no ensino, e de alguma forma, as aulas seriam mais dinâmicas, devido ao grande aparato tecnológicos disponíveis. No entanto, não foi o que aconteceu, passado a pandemia, a maioria das escolas, especialmente as públicas, voltaram a

antiga metodologia de ensino, quadro e pincel.

A física é uma das ciências mais antigas, seu estudo abrange desde do mundo microscópico até as galáxias, sendo responsável por solucionar vários mistérios e sempre buscando responder os questionamentos mais oculto. Deste modo, o entendimento da física é essencial, pois ajuda a estabelecer e compreender fenômenos naturais que rodeiam nosso cotidiano oferecendo uma visão mais profunda e esclarecedora dos fenômenos (Young, 2008, p. 6).

Apesar da importância da física, há muitos relatos da falta de interesse por partes dos discentes (Silva, 2024; Duarte, 2012; Giacomelli, 2020; Pereira, 2021; Santos, 2022), a maioria relacionado a falta de recursos didático nas aulas, aliado a matematização e aulas apenas teóricas. Bulegon (2006) alerta que o uso da metodologia apenas teórica ocasiona, na maioria dos casos, a um baixo rendimento de aprendizagem, gerando consequências como a falta de interesse por parte dos alunos.

Nesse sentido, práticas experimentais podem desempenhar um papel fundamental para despertar a curiosidade dos estudantes, gerando assim, um genuíno interesse em compreender os fenômenos estudados, de forma que o estudante é instigado a buscar e formular suas próprias hipóteses. Ou seja, os experimentos oferecem a oportunidade valiosa de uma aprendizagem prática, bem como complementa o conteúdo teórico da disciplina, fortalecendo a compreensão dos conceitos abordados (Santos, 2016). Dessa maneira, utilizar experimentos de baixo custo como uma ferramenta complementar da metodologia de ensino é estimulante para facilitar o entendimento do discente, aliando a teoria e a prática experimental contribuindo para o seu processo de aprendizado (Freitas, 2022). Portanto, o uso de práticas experimentais no ensino da física não apenas melhora o aprendizado do aluno, mas também motiva os educadores a serem agentes de mudança em sala de aula. Dessa forma, a experimentação melhora a compreensão, bem como enriquece a experiência de ensino, desenvolve habilidades valiosas e prepara os alunos para um futuro de sucesso (Abib, 2003).

Apesar de existirem inúmeras pesquisas que retratam a importância do uso de experimentos (Silva, 2024; Duarte, 2012; Giacomelli, 2020; Pereira, 2021; Santos, 2022; Abib, 2003), o seu uso em sala de aula ainda é pouco praticado, e no caso das escolas públicas, raríssimo. Além disso, o uso desses experimentos simples pode suprir a falta de laboratórios de muitas escolas. Recentemente visitei uma escola pública na cidade de Mossoró, e para minha surpresa tinha laboratório de física, com kits de práticas de excelente qualidade, no entanto, com todo material encaixotado. Ao questionar sobre a falta de uso do laboratório o professor responsabilizou a carga horária excessiva e dificuldade em montá-los.

Este trabalho foi realizado por bolsistas de iniciação científica e tem como objetivo estudar os benefícios que o uso de práticas experimentais pode oferecer na aprendizagem do ensino de física numa turma de 2º ano do ensino médio de uma escola pública na cidade de Mossoró. Os discentes elaboraram cinco experimentos na temática de termodinâmica, interativas e dinâmicas, juntamente com os seus roteiros, um pré-teste e um pós-teste de forma a avaliar os conhecimentos prévios dos estudantes. A finalidade do trabalho proposto é despertar o interesse do discente e incentivar o professor a utilizar com mais frequência experimentos de baixo custo, de fácil acesso, como método suplementar de ensino, já que na maioria das escolas públicas não há laboratório de física ou mesmo de Ciências.

