



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS VII - PATOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E SOCIAIS APLICADAS - CCEA
DEPARTAMENTO DA FÍSICA
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA**

TATIANE FRANÇA OLIVEIRA

**ENSINO DE CALORIMETRIA ATRAVÉS DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DE
BAIXO CUSTO**

**PATOS – PB
2024**

TATIANE FRANÇA OLIVEIRA

ENSINO DE CALORIMETRIA ATRAVÉS DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DE
BAIXO CUSTO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada a
Universidade Estadual da Paraíba, como
requisito parcial à obtenção do título de
Graduada em Licenciatura Plena em Física.

Área de concentração: Ensino de Física

Orientador: Profa. Ma. Daniely Maria Oliveira da Silva.

PATOS - PB
2024

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

O48e Oliveira, Tatiane Franca.
Ensino de Calorimetria através de atividades experimentais de baixo custo [manuscrito] / Tatiane Franca Oliveira. - 2024.
41 p. : il. colorido.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas, 2024.
"Orientação : Profa. Ma. Daniely Maria Oliveira da Silva, Coordenação do Curso de Física - CCEA. "

1. Ensino de Física. 2. Experimento de baixo custo. 3. Calorimetria . I. Título

21. ed. CDD 536

TATIANE FRANÇA OLIVEIRA

ENSINO DE CALORIMETRIA ATRAVÉS DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DE
BAIXO CUSTO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada a
Universidade Estadual da Paraíba, como
requisito parcial à obtenção do título de
Graduada em Licenciatura Plena em Física.

Área de concentração: Ensino de Física

Aprovada em: 25/06/2024.

BANCA EXAMINADORA

Daniely Maria Oliveira da Silva
Prof. Ma. Daniely Maria Oliveira da Silva (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Messias de Brito Cruz
Prof. Dr. Messias de Brito Cruz
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Maria Betânia Soares da Silva Batista
Prof. Ma. Maria Betânia Soares da Silva Batista
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a Deus por toda força concedida durante toda esta jornada acadêmica, agindo como combustível em dias de desânimo, onde o sentimento de incapacidade predominava constantemente. A presença do Senhor, me fez superar os obstáculos diariamente, permitindo-me vivenciar todas as experiências durante estes cinco anos de graduação.

Obrigada à minha família, por todo apoio e incentivo durante essa caminhada, primeiramente ao meus pais Vanderlan Ferreira e Aucileide Oliveira, onde desde novinha me ensinaram que a maior riqueza é a educação e por esse meio seria capaz de realizar grandes sonhos. Sempre ressaltando que tudo na vida exige esforço e dedicação.

Ao meu namorado Alisson Moura, agradeço por sempre me animar, mesmo quando desacreditei de mim mesma. Esteve ao meu lado em cada dia de estresse, choro e insegurança, suas palavras me deram força para prosseguir. Eu te amo, minha vida!

Durante minha caminhada acadêmica tive a honra de conhecer amigas incríveis, desde já quero dar o meu muito obrigada às minhas parceiras de curso, Amanda, Claricy e Wanslley. Vocês foram peça chave para realização deste sonho. Caminhamos juntas, enfrentando cada obstáculo ao longo do caminho, a companhia de vocês tornou tudo mais leve.

Quero agradecer a minha querida orientadora, Daniely Maria, que acreditou em mim desde o início, mesmo em meios aos meus ataques de ansiedade, desde o início me falou “vai dar tudo certo”, abraçou o meu projeto e se pôs a disposição para me ajudar da melhor forma possível. Sua garra me deu força e segurança para que pudéssemos prosseguir. Quando pensei em você para ser minha orientadora, não sabia que iria aceitar, pois não nos conhecíamos, mas de cara recebi seu apoio, isso foi de extrema importância pra mim, pois desde esse momento soube que não estaria sozinha nesta caminhada.

Quero deixar os meus agradecimentos à Rejane por ter contribuído inicialmente para que minha pesquisa ocorresse.

De forma geral, obrigada a todos que contribuíram para que esse sonho se tornasse realidade.

RESUMO

Ao observarmos o ensino básico, encontramos diversas dificuldades nos espaços formais de ensino, especialmente em relação à forma como o conteúdo é trabalhado. O ensino muitas vezes se baseia em fórmulas e manipulação matemática, limitando-se à simples exposição do conhecimento. Ao estudarmos o ensino de Física, especificamente, percebemos uma carência na área, o que torna necessário um olhar mais criterioso por parte dos docentes e a busca por formas de ensinar que cativem os estudantes. Uma possibilidade é a utilização de metodologias ativas, especialmente as práticas experimentais, que são ferramentas eficientes no processo de assimilação do conhecimento, pois tornam os estudantes mais ativos na sua aprendizagem. Sabemos que nem todas as instituições de ensino possuem laboratórios físicos equipados, o que impede o uso de atividades experimentais em sala de aula. Uma alternativa é a utilização de experimentos de baixo custo, que podem suprir essa necessidade, proporcionando maior dinamismo ao ensino. Este trabalho é de caráter qualitativo, classificado como pesquisa-ação, e tem como objetivo o uso de experimentos de baixo custo para o estudo da calorimetria, com a intenção de contribuir para o processo de ensino-aprendizagem dos estudantes. O projeto foi desenvolvido em uma escola pública no município de Paulista-PB, em uma turma do 2º ano do ensino médio. Observou-se que os estudantes foram receptivos a novas metodologias de ensino. Com a execução da atividade experimental, percebemos que os estudantes a consideraram interessante e motivadora. Por meio deste trabalho, demonstramos que atividades experimentais de baixo custo são bem aceitas no ambiente escolar, pois permitem aos estudantes aprofundar conceitos físicos vistos teoricamente e podem ser primordiais para a melhoria do ensino-aprendizagem.

Palavras-Chave: Ensino de Física; Experimento de baixo custo; Calorimetria.