2 DESENVOLVIMENTO

A metodologia utilizada advém do psicólogo educacional David Paul Ausubel (1918-2008), que desenvolveu estudos acerca dos processos envolvidos na construção educacional dos indivíduos, lavando-o a criação da teoria de aprendizagem significativa. Para Ausubel, aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo (Moreira e Masini, 1982). O princípio abordado pelo autor nessa teoria define a importância de usar os conhecimentos prévios dos discentes, como meio que auxilie e contribua para o entendimento do conteúdo, significando que ao se utilizar das próprias experiências será criado uma didática bastante benéfica e efetiva. Segundo Ausubel (1978, p.41),

“a essência do processo de aprendizagem significativa é que ideias simbolicamente expressas sejam relacionadas de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária ao que o aprendiz já sabe, ou seja, à algum aspecto de sua estrutura cognitiva especificamente relevante para a aprendizagem dessas ideias. Este aspecto especificamente relevante pode ser, por exemplo, uma imagem, um símbolo, um conceito, uma proposição, já significativo.” (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980).

Para alcançar a concretização de entendimento e compreensão de um dado conceito estudado pelo aluno, o autor define alguns parâmetros que garantam esse aprendizado, em que a compreensão genuína de um conceito ou proposição implica a posse de significados claros, precisos, diferenciados

e transferíveis (Moreira e Masini, 2011). Tais afirmações significam que o verdadeiro conhecimento é adquirido de uma maneira completa, quando o indivíduo utiliza suas próprias palavras ao dar significado àquilo que foi aprendido, e não dê respostas repetidas e mecanizadas que acabem limitando o conhecimento adquirido.

A partir do uso da teoria da aprendizagem de Ausubel como fundamentação para o trabalho, foram realizados o planejamento e aplicação de experimentos relacionados ao ensino da física, onde usamos um pré-teste antes de realizamos os experimentos. Além disso, durante a execução o professor-aplicador estava sempre buscando a participação dos discentes de forma a extrair seus conhecimentos prévios e partir daí dar significado aos novos conhecimentos.

Durante a apresentação foram mostrados cinco experimentos construídos por materiais de baixo custo, que abordavam os temas dos estudos gases, propagação de calor e dilatação térmica. Em todo início das cinco práticas experimentais, iniciamos com um questionamento relacionada ao cotidiano, que remetia ao conhecimento teórico que iria ser tratado posteriormente. Em seguida, é feito uma explanação abordando de fato os conceitos teóricos envolvidos na temática junto com a execução do experimento, e por fim, são apresentados os roteiros com questionamentos sobre o que foi visto, buscando dessa forma analisar o impacto dessa metodologia.

3. ATIVIDADES EXPERIMENTAIS REALIZADAS

A seguir serão apresentados os experimentos que foram aplicados em sala de aula, sobre o conteúdo de termodinâmica presente na grade escolar do 2º ano do ensino médio. As práticas experimentais foram aplicadas na Escola Estadual José Martins de Vasconcelos, localizada na cidade de Mossoró-RN. Os conteúdos estudados foram gases ideais, dilatação térmica e propagação de calor. Os experimentos foram aplicados em dois momentos, o primeiro sobre os estudos dos gases, onde foram realizados três experimentos, e no segundo momento mais dois experimentos sobre dilatação térmica e propagação de calor.

3.1 ESTUDO DOS GASES

Nessa seção trataremos de experimentos sobre as transformações isotérmica, isobárica e isovolumétrica. Foram realizados um conjunto de experimentos envolvendo o estudo dos gases e suas transformações alcançadas pela manipulação de suas três grandezas fundamentais: pressão, volume e temperatura.

O primeiro, aborda a transformação isotérmica, onde não há variações de temperatura, utilizando um pote de plástico fechado com um bico de válvula (pito) de pneu de bicicleta, criando um sistema fechado. Internamente, no recipiente há uma bexiga, um pouco cheia de maneira que encoste nas suas paredes, e como acessório final é necessário ter em mãos uma bomba de ar que se encaixe no pito, como demonstrado na Figura 1. Para a execução do experimento é feito um bombeamento de ar para o interior do recipiente, e logo em seguida observa-se o que ocorre com a bexiga.

Figura 1. Experimento de transformação isotérmica.



Fonte: Autores, 2024.