ABSTRACT

When observing basic education, we find various difficulties in formal educational settings, especially regarding how content is delivered. Teaching often relies on formulas and mathematical manipulation, limiting itself to the simple exposition of knowledge. In studying the teaching of Physics specifically, we perceive a deficiency in the area, making it necessary for educators to adopt a more critical approach and seek ways to engage students effectively. One possibility is the use of active methodologies, especially experimental practices, which are efficient tools in the process of knowledge assimilation because they make students more active in their learning process. We know that not all educational institutions have well-equipped physical laboratories, which hinders the use of experimental activities in the classroom. An alternative is the use of low-cost experiments, which can meet this need, providing greater dynamism to teaching. This work is qualitative in nature, classified as action research, and aims to use low-cost experiments for the study of calorimetry, with the intention of contributing to the teaching-learning process of students. The project was developed in a public school in the municipality of Paulista-PB, in a 2nd-year high school class. It was observed that students were receptive to new teaching methodologies. With the execution of the experimental activity, we noticed that the students found it interesting and motivating. Through this work, we demonstrate that low-cost experimental activities are well accepted in the school environment, as they allow students to deepen their understanding of physical concepts seen theoretically and can be crucial for the improvement of teaching and learning.

Keywords: Physics Education; Low-Cost Experiment; Calorimetry.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Pirâmide de aprendizagem segundo Willian Glasser	11
Figura 2 – Uma fogueira nos aquece através da transferência de calor	18
Figura 3 – A água está recebendo calor, dessa forma sua temperatura aumenta (calor sensível)	19
Figura 4 – A água está recebendo calor. Contudo, sua temperatura permanece constante (100 °C), pois está ocorrendo mudança de seu estado físico (fervendo) (calor latente)	19
Figura 5 – Revisão do conteúdo de calorimetria	27
Figura 6 – Execução do experimento de baixo custo	27
Figura 7 – Transmissão do vídeo	28
Figura 8 – Montagem do experimento exibido	28
Figura 9 – Aplicação do questionário final	29

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Tabela 1 – Calor específico de algumas substâncias	20
--	----

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	9
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1	Metodologias ativas de aprendizagem	11
2.2	O uso de práticas experimentais para o ensino de Física	13
2.2.1	<i>Experimento de Baixo custo</i>	14
2.3	Alguns conceitos da Calorimetria	17
2.3.1	<i>Temperatura, Calor e Equilíbrio térmico</i>	17
2.3.2	<i>Fontes de Calor</i>	18
2.3.3	<i>Calor sensível e calor latente</i>	19
2.3.4	<i>Calor específico e Capacidade térmica</i>	19
3.	METODOLOGIA	24
3.1	Natureza da pesquisa	24
3.2	Coleta e análise dos dados	24
3.3	Etapas da aplicação da proposta	25
3.4	A proposta de atividade experimental de baixo custo	25
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
4.1	Aplicação da proposta experimental de baixo custo na sala de aula	26
4.2	Análises dos questionários	29
4.2.1	<i>Análise do questionário inicial</i>	29
4.2.2	<i>Análise do questionário final</i>	32
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
	REFERÊNCIAS	38
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO INICIAL	40
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO FINAL	41

1. INTRODUÇÃO

A Física é uma área de conhecimento que nos permite entender o mundo através de justificativas e hipóteses distintas. Porém, para os estudantes é uma das disciplinas mais desafiadoras, rodeada de cálculos rebuscados, teorias complicadas, o que acaba gerando uma falta de interesse deles para com os conceitos apresentados pelos docentes, em sala de aula. Ao pensar no âmbito da aprendizagem, é importante dar uma maior atenção aos conceitos físicos do que às fórmulas, visto que não tem sentido a memorização de fórmulas sem a capacidade de compreender os conceitos que as fundam (Moreira, 2021).

Pensar em novas possibilidades educacionais faz-se necessário mediante as dificuldades que são vivenciadas na escola. O uso de metodologias ativas na sala de aula, possibilita o estudante a ser mais ativo no processo de aprendizagem. Ensinar através de práticas experimentais é um exemplo de metodologia ativa, pois é uma maneira do estudante colocar em ação tudo aquilo que foi abordado no contexto teórico, em sala de aula, além de oportunizar uma formação mais diversificada. Dessa forma, ao mesmo tempo que o aluno pensa o mesmo desenvolve, com isso a assimilação de conhecimento torna-se mais favorável (Lovato et al., 2018; Silva, 2021).

As atividades experimentais podem proporcionar aos estudantes um despertar para a sua própria aprendizagem, pois o envolvimento que eles acabam por fazer durante essa prática, torna possível um melhor entendimento dos conhecimentos estudados em sala. O docente é crucial no processo de aplicação dessas atividades, pois é a partir dele o papel de intermediador e orientador da execução das mesmas. Salientamos também, que o contato direto entre estudantes e docente, gera um ambiente de discussão e interação mútua sobre os conceitos estudados no ambiente de sala de aula (Batista et al., 2009).

Sabemos que nem todas as instituições de ensino possuem laboratórios físicos, para a prática da experimentação, por este motivo, o docente pode utilizar de meios alternativos para desenvolver aulas mais dinâmicas, como por exemplo, a utilização de experimentos de baixo custo, cujos materiais são alternativos e de fácil acesso.

Entendemos que os estudantes possuem dificuldades, para compreender os conceitos físicos que são trabalhados em sala de aula, e o docente ao utilizar de experimentos simples, para relacionar teoria à prática, os estudantes podem compreender a relação muito mais facilmente. Porém, quando é lançados somente definições teóricas, prontas e acabadas, e formulação matemática, sem que haja uma discussão mais aprofundada, nota-se que gera uma

grande lacuna entre a aprendizagem necessária e o conhecimento adquirido no momento (Duarte, 2012).

Com isso buscamos investigar o uso da experimentação de baixo custo como uma alternativa para o ensino da Calorimetria, em uma escola da educação básica, contribuindo para que os estudantes compreendam melhor a temática, através da união de teoria e prática. Além de proporcionar o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes.

No segundo capítulo deste trabalho, é trazida uma discussão sobre as metodologias ativas para o ensino, também das atividades experimentais, mais precisamente a experimentação de baixo custo, além de alguns conceitos da calorimetria. No terceiro capítulo trazemos a descrição metodológica do trabalho de investigação. No quarto capítulo trazemos nossa perspectiva da aplicação da atividade experimental em sala de aula, além das percepções dos estudantes para a atividade desenvolvida. E por fim, trazemos algumas considerações acerca do trabalho desenvolvido.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Metodologias ativas de aprendizagem

A educação é de fundamental importância para qualquer indivíduo, não só por ser uma garantia prevista na Constituição Federal de 1988 e no Estatuto da Criança e do Adolescente de 1990, mas também por ser considerada a chave para o progresso. Além disso, está ligada a fatores de valor inestimável, pois o processo de desenvolvimento do ser humano depende do processo do ensino-aprendizagem (Ricardo; Zylbersztajn, 2008).