Durante sua aplicação, com o intuito de torná-lo mais interativo, antes de se iniciar a injeção de ar é feito o questionamento do que acontecerá com a bexiga, de forma que possamos avaliar as suas expectativas com a execução do experimento. Ao realizar a ação de bombeamento estamos aumentando a pressão do recipiente e da mesma maneira na bexiga. O resultado dessa aplicação é que a pressão aumentará naquela região fazendo com que a bexiga diminua, confirmando a equação dos gases ideais, que relaciona de forma inversamente proporcional a pressão e volume, o que significa que ao liberar esse ar presente no pote, a bexiga poderá crescer novamente, pois seu volume aumenta.

No segundo experimento, exploramos a transformação isobárica, caracterizada pela constância da pressão, enquanto manipulamos a temperatura e o volume. Para criar a variação no volume, usamos uma garrafa plástica pequena com uma bexiga na boca utilizando água morna como fonte de calor, conforme mostra a Figura 2. Ao realizar o experimento, submergindo a garrafa na água

morna, observamos que o gás contido no recipiente aquece, resultando em uma expansão no seu volume. Esse fenômeno ilustra de maneira concreta os princípios da transformação isobárica, destacando a relação de proporcionalidade entre temperatura e volume com a pressão mantida constante.

Figura 2. Experimento de Transformação Isobárica.



Fonte: Autores, 2024.

No terceiro experimento é abordado a transformação isovolumétrica, na qual modificamos a pressão e a temperatura enquanto mantemos o volume constante. Utilizamos uma garrafa PET pequena, com um furo em sua tampa e um canudo fixado, como representado na Figura 3. Para uma melhor visualização, acrescentamos corante à água, e como fonte de calor colocamos água morna.

Figura 3. Experimento de Transformação Isovolumétrica.



Fonte: Autores, 2024.

Ao iniciar o experimento, questionamos aos discentes sobre o que aconteceria. Ao submergimos a garrafa na água morna observamos que, com o aumento da temperatura, houve um aumento na pressão e como o volume não variou, a pressão na água superou a pressão atmosférica e resultou no transbordamento de água pelo canudo. Este fenômeno evidencia de forma prática os efeitos da transformação isovolumétrica.

3.2 DILATAÇÃO TÉRMICA E PROPAGAÇÃO DE CALOR

No segundo momento, aplicamos experimentos relacionado aos conceitos de dilatação térmica e propagação de calor. Assim, o quarto experimento envolveu conceitos relacionados à dilatação térmica linear. Neste experimento, colou uma folha de papel alumínio a uma folha de papel A4, unindo-as, e utilizando uma vela como fonte de calor, como mostrado na Figura 4, observamos a dilatação dos materiais. A abordagem consistiu em aproximar a chama das folhas e observar os efeitos resultantes.

Figura 4. Experimento de Dilatação Térmica.

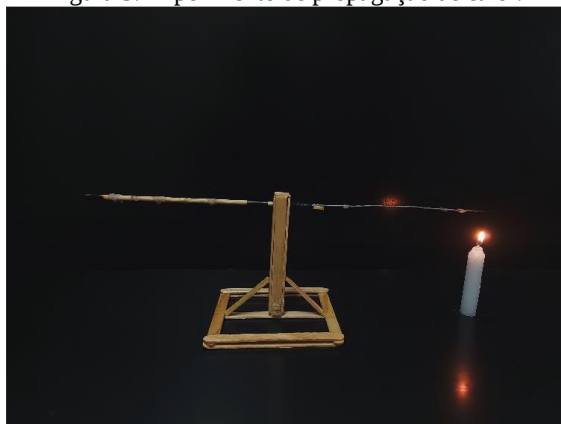


Fonte: Autores, 2024.

Novamente com o objetivo despertar a participação dos discentes, perguntamos qual seria o resultado ao aproximar esse dispositivo a fonte de calor? Em seguida, conduzimos o experimento, aproximando as folhas da chama, aquecendo-os e gerando uma agitação nas suas moléculas, resultando em uma expansão. No entanto, devido à utilização de dois materiais distintos, observamos que suas dilatações ocorreram de maneiras diferentes.

O quinto experimento focou na propagação de calor em sólidos, especificamente através da condução térmica. Nesse experimento, utilizamos um aparelho construído com palitos de picolé que servia de base para segurar os dois materiais usados, a madeira e metal, com o objetivo de comparar qual dos dois apresenta uma melhor capacidade de condução térmica. A abordagem envolveu usar uma vela acesa em cada extremidade dos materiais para observar e analisar a eficiência na propagação de calor em cada material. Também foram depositadas cera derretida sobre os materiais testados, proporcionando assim uma perspectiva mais clara sobre qual deles se propagaria de forma mais eficiente.

Figura 5. Experimento de propagação de calor.



Fonte: Autores, 2024.

Igualmente aos experimentos anteriores, levantamos questionamentos aos alunos sobre qual material teria uma melhor propagação de calor. Nesse momento sempre há uma boa discussão, e sempre há as mais diversas teorias sobre a resposta. Posteriormente, realizamos efetivamente o experimento e ao acender as velas em ambas as extremidades do aparelho, observamos um aumento significativo no movimento na gangorra (energia cinética) e, conseqüentemente, uma maior agitação das moléculas nos materiais testados, como resultado percebemos que o metal tem uma eficiência melhor que a madeira quando se trata de propagação de calor.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No início da aula foi perguntado a turma sobre qual seria a maior dificuldade na aprendizagem do ensino de física, vários discentes relataram que sua falta de compreensão está relacionada com a dificuldade na matemática, outro ponto mencionado foi falta de experimentos para maior entendimento, ou seja, a realidade que muitos autores relatam.

Após essa conversa inicial, explicamos como seria a dinâmica, aplicando o pré-teste antes do experimento e um pós-testes em seguida. Os discentes deveriam responder um breve roteiro com questionamentos acerca do conteúdo abordado, possibilitando uma coleta de dados sobre a compreensão dos discentes a respeito do tema. Nele, estavam presentes perguntas sobre situações

cotidianas.

A turma em que os experimentos foram realizados é uma do 2º ano do ensino médio regular da escola pública da cidade de Mossoró, que tinha em média 30 discentes. No entanto, como a aplicação foi realizada em dois dias a quantidade de respostas obtidas variam, desta forma, a análise dos resultados foi feita de forma percentual das respostas obtidas, atribuindo a elas a classificação: correta, parcialmente correta e incorreta ou sem resposta. Logo, a apresentação dos resultados está relacionada à quantidade de discentes participantes e da porcentagem para cada classificação de respostas extraídas.

4.1 EXPERIMENTO: ESTUDO DOS GASES

No momento de aplicação deste roteiro estavam presentes vinte e três estudantes, onde eles responderam três perguntas distintas que envolviam o tema sobre estudos dos gases. Na primeira pergunta: **“Suponha que você tenha um balão preto inflado em um dia ensolarado. O que acontece com o balão à medida que ele fica exposto à luz solar? Qual transformação de gás está envolvida nesse processo?”**. Nesse questionamento, era esperado que o aluno notasse qual tipo de transformação ocorre nessa situação, no caso uma transformação isobárica, onde dado o aumento de temperatura o volume de ar presente no balão alteraria, se expandindo até estourar. Na Figura 6 são apresentadas as porcentagens de respostas, antes (R1) e depois (R2) do experimento e logo abaixo serão transcritas algumas respostas dada pós-testes.

Figura 6. Gráficos referentes as respostas antes, R1, e depois R2, do experimento dos gases.



Fonte: Elaborado pelos autores

Observamos que houve uma diminuição na porcentagem de respostas parcialmente correta e um aumento nas respostas erradas após a realização do experimento. A seguir serão transcritas algumas respostas:

Discente 1: “O balão estoura” (Parcialmente correta).

Discente 2: “O balão estoura” (Parcialmente correta).

Discente 3: “Não sei” (Errada ou sem resposta).

Discente 4: “Ela vai manter o tamanho” (Errada ou sem resposta).