Quando falamos em aprendizagem nada é supérfluo, pois todas as formas de ensinar são importantes e devem tentar ser trabalhadas de forma conjunta, para um melhor resultado da aprendizagem dos estudantes. Algumas formas de ensino, ou metodologias de ensino, podem apresentar resultados mais eficientes do que outros, mas não podemos ficar em uma única forma de ensinar. É de grande relevância deixar claro que o docente, como transmissor de conhecimento, tem o papel de introduzir em seus planejamentos estratégias e metodologias de ensino inovadoras, envolvendo a prática. Dessa forma, o ensino começará a progredir de forma mais expressiva.

Sob a perspectiva adquirida com o decorrer da aprendizagem escolar, pode-se destacar a relação direta entre o ensino e a prática. Trabalhar com metodologias ativas tem como resultado uma aprendizagem mais significativa. Essa ideia é fortalecida pela Pirâmide de Aprendizagem desenvolvida pelo psicólogo Willian Glasser, ilustrada na Figura 1, na qual se enfatiza a grande relevância de se trabalhar em sala de aula com a implementação de metodologias ativas. Isso mostra que o ensino estritamente tradicional, baseado apenas na leitura, na escrita ou mesmo no simples fato de ouvir, resulta em um percentual de desenvolvimento muito menor (Viana, 2021).

Figura 1: Pirâmide de aprendizagem segundo Willian Glasser.



Fonte: Viana (2021)

Morán (2015, p. 17) fala que:

As metodologias precisam acompanhar os objetivos pretendidos. Se queremos que os alunos sejam proativos, precisamos adotar metodologias em que os alunos se envolvam em atividades mais complexas, em que tenham que tomar decisões e avaliar os resultados, com apoio de matérias relevantes. Se queremos que sejam criativos, eles precisam experimentar inúmeras novas possibilidades de mostrar sua iniciativa (Morán, 2015, p. 17).

O surgimento de metodologias ativas veio para mudar o cenário educacional. Tendo como objetivo trazer para sala de aula, aulas mais dinâmicas que fujam do modelo de aula dialogada-expositivo. Dessa forma, o estudante sai da sua zona de conforto, tornando-se protagonista, como parte fundamental e ativa da própria aprendizagem. Além disso, trabalhar em sala de aula utilizando esses métodos proporciona uma maior interação entre o docente e os estudante. O ensino então passa a ser compartilhado e o processo de aprendizagem é melhorado (Lovato et al, 2018).

Cabe o destaque para as dificuldades enfrentadas por docentes e estudantes nas escolas, principalmente da rede pública de ensino, como por exemplo, desmotivação dos estudantes para com as aulas, salas superlotadas, falta de recursos, falta de docentes atuantes nas instituições. E quando olhamos para a quantidade de docentes existe um déficit para docentes atuantes, mas que estes são aptos pra lecionar em suas áreas de formação (De Rezende Pinto, 2014). Esses fatores influenciam na educação e na sua qualidade. E diante destas circunstancias, não cabe somente aos docentes a tarefa de contornar essas dificuldades, mas também é necessária uma rede de apoio da instituição escolar, da família e de iniciativas públicas para que a escola seja um local de aprendizagem.

Dentro das metodologias ativas temos a prática experimental como uma possibilidade para o ensino, principalmente o ensino de Ciências. Em que nessa prática, os estudantes vivenciam o processo de construção da ciência dentro da sala de aula, e podem por meio dessa atividade refletir, ter independência na construção do experimento, aprender a trabalhar em equipe, entre outras habilidades. O papel do professor nesse processo é agir como mediador de conhecimento, proporcionado aos estudantes caminhos para que eles possam pensar sobre os conteúdos trabalhados em sala de aula (Batista et al, 2009).

2.2 O uso de práticas experimentais para o ensino de Física

O ambiente escolar deve ter como principal objetivo proporcionar um espaço onde os alunos adquiram conhecimento. É viável construir esse ambiente através do desenvolvimento de práticas experimentais para o ensino de Ciências, especialmente no ensino de Física. No entanto, é sabido que essa abordagem de ensino tem sido pouco utilizada desde os primórdios. Segundo os relatos de Gaspar (2014, p.13):

Laboratórios de Física quase nunca existiam, pois a maior parte dos aparelhos de demonstração podia ser levada à sala de aula. Os equipamentos eram construídos artesanalmente e em dimensões suficientemente grandes para que pudessem ser vistos a distância – o que os tornava muito caros. Por isso, poucas escolas podiam dispor de um aceso significativo deles (Gaspar, 2014, p.13).

Na atualidade pouca coisa mudou, visto que atividades experimentais para o ensino de Física são pouco trabalhadas ou não trabalhadas em sala de aula, Gaspar (2014, p. 14):

A proposta central desse movimento era fazer do estudante um participante ativo na aquisição do próprio conhecimento, opondo-se, assim, à passividade que lhe era imposta no ensino tradicional (Gaspar, 2014, p.14).

É essencial que o ensino de Física busque ativamente envolver os alunos, tornando-os participantes ativos do processo de aprendizagem. Nesse sentido, faz-se necessário introduzir abordagens mais dinâmicas, como por exemplo, a realização de atividades experimentais. Essas práticas não apenas tornam o aprendizado mais palpável e interessante, mas também estimulam o pensamento crítico, a investigação e a aplicação prática dos conceitos teóricos aprendidos. Essas práticas, no ensino de Ciências, não buscam apenas transmitir o conhecimento, mas também promover um ensino mais agradável para o estudante, e segundo Carvalho (2009, p. 153),

Se o ensino for agradável, se fizer sentido para as crianças, elas gostarão de Ciências e terão maior possibilidade de serem bons alunos nos anos posteriores. Se esse ensino for aversivo, exigir memorização de conceitos fora do entendimento da criança e for descompromissado com sua realidade, à aversão pelas Ciências será instalada (Carvalho, 2009, p.153).

Para que o ensino seja proveitoso no ambiente escolar, é necessário cativar os estudantes, sendo o docente de cada turma a chave para o aprendizado. Assim, é fundamental que ele busque conhecimentos e habilidades distintas ao longo do desenvolvimento acadêmico, visando sempre adequar os conteúdos à melhor forma de ensinar.

Quando falamos sobre o ensino, muitas vezes não paramos para pensar que ele só merece ser assim titulado se realmente fazer valer o seu significado, tendo dessa forma sua eficácia comprovada, em outras palavras, se o estudante aprender. Não há uma construção de ensino se os estudantes não aprenderem. Dessa forma, o trabalho do docente deve ser baseado na aprendizagem, visando sempre as melhores formas de ensino, onde os estudantes consigam assimilar os conteúdos trabalhados. A aprendizagem deve estar presente em sala de aula como os dois lados de uma mesma moeda, onde o ensino é a cara e a aprendizagem a coroa (Carvalho, 2009).

Sobre o ensino de Física, os PCN's destacam que:

O ensino de Física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado. Privilegiar a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual da abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos. (Brasil, 2000, p.22).

Diante das formas como o ensino de Física tem sido trabalhado e dos resultados alcançados, é evidente que aulas baseadas estritamente em conceitos, leis e fórmulas não atingem os objetivos desejados. Dessa forma, se partirmos para aulas mais demonstrativas e práticas, onde é possível visualizar exemplos reais, o alcance do conhecimento será outro.

Segundo Moreira (2015), sobre o papel do docente:

O professor além de ter um preparo acadêmico na área de conhecimento, deve se comprometer inteiramente na educação, apesar das inúmeras barreiras que poderão surgir, opondo-se as práticas do seu ensino, podendo assim, inovar, diversificar nas atividades experimentais, adotando inclusive experimentos de baixo custo como ferramenta metodológica de ensino. (Moreira, 2015, p.16).

Desenvolver atividades experimentais não é uma tarefa fácil para os docentes, pois há escolas que não possuem laboratórios de Física. No entanto, como alternativa a essas dificuldades, surge a experimentação de baixo custo, na qual podemos utilizar recursos de fácil acesso para trabalhar o ensino de Física nas escolas.

2.2.1 Experimento de baixo custo

A experimentação é uma das chaves para despertar o interesse dos estudantes pela aprendizagem, sendo uma forma envolvente de ensinar, especialmente nas aulas de ciências.

Através das aulas experimentais, os alunos podem esclarecer suas dúvidas de maneira concreta, levantar novas questões e testar as teorias estudadas.

Quando introduzimos algo novo na sala de aula, como um experimento, a maioria dos estudantes demonstra interesse e curiosidade pelo assunto. Portanto, não podemos afirmar que aulas desse tipo não contribuem significativamente para o ensino de Física.

Hoje em dia a sociedade nos fornece muita coisa pronta e acabada. Por esse motivo as crianças desde cedo não são estimuladas a usar de sua criatividade e imaginação, no passado as crianças confeccionavam seus próprios brinquedos, e desenvolviam capacidades motoras, além de o processo delas os criarem, gerava um valor imaterial. Da maneira semelhante, podemos conduzir essa ideia para o ensino através da experimentação, visto que, se o estudante construir e desenvolver o experimento em sala de aula, ele irá se sentir bem mais ativo no processo de aprendizagem (Dos Santos, De Carvalho Piassi e Ferreira, 2004).

Dentro de realidades em que na escola não há laboratório, ou recursos para a realização de atividades experimentais, a proposta da experimentação de baixo custo surge como uma alternativa e uma possibilidade, de se realizar esses tipos de atividades, além de mostrar para os estudantes que a física pode ser interessante, e que está aplicada no mundo ao seu redor (Moreira, 2015).

O experimento de baixo custo é algo transformador, pois é possível proporcionar aulas experimentais para todos os tipos de instituições, até mesmo aquelas com pouquíssimos recursos. Os experimentos de baixo custo desempenham um papel fundamental no ensino devido à sua acessibilidade e versatilidade. Estes experimentos, muitas vezes feitos com materiais simples e facilmente encontrados, proporcionam uma oportunidade valiosa para os estudantes explorarem conceitos científicos de forma prática e envolvente (Dos Santos, De Carvalho Piassi, Ferreira, 2004; Moreira, 2015).

Ao contrário dos experimentos mais complexos encontrados em laboratórios especializados, os experimentos de baixo custo são acessíveis a uma variedade maior de instituições educacionais, permitindo que escolas com recursos limitados também ofereçam experiências significativas em ciências. Além disso, a capacidade de reciclar e reutilizar materiais nessas experiências não apenas reduz os custos, mas também promove a consciência ambiental entre os alunos, destacando a importância da sustentabilidade e do uso responsável dos recursos. Essa prática de ensino atua como amenizadora da falta de recursos, podendo assim tornar o ensino mais satisfatório (Moreira, 2015; Mourão, Da Silva, Sales, 2020; França, Lopez, 2022).

Sobre experimentos de baixo custo Moreira nos diz que:

O interesse por experimentos de baixo custo no ensino de Física é salutar aos objetivos didáticos, no que se diz respeito à forma como o educando irá interagir com a teoria aprendida em sala de aula ao se deparar com a prática vivenciada no seu cotidiano (Moreira, 2015, p.20).

Quando o estudante consegue associar a teoria vista e estudada em sala com o cotidiano, se torna mais fácil aprender e guardar esse conhecimento e não apenas ser algo “decorado” para a realização de uma avaliação. Em termos de ensino, sair de práticas mais tradicionalistas, em que as aulas são expositivas e dialogadas, e trazendo aspectos mais práticos, podemos ter resultados melhores no processo de ensino-aprendizagem.

O desenvolvimento de atividades experimentais em sala de aula depende da ligação existente entre a teoria e a prática. É interessante que os estudantes entendam a relação entre os fenômenos físicos existentes e desenvolvidos em sala de aula. Dessa forma, o processo pedagógico é satisfeito.

As aulas experimentais tanto podem ser demonstrativas, pelo docente, como desenvolvidas e construídas pelos próprios estudantes e para isso não é necessário materiais caros ou laboratórios sofisticados, é possível desenvolver aulas desse tipo por meio da utilização de matérias de baixo custo, mas sempre trazendo uma boa organização, um bom diálogo entre estudantes e docente, e também uma boa análise, para que assim seja possível compreender e interpretar da maneira correta os fenômenos físicos que ali são estudados (Da Silva et al, 2017).

Sobre as vantagens da experimentação de baixo custo, Moreira nos diz que,

O fácil manuseio dos equipamentos de baixo custo no ensino de Física, proporciona um maior interesse do aluno com a disciplina, o qual já se encontra familiarizado com os materiais, levando-o a descoberta de que o ensino teórico tem uma aplicabilidade prática ao invés de ser puramente teórico, quadro e giz (Moreira, 2015, p.23).