Discente 5: “Ele murcha porque a temperatura é maior que o volume” (Errada ou sem resposta).

Acreditamos que esse resultado possa estar relacionado com o fato de ser o primeiro contato dos discentes com experimentos e pelo tempo ter sido pouco, já que nesse primeiro contato tivemos que explicar toda a logística do projeto, diminuindo o tempo deles responderem as questões. Observe que as duas primeiras respostas eles entendem o que acontece com o balão, no entanto, não explicam o motivo, como desejávamos.

Segunda pergunta: “João deixou sua bicicleta parada por um longo período na sua garagem, protegida da luz solar, quando foi andar novamente percebeu que os pneus tinham ficado murchos. O que acontece com o ar dentro dos pneus?”.

Essa pergunta, pode ter algumas interpretações, a primeira seria que ao colocar a bicicleta em um local livre do sol logo a pós usá-la haveria uma diminuição de temperatura e conseqüentemente, de seu volume, dado a pressão constante presente no interior do pneu (transformação isobárica), ou dado um tempo maior que ela está parada na garagem há uma mudança completa da temperatura, no caso sua diminuição, que influencia de maneira diretamente proporcional na pressão em um volume constante, que é o caso do pneu. Ambas essas afirmações foram levadas em questão durante a análise e classificação dessa resposta. Seus dados estão demonstrados pela Figura 7.

Figura 7. Gráficos referentes as respostas R1 e R2 da 2ª pergunta do roteiro estudo dos gases.



Fonte: Elaborado pelos autores

Novamente o número de respostas erradas ou sem respostas aumentou após a realização do experimento, conforme pode ser visto na Figura 7. Os resultados foram semelhantes a questão anterior. Nessa questão, por haver a presença de duas linhas de pensamento possíveis pode ser que tenha ocorrido uma mistura de informações, levando a todos os participantes a uma dificuldade de compreensão.

Discente 1: “A falta do calor diminui a pressão que tinha nos pneus?” (correta).

Discente 2: “Os pneus iriam secar por conta do desgaste deles com um tempo” (Parcialmente correta).

Discente 3: “A pressão aumenta e o ar sai” (Errada ou sem resposta).

Discente 4: “Sem resposta” (Errada ou sem resposta).

Discente 5: “Sem resposta” (Errada ou sem resposta).

Na terceira e última pergunta foi abordado: “Ao utilizar uma panela de pressão para cozinhar alimentos, qual tipo de transformação ocorre? E como afeta o tempo de cozimento em comparação com uma panela comum?”.

Esse questionamento verdadeiramente faz parte do cotidiano. Nele a resposta esperada se refere a uma transformação isovolumétrica, em que ao receber o calor do fogão acontece o aumento da temperatura na panela e, conseqüentemente, seu aumento de pressão, levando ao cozimento mais rápido dos alimentos. Os gráficos referentes as respostas estão presentes na Figura 8, logo a seguir de algumas de suas respostas transcritas.

Figura 8. Gráficos referentes as respostas R1 e R2 da 3ª pergunta do roteiro estudo dos gases.



Fonte: Elaborado pelos autores

Dentre as perguntas desse tema foi a que houve crescimento nas respostas corretas. Contudo, ainda se tornou um percentual abaixo do esperado, dado a intenção da metodologia proposta.

Discente 1: “O ar fica lá dentro criando mais pressão, e cozinhando melhor os alimentos, por causa da temperatura” (correta).

Discente 2: “O ar fica lá dentro criando mais pressão e cozinhando melhor os alimentos” (correta).

Discente 3: “Pressão constante, a pressão quente ajuda a cozinhar melhor” (Errada ou sem resposta).

Discente 4: “Sem resposta” (Errada ou sem resposta).

Discente 5: “Não sei” (Errada ou sem resposta).

Assim, terminamos o primeiro momento da aplicação de experimentos e a seguir descreveremos os resultados do segundo dia de aplicação dos experimentos de baixo custo.