Enfim, é crucial destacar a importância das atividades experimentais como ferramentas essenciais no processo de ensino, contribuindo significativamente para enriquecer o ambiente escolar. Ao proporcionar experiências práticas e concretas, essas atividades promovem uma maior conexão entre os conteúdos abordados em sala de aula e a realidade do dia a dia dos estudantes. Essa proximidade com situações reais não só torna o aprendizado mais interessante e envolvente, mas também facilita a compreensão e a internalização dos conceitos físicos, que muitas vezes podem parecer abstratos quando apresentados apenas de forma teórica.

Assim, as atividades experimentais não apenas promovem a familiaridade com os temas estudados, mas também possibilitam uma compreensão mais clara e objetiva dos fenômenos

físicos que nos rodeiam, preparando os alunos para enfrentar os desafios do mundo real com conhecimento e confiança.

2.3 Alguns conceitos da Calorimetria

A calorimetria é a parte da Física que estuda trocas de energia, denominadas as medidas de calor, entre os corpos ou sistemas, e faz parte do estudo da termodinâmica. Esse estudo é fundamental em diversas aplicações no cotidiano (Halliday, Resnick, Walker, 2009).

Para que se possa entender o ensino de calorimetria é necessário compreender primeiro os conceitos básicos de forma clara e objetiva, havendo uma progressão no que está explícito nos livros (Cerdeira, 2020). Abordaremos nesse tópico a relação entre temperatura e calor e o equilíbrio térmico, fontes de calor, as diferenças entre calor latente e calor sensível, além de capacidade térmica e equação fundamental da calorimetria.

2.3.1 Temperatura, Calor e Equilíbrio térmico

Temperatura e calor são conceitos que muitas vezes tem compreensões parecidas, por exemplo é muito fácil associarmos as expressões ‘quente’ e ‘frio’ tanto a temperatura quanto ao calor. Porém os dois são conceitos completamente diferentes enquanto que *temperatura* é associado a energia cinética do sistema o *calor* refere-se a transferência de energia entre corpos (Sears e Zemansky, 2008; Halliday, Resnick, Walker, 2009). Podemos ainda restringir que, a temperatura estará associado a agitação dos átomos dentro de um determinado material enquanto que calor é “a energia transferida de um sistema para o ambiente ou vice-versa devido a uma diferença de temperatura” (Halliday, Resnick, Walker, 2009, p. 190).

Se quisermos aumentar ou diminuir a temperatura de um corpo, precisamos então fornecê-lo energia, do tipo térmica, para que este aumente sua temperatura, ou retirar energia dele, para que este diminua sua temperatura. Assim, teremos uma variação de temperatura

Se pegarmos uma xícara com uma temperatura menor (frio) e colocarmos um líquido com uma temperatura maior (quente), depois de um tempo podemos observar que a xícara também ficará mais quente e o líquido mais frio que a inicial, pois estarão em um processo de trocas de calor entre o líquido e a xícara; se colocarmos um termômetro para medirmos a temperatura de ambos, notaremos depois de um tempo que eles entrarão em um estado que poderemos medir a mesma temperatura, tanto na xícara quanto no líquido, ou seja não existe

mais nenhuma variação de temperatura entre ambos, é um estado chamado de equilíbrio térmico (Sears e Zemansky, 2008; Halliday, Resnick, Walker, 2009).

O estado de equilíbrio térmico ocorre quando dois corpos que estão com temperaturas diferentes entram em contato havendo troca de energia entre eles. Assim, de forma natural, o corpo com maior temperatura transfere energia para o corpo com menor temperatura. A corrente de energia continua até os dois corpos atingirem a mesma temperatura, dessa maneira podemos dizer que ambos atingiram um estado de equilíbrio térmico (Sant'Anna et al, 2013).

2.3.2 Fontes de Calor

É possível aumentar a temperatura de um corpo fornecendo energia por meio de uma determinada fonte de calor. Há diferentes tipos de fontes de calor. Ao colocarmos a água fria que está na geladeira, por exemplo, em contato com a chama do fogão ela vai esquentar; quando saímos no sol a temperatura da nossa pele aumenta; dentro de casa a temperatura também pode aumentar, se utilizarmos um aquecedor elétrico ou até mesmo se acendermos uma lareira. Dessa forma, o Sol, a lareira, o aquecedor elétrico, uma fogueira, como ilustrado na Figura 2, são considerados fontes de calor (Sant'Anna et al, 2013).

Figura 2: Uma fogueira nos aquece através da transferência de calor.



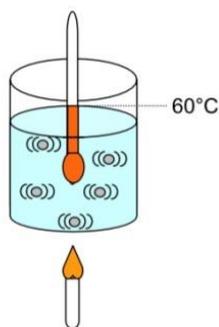
Fonte: <https://www.todamateria.com.br/calorimetria/>.

Quando dois corpos que estão com temperaturas diferentes entram em contato ocorre troca de energia entre eles. Dizemos que o corpo com maior temperatura atua como fonte de calor sob o corpo de menor temperatura. Por exemplo, se colocarmos uma panela com água no fogo, testemunhamos que a temperatura da água vai aumentar, chegando até a borbulhar. Nesse caso em questão, o fogo atua como fonte de calor sob a panela com água. Dessa forma, “dizemos que fonte de calor, para determinado corpo que possui uma temperatura t , poderá ser qualquer outro corpo que esteja a uma temperatura maior que t ” (Sant'Anna et al, 2013, p.62).

2.3.3 Calor sensível e calor latente

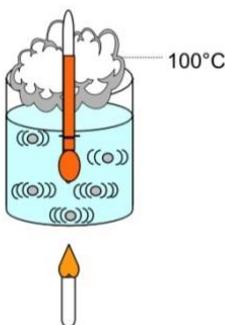
Quando um corpo recebe energia, ele pode provocar duas reações, ou a variação da temperatura ou a mudança de estado físico. Quando um sistema cede ou recebe calor e tem como reação apenas a mudança de temperatura, dizemos que o corpo recebeu *calor sensível* (Q), como mostra a Figura 3. Todavia, existem situações em que o efeito produzido é a mudança de estado. Por exemplo, quando colocamos uma panela com água no fogo, a água começa a borbulhar (fervendo) e forma um vapor, dessa forma seu estado vai mudar do líquido para o gasoso. Nesse caso, dizemos que o corpo recebeu *calor latente* (L), pois houve mudança de estado físico, como ilustra a Figura 4 (Sobrinho e Souza, 2006; Halliday, Resnick, Walker, 2009).