4.2 EXPERIMENTO: DILATAÇÃO TÉRMICA

Na realização desses experimentos estavam presentes vinte e um discentes que responderam duas perguntas sobre o tema. A primeira: “Um pote de vidro com tampa de metal precisa ser aberto e diversas pessoas tentam, mas não conseguem, até que alguém leva o pote para esquentar em água quente, onde logo em seguida é possível retirar a tampa. Explique o motivo do porquê isso foi possível?”.

respostas corretas esperadas envolviam explicar que através do uso de uma fonte de calor (água quente) o material da tampa, metal, iria se dilatar mais que o pote de vidro, e com isso seria possível retirá-la. Respostas que se aproximavam dessa afirmação, mas sem nenhum aprofundamento, eram consideradas parcialmente corretas e as respostas ou afirmações que fugiram desta solução foram consideradas erradas. A seguir, na Figura 9, são apresentadas as porcentagens de respostas, antes (R1),

e depois (R2) do experimento. Logo abaixo serão transcritas algumas respostas.

Figura 9. Gráficos referentes as respostas R1 e R2 da 1ª pergunta do roteiro de dilatação térmica.



Fonte: Elaborado pelos autores

Pela Figura 9, é perceptível nas comparações das porcentagens uma melhora de respostas corretas, tendo um aumento de pouco mais de 10% pós uso e explicações com os experimentos, porém pode ser observado também que algumas das respostas parciais se converteram em erradas ou sem resposta, provavelmente por alguma confusão por parte do aluno. A seguir uma transcrição de respostas de cada grupo:

Discente 1: “A tampa dilata e expande o seu tamanho, com isso fica fácil de sair” (correta).

Discente 2: “Quando aquece dilata a tampa” (Correta).

Discente 3: “Por causa da dilatação” (Parcialmente correta).

Discente 4: “Não sei” (Errada ou sem resposta).

Discente 5: “Água quente” (Errada ou sem resposta).

Nas respostas corretas foi notado uma grande assimilação do tema com situações do cotidiano. Na resposta parcial, houve somente algumas afirmações vagas que estão relacionadas ao tema, mas precisavam de um desenvolvimento maior para atender o objetivo buscado. Por fim, em sua maioria houve uma ausência de respostas dado algum motivo, e algumas relações erradas que não atendiam a pergunta proposta como é o caso do discente 5.

A segunda pergunta: “**Na construção de uma casa sempre que são colocadas cerâmicas no piso ou em paredes é necessário colocar um rejunte entre cada unidade de cerâmica, qual seria o motivo?**”. A resposta mais aceita trata-se novamente da dilatação de corpos, em que o uso dos rejuntas servem de prevenção da quebra das cerâmicas, dado sua expansão (dilatação superficial), em decorrência das variações de temperatura ao longo do dia. Da mesma forma, foram colhidas respostas e seus percentuais foram demonstrados pelos gráficos da Figura 10.

Figura 10. Gráficos referentes as respostas R1 e R2 da 2ª pergunta do roteiro de dilatação.



Fonte: Elaborado pelos autores

Observamos que houve uma evolução dos alunos que responderam errado ou não responderam após a realização do experimento, conforme pode ser visto pela Fig. 10, aumentando para 35% o número de discentes que acertou. O que confere um resultado positivo pois o conceito fundamental foi compreendido. Segue algumas respostas:

Discente 1: “Para a cerâmica não expandir e quebrar” (correta).

Discente 2: “Para dar espaço a sua dilatação” (Correta).

Discente 3: “Para evitar que a cerâmica quebre” (Parcialmente correta).

Discente 4: “Porque dilata” (Parcialmente correta).

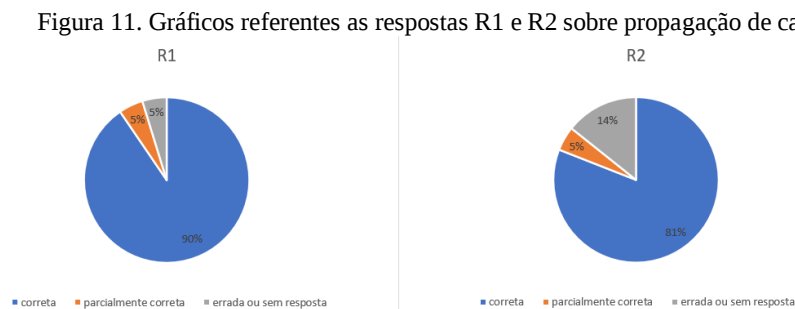
Discente 5: “Não sei” (Errada ou sem resposta).