Figura 3: A água está recebendo calor, dessa forma sua temperatura aumenta (calor sensível)



Fonte: Sobrinho e Souza, 2006, p. 80.

Figura 4: A água está recebendo calor. Contudo, sua temperatura permanece constante (100 °C), pois está ocorrendo mudança de seu estado físico (fervendo) (calor latente)



Fonte: Sobrinho e Souza, 2006, p. 80.

2.3.4 Calor específico e Capacidade Térmica

Vamos imaginar algumas situações, por exemplo, na época do verão, que é caracterizada por ser a estação mais quente do ano, muitas pessoas buscam ir a piscinas para se refrescar. A

sensação que temos ao mergulhar é prazerosa, isso acontece porque a camada de ar que abrange nosso corpo é substituída pela camada de água, visto que a temperatura do ar é maior que a temperatura da água (Sant'Anna et al, 2013).

Durante a noite a temperatura do ar diminui se comparado com o período diurno, ao mergulharmos na água da piscina temos a sensação de estar aquecida. Dessa forma, mesmo em períodos diferentes do dia a água da piscina é agradável. Isso ocorre porque a água e o ar tem diferentes capacidades de receber ou ceder calor, pois a radiação solar provê a mesma quantidade de calor para o ar e para a água da piscina, todavia, o ar se aquece mais rapidamente do que a água durante o período diurno e esfria mais rapidamente no período noturno (Sant'anna et al, 2013).

Para compreendermos como ocorre esses fenômenos, precisamos entender o que é calor específico e capacidade térmica.

Sant'Anna et al (2013, p.65), nos diz que calor específico:

[...] é uma característica de cada material, expresso geralmente em cal/g °C, e representa a quantidade de calor que deve ser fornecida ou retirada de cada 1 grama do material para que sua temperatura aumente ou diminua 1 °C, respectivamente. (Sant'Anna et al, 2013, p.65).

Ou seja, o calor específico vai depender do material do corpo. A Tabela 1 mostra o calor específico de algumas substâncias a 25° C e a pressão de 1 atm. Perceba que o calor específico da água é maior da tabela, ou seja, essa substância precisa de uma quantidade maior de calor recebido ou cedido para modificar sua temperatura em 1° C.

O calor específico de cada material é que define a forma como este absorve ou doa calor, e que não existe duas ou mais substâncias com o mesmo valor de calor específico.

Tabela 1: Calor específico de algumas substâncias

MATERIAL	CALOR ESPECÍFICO (cal/g.°C)
Acetona	0,52
Areia	0,2
Água	1
Cobre	0,09
Etanol	0,59
Ferro	0,11
Ouro	0,03
Prata	0,05
Alumínio	0,22

FONTE: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/calor-especifico.htm>

Dessa forma, Sant'Anna diz que,

[...] dois corpos formados por uma mesma substância e que têm a mesma massa sofrerão variações de temperatura (ΔT) proporcionais às quantidades de calor (Q) absorvidas por ele [...]. (Sant'Anna et al, 2013, p.65).

Portanto, para o valor definido de massa do corpo, teremos que, o calor absorvido (Q) e a variação de temperatura (ΔT), são exatamente equivalentes.

$$Q \propto \Delta T$$

A variação de temperatura (ΔT) e a massa de uma substância (m) podem ser contrariamente proporcionais. Para entendermos melhor, vamos analisar um experimento onde dois recipientes estão no fogo com a mesma quantidade de água e também, com a mesma quantidade de calor fornecido. O que ocorrerá se dobrarmos a massa de um dos recipientes?

A variação de temperatura (ΔT) será cortada pela metade. Nesse caso em específico, a massa e a variação de temperatura são contrariamente proporcionais.

$$\Delta T \propto \frac{1}{m}$$

Agora, se desejarmos manter a mesma variação de temperatura em ambos os recipientes mesmo dobrando a massa da substância, também será necessário dobrar a quantidade de calor absorvido pelo corpo. Ou seja, Sant'Anna (2013, p.69) “quantidade de calor (Q) e massa da substância (m) são grandezas diretamente proporcionais, quando se mantem fixa a variação de temperatura (ΔT)”.

$$Q \propto m$$

Por meio destas relações, podemos estabelecer uma equação, onde pode-se calcular a quantidade de calor que um corpo com determinada massa e calor específico cede ou absorve, variando sua temperatura. Assim,

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad (1)$$

Em que Q é a quantidade de calor, medido em cal (*caloria*) ou J (*Joule*), m a massa do corpo, medido em *grama* (g) ou *quilograma* (kg), c o calor específico da substância, medido em calorias por grama vezes grau Celsius (cal/g.°C) ou Joule por quilograma vezes kelvin (J/kg.K) e ΔT a variação de temperatura do corpo, médio em *grau Celsius* (°C) ou *kelvin* (K).

A equação (1) nos diz que o calor cedido ou recebido por um corpo é proporcional ao produto da quantidade de massa que este corpo possui, pelo calor específico da substância e a variação de temperatura que este corpo sofreu. Ela é denominada como a equação fundamental da calorimetria.

Já a capacidade térmica está diretamente ligada as quantidades de calor (Q), recebido ou cedido a um corpo, e a variação de temperatura que o corpo adquire. Contudo é possível que a variação de temperatura se comporte de maneira diferente em corpos distintos. Por exemplo, se dois corpos, de massas diferentes, forem expostos a uma fonte de calor, a temperatura de um dos corpos poderá se elevar a 10 °C, enquanto a do outro corpo se eleve apenas a 5 °C (Sant’Anna et al, 2013).

Halliday, Resnick e Walker (2009, p.191) definiram a capacidade térmica como “a constante de proporcionalidade entre o calor Q recebido ou cedido por um objeto e a variação de temperatura ΔT do objeto”. Assim,

$$Q = C \Delta T = C(T_f - T_i) \quad (2)$$

Reorganizando a equação (2), temos:

$$C = Q / \Delta T \quad (3)$$

Onde, C é a capacidade térmica, medida em calorias por grau Celsius (cal /°C) ou Joule por Kelvin (J/K)., Q a quantidade de calor transferida, medida em cal ou J, e ΔT a variação de temperatura que o corpo sofre, medida em °C ou K.

Consideremos um corpo com massa m , que recebe certa quantidade de calor Q e sofre uma variação de temperatura ΔT . Sabendo que a quantidade calor Q é dada pela equação (1) e substituindo esta equação na equação (3), temos que:

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

$$C = \frac{(m \cdot c \cdot \Delta T)}{\Delta T}$$

$$C = m \cdot c \quad (4)$$

Essa equação nos mostra que a capacidade térmica de um corpo é diretamente proporcional à sua massa e ao calor específico do material. Além do mais, pode depender da quantidade de massa que o corpo possui, por exemplo, se considerarmos dois objetos que tenham o mesmo material, mas possuam massas diferentes, estes terão capacidades térmicas adequadas a suas massas. Ou seja, quanto maior for a massa, maior é a capacidade térmica do corpo.

Dessa forma, podemos definir “capacidade térmica por unidade de massa, ou *calor específico* c , que se refere não a um objeto, mas a uma massa unitária do material de que é feito o objeto”. (Halliday, Resnick e Walker, 2009, p.191).

Sobre capacidade térmica Sant’Anna, nos diz o que:

A capacidade térmica é uma característica do corpo, e não do material que o constitui. Assim, dois corpos formados pelo mesmo material podem ter capacidades térmicas diferentes, caso suas massas não sejam iguais. (Sant’Anna et al, 2013, p.64).

Por exemplo, se forem colocadas duas panelas com quantidades de água diferentes no fogo com o objetivo de que ambas as massas atinjam a mesma temperatura, é necessário fornecer uma maior quantidade de calor para a panela com maior quantidade de água.

3. METODOLOGIA

Neste tópico trazemos uma discussão sobre o processo de trabalho para a realização da proposta do uso da atividade experimental de baixo custo, descrevendo a natureza da nossa pesquisa, bem como as etapas da realização da atividade proposta para o estudo da Calorimetria.

3.1 Natureza da pesquisa

Esse trabalho é de natureza qualitativa, que segundo Gibbs (2009, p. 08) são pesquisas que visam “abordar o mundo “lá fora” (e não em contextos especializados de pesquisa, como os laboratórios) e entender, descrever e, às vezes explicar os fenômenos sociais “de dentro” de diversas maneiras diferentes”. Na ciência possuímos vários meios de percepção e compreensão do mundo ao nosso redor e para Stake (2016, p. 21) a ciência “possui um lado qualitativo em que a experiência pessoal, a intuição e o ceticismo trabalham juntos para ajudar a aperfeiçoar as teorias e os experimentos”.

Dessa forma, pode-se compreender a pesquisa qualitativa como sendo algo ativo, visto que se trata de um momento de análise, onde, por exemplo, podemos analisar na prática as experiências de um grupo de estudantes, que seria justamente o caso em questão. A prática utilizada para a análise do projeto de pesquisa ocorreu em forma de questionários buscando assim obter resultados distintos.

3.2 Coleta e análise dos dados

A captação de dados ocorreu por meio de dois questionários, de caráter investigativo. Os questionários estão entre os meios mais utilizados para obter informações, pois trata-se de um meio econômico e democrático, pois contém os mesmos questionamentos para todos os envolvidos na coleta de dados, além de manter o anonimato. Possui questões distintas, podendo ser questionamento abertos, de múltipla escolha ou até mesmo do tipo sim ou não (Barbosa, 1998).

O primeiro questionário que foi intitulado de “Questionário Inicial” (APÊNDICE A), buscou-se analisar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre calorimetria, além de compreender o que para eles poderia ser agregado as aulas de Física para que estas fossem mais atrativas. O segundo questionário intitulado de “Questionário Final” (APÊNDICE B), além de buscar conhecer o grau de assimilação do conteúdo, após a atividade realizada, procurou

compreender se a aplicação de um atividade experimental contribuiu para a aprendizagem do conteúdo.

Ambos os questionários, possuem questões objetivas e abertas.

3.3 Etapas da aplicação da proposta

A proposta foi realizada em 4 momentos, no primeiro momento aplicamos o ‘Questionário Inicial’ que teve como objetivo analisar os níveis de conhecimento dos estudantes. No segundo momento aplicamos uma revisão sobre o conteúdo de calorimetria. O terceiro momento foi desenvolvido a atividade experimental de baixo custo. E no quarto momento ocorreu a aplicação do ‘Questionário Final’.

3.4 A proposta de atividade experimental de baixo custo

A proposta de atividade experimental teve como intuito mostrar a relação existente entre a capacidade térmica e o calor específico de corpos de substâncias diferentes. Além do mais, buscamos compreender como a relação entre a variação de temperatura e a quantidade de calor, fornecida a um determinada substância, age sobre substâncias diferentes.

Trouxemos um experimento de baixo custo, de fácil acesso, utilizamos uma vela, um isqueiro, copos descartáveis, água e areia.

Inicialmente, acendemos as velas e a fixamos em uma superfície, em seguida preenchemos os copos um com água e outro com areia, os dois com a mesma quantidade, e posteriormente, posicionamos um copo de cada vez em contato com a chama da vela. E então, os estudantes observaram como se comportava cada substância. E tiravam suas conclusões sobre capacidade térmica e calor específico.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O trabalho foi construído e realizado na escola de rede pública Escola Estadual do Ensino Fundamental e Médio Professora Margarida Medeiros<< no município de Paulista-PB, localizado no interior do sertão da Paraíba, em uma turma do 2º ano do ensino médio, com um total de 20 estudantes.

A seguir descreveremos a proposta da prática experimental, e sua aplicação na escola, além das análises dos questionários aplicados.

4.1 Aplicação da proposta experimental de baixo custo na sala de aula

A proposta aplicada se dividiu em quatro momentos, totalizando 6 aulas, que se dividiu entre as aplicações dos questionários e a atividade experimental.

Inicialmente, conversamos com o docente da turma, para que pudéssemos aplicar a proposta em sua sala de aula, e o mesmo de prontidão aceitou. E em um primeiro contato com a turma, conversamos sobre a nossa proposta e como dar-se-ia o desenvolvimento da mesma na sala de aula.

No primeiro momento da proposta, aplicamos o “Questionário Inicial”, realizado em uma aula, que buscava entender aspectos sobre ensino, o que os estudantes achavam atrativos para uma aula, e também diagnosticar sobre o tema de Calorimetria, que foi um conteúdo que já havia sido trabalhado pelo docente anteriormente. Nessa fase da proposta, 20 estudantes participaram da aplicação do questionário.