Analisando esse grupo de respostas notamos que a maioria respondeu corretamente o questionamento. A presença majoritária de respostas definidas como parcialmente corretas mostra que de alguma forma eles conseguiram assimilar os conceitos estudados e que posteriormente precisam ser maturados para que possam ser fixados.

4.3 EXPERIMENTO: PROPAGAÇÃO DE CALOR

Essas práticas experimentais foram executadas no mesmo dia que as de dilatação térmica, portanto, estavam presentes vinte e um discentes em sala de aula. A primeira pergunta sobre

propagação de calor foi: **“Um cozinheiro está preparando uma sopa, mas para isso deve garantir que os ingredientes se misturam bem na panela enquanto ela está no fogão, dessa forma, ele deve escolher uma colher que possibilita realizar atividade sem se queimar. Qual colher ele deve escolher? Por quê?”**. Uma resposta aceitável seria escolher uma colher de madeira, pois ela possui baixa condutividade térmica. A Figura 11 mostra a porcentagem de das respostas dos discentes.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Estranhamente houve um aumento nas respostas erradas ou deixadas em branco, acreditamos que isso aconteceu pelo tempo da aula está se esgotando e os discentes estavam impacientes para sair de sala, o que resultou em um número maior de perguntas sem respostas, conforme pode ser visto na Figura 11. A seguir são transcritas algumas respostas.

Discente 1: **“De madeira, porque a madeira não conduz calor como a de ferro.”** (correta)

Discente 2: **“colher de madeira, porque a de ferro aquece mais”** (correta)

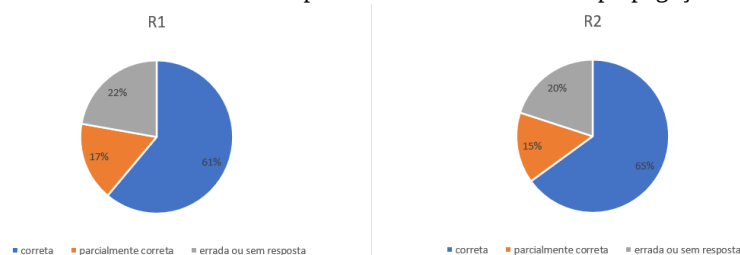
Discente 3: **“Porque a madeira não conduz calor”** (parcialmente correta)

Discente 4: **“De madeira, pois a madeira não conduz calor”** (parcialmente correta)

Discente 5: **“a colher de ferro propaga calor e a de madeira não”** (parcialmente correta)

A última pergunta foi **“Ana deseja descongelar um pedaço grande de carne, ela pode optar por colocá-lo em uma bacia com água em uma certa temperatura (água quente) ou em uma superfície a temperatura ambiente, explique qual a melhor opção e por quê?”**. A resposta correta seria afirmar que ao colocar a carne na água quente, ela descongelaria mais rápido.

Figura 12. Gráficos referentes as respostas R1 e R2 do roteiro de propagação de calor.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 12 mostra os resultados praticamente os mesmos antes e depois da realização do experimento, apesar de uma pequena melhoria nas respostas corretas. A seguir algumas respostas dadas pelos discentes.

Discente 1: **“é melhor colocar na água quente pois o calor da água passa para carne.”** (correta)

Discente 2: **“colocar na bacia com água quente porque é mais rápido.”** (correta)

Discente 2: **“água quente.”** (Parcialmente correta)

Discente 3: **“no sol, porque o sol é mais quente.”** (Errada ou sem resposta)

Discente 4: **“no sol, porque eu acho que a água quente não vai descongelar.”** (Errada ou sem resposta).

Apesar dos resultados apresentados, houve uma grande participação e interação da turma durante toda as execuções dos experimentos. Portanto, acreditamos que alcançamos pelo menos o objetivo de tornar a aula mais participativa e interessante. Outro ponto relevante é que através de experimentos simples pudemos mostrar para os discentes que é possível realizar experimentos mesmo com materiais de fácil acesso e baixo custo.

5 CONCLUSÃO

A ação apresentada teve finalidade estimular os discentes de uma escola pública a participarem mais ativamente nas aulas de física. Encontramos uma turma apática ao ensino de física, pouquíssimos interessados, e mesmo esses percebíamos que existiam uma falta de alicerce em sua base.

Conversamos com o professor da turma teste, e nos foi relatado que a escola tem grande dificuldade em preencher o quadro de professores para todas as disciplinas, por exemplo, esse projeto

foi aplicado no final do mês de maio, e até esse momento existiam disciplinas sem professores, o que inclusive nos foi oferecido esses horários, “livres”, como forma de manter os alunos na escola. Um fato importante a ser destacado, é que em 2022 fomos aplicar um projeto nesta escola, e o problema era o mesmo, dificuldade em preencher o quadro de professores, e naquele momento nosso projeto servia como “um tapa horário”. Alguns podem achar que isso é um caso isolado, mas não é, especialmente em cidade do interior, em que é possível que isso proceda até o fim do ano letivo, e o discente terminar sem estudar disciplinas básicas.

Toda explanação dessa realidade cruel, é para justificar que nossos resultados não são isolados, se fizéssemos em mais turmas, em mais escolas, possivelmente o resultado seria o mesmo. Na realidade, aplicamos esse mesmo estudo em outra escola, e obtemos um resultado pior, em termos quantitativos. No entanto, resolvemos focar apenas no resultado dessa última escola.

Diante da realidade expostas, acreditamos que o uso de experimentos nas aulas de física auxilia a aprendizagem do discente, no entanto, devem acontecer de forma contínua e participativa, de forma que o discente consiga amadurecer suas ideias e ser agente de sua própria aprendizagem.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação (PROPPG) da Ufersa pelo financiamento interno do Edital 12/2023, bem como a Chamada CNPq/MCTI nº 10/2023 - Edital Universal, Processo nº 404199/2023-2.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Scielo, v. 25, 176-194, junho de 2003.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional** 2 ed. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980.

BULEGON, A. M. **Potencialidades dos experimentos na aprendizagem significativa dos conceitos físicos de hidrostática**. 2006. N. 97. Mestrado (Profissionalizante em Ensino de Física e Matemática) – Universidade Franciscana, Rio Grande do Sul, RS, 2006.

DUARTE, S. E. Física para o Ensino Médio usando simulações e experimentos de baixo custo: um exemplo abordando dinâmica da rotação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Santa Catarina, v.29, 525 - 542, setembro de 2012.

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.

GIACOMELI, A. C.; SILVA, C. J. S.; ROSA, C. T. W.; Construção de um pêndulo com ímã e bobina destinado ao ensino do eletromagnetismo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Santa Catarina, v.37, 909 -924, agosto de 2020.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F.; **Aprendizagem Significativa: A teoria de David Ausubel**. São Paulo: Editora Moraes LTDA, 1982.

PEREIRA, J. L. **Proposta de experimentação de baixo custo no ensino de física**. 2021. n. 65. Monografia (Graduação em Física) – Universidade Federal do Pará, Abaetetuba, 2021.

SANTOS, G. A. R. **A importância do uso de experimentos no ensino de ciências**. 20106. n. 47. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Volta Redonda, 2016.

SANTOS, G. F. **Atividades Experimentais de Baixo Custo para o Ensino de Mecânica**. 2022. n.53. Licenciatura (Física) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2022.

SILVA, A. P. A ludicidade e o ensino de Física: relato de experiência a partir de experimentos de baixo custo. **A Física na Escola**, [S. l.], v. 22, n. 1, p. 230137, maio de 2024.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, Roger A.; **Física I**. 12. Ed. São Paulo, SP: Addison Wesley, 2008, p.6.