No segundo momento, que foi realizado em duas aulas, trabalhamos com uma revisão sobre o conteúdo de Calorimetria, trazendo aspectos que estão presentes em situações no cotidiano, mostrado em figuras para que fosse possível ter uma visualização ilustradas dessas situações.

Por meio dessas aulas, em que tivemos com os alunos um momento mais interativo e de conversa com os estudantes, eles puderam questionar e tirar suas dúvidas, além de reforçar conceitos aprendidos anteriormente, como ilustrado na Figura 5.

Figura 5: Revisão do conteúdo de calorimetria.



Fonte: Fotografia própria.

No terceiro momento, realizado em duas aulas, tivemos o desenvolvimento da atividade experimental, em que esse experimento trabalhava as trocas de calor entre os corpos, para que trabalhássemos a compreensão da capacidade térmica para substâncias diferentes, como ilustrado na Figura 6, abaixo.

Figura 6 – Execução do experimento de baixo custo



Fonte: Fotografia própria

Inicialmente colocamos uma vela acesa, e em seguida os estudantes iam posicionando um copo descartável que tinham diferentes substâncias, como ar, areia e água, sobre a chama da vela, e eles observaram como se comportava o aquecimento de cada substância ao serem aquecidas. Nesse processo os alunos participaram ativamente da atividade, em que os mesmos tiveram um contato com os materiais utilizados e conseguiram perceber visualmente como acontece esse aquecimento.

Depois do experimento, apresentamos a eles um pequeno vídeo que produzimos para que visualizassem e para ressaltar melhor o fenômeno estudado em sala, como ilustrado na Figura 7.

Figura 7 – Transmissão do vídeo



Fonte: Fotografia própria

É importante ressaltar que a proposta desenvolvida por meio do vídeo traz a mesma ideia do experimento desenvolvido anteriormente.

O vídeo traz a mesma ideia do experimento, só que nele trabalhamos com bexigas com as substâncias diferentes e foi montado como ilustrado na Figura 8. Enchemos as bexigas da seguinte maneira, uma bexiga com ar, outra com areia e a outra com água. Depois fixamos as bexigas na estrutura e acendemos velas embaixo de cada bexiga.

Figura 8 – Montagem do experimento exibido



Fonte: Fotografia própria

No vídeo é possível mostrar que as bexigas estouram em tempos diferentes, primeiro a bexiga com areia, em seguida a bexiga com ar e por fim, a bexiga com água, mostrando como cada substância reage ao ser aquecida. O mesmo ocorreu com os copos descartáveis durante a experiência em sala de aula, o copo com areia logo derreteu enquanto o copo que continha água teve maior resistência.

O quarto e último momento, realizado em uma aula, aplicamos o “Questionário Final”, em que 20 estudantes participaram, como ilustrado na Figura 9. Esse questionário buscava compreender a aceitação por parte dos alunos para a prática experimental, além de trazer aspectos dos conteúdos que foi trabalhado no experimento

Figura 9 – Aplicação do questionário final



Fonte: Fotografia própria

4.2 Análise dos questionários

Os dados foram colhidos a partir da aplicação de dois questionários, o primeiro foi aplicado antes da aplicação da atividade experimental, com 7 questões no total, sendo 4 questões de múltipla escolha e 3 questões abertas. O segundo questionário foi aplicado após o desenvolvimento do experimento, e é composto por 7 questões também, sendo 6 questões abertas e apenas 1 questão objetiva. Escolhemos também algumas respostas dos questionamentos abertos para analisarmos.

4.2.1. Análise do questionário inicial

A aplicação do questionário foi feita a uma amostra de 20 estudantes no total.

No primeiro questionamento procuramos saber se para os estudantes aulas mais dinâmicas envolvendo a experimentação como instrumento de ensino, deveriam ser introduzidas no ensino de Física, apresentando duas alternativas, de “SIM” e “NÃO”. Das 20 respostas, 95% da amostra (19 estudantes) demarcaram a alternativa “SIM” e apenas 5% da amostra (01 estudante) optaram pela alternativa “NÃO”. Percebemos que a maioria dos estudantes acreditam ser interessante a introdução da experimentação em sala de aula, possivelmente por terem muitas aulas dialogadas e expositivas, tornando o ambiente de aprendizagem muito entediante. E talvez o uso desse tipo de aula, possa despertar no estudante o interesse pelos temas estudados.

Na segunda questão, sondamos se em sala de aula já foram desenvolvidas atividades experimentais, trazendo duas alternativas também de “SIM” e “NÃO”. Da amostra, 10% dela (02 estudantes) assinalaram a alternativa “SIM” e 90% da amostra (18 estudantes) optaram pela alternativa “NÃO”. Através das respostas coletadas, verificamos que a aulas com ênfase em

uma abordagem experimental não são tão utilizadas pelo docente, mas que exista alguma utilização, já que dois estudantes nos diz que já tiveram aulas experimentais. A não abordagem na sala de aula dessas aulas, pode não acontecer por alguns motivos como falta de laboratório físicos, ou o docente que talvez não tenha tanta familiaridade com esse tipo de abordagem, e não se sinta confortável para o fazer.

O professor como facilitador da aprendizagem também tem um papel fundamental, pois o mesmo precisa pensar em estratégias para que os alunos possam ser estimulados em suas aulas.

No terceiro questionamento, buscamos saber o que para os estudantes seria mais interessante de ser trabalhado em sala de aula, possuía 4 alternativas, sendo estas, experimentos, cálculos, parte histórica e brincadeiras. O questionamento foi respondido da seguinte maneira, 60% (12 estudantes) optaram pela alternativa a, enquanto 20% (04 estudantes) marcaram a alternativa b, seguindo de 15% (03 estudantes) que selecionaram a alternativa c, e, 5% (01 estudante) pela alternativa d. Percebemos uma preferência pelos estudantes por aulas que tenham o foco em experimentos, mesmo que não sejam presentes nas aulas. Compreendemos também, que eles desejam aulas mais dinâmicas, já que a maioria das respostas são focadas em outros aspectos da ciência e até mesmo em brincadeiras, ou seja, eles preferem aulas mais dinâmicas.

Na quarta questão, um questionamento aberto, pedimos que os estudantes definissem o que era calorimetria. Dos 20 questionários coletados, todos continham respostas. Destes 4 foram respondidos com “não sei” e do restante apenas 4 com respostas corretas e 12 respondidos de forma incorreta. Trouxemos abaixo algumas respostas dadas:

Estudante A- *“Um instrumento que mede o calor.”*

Estudante B- *“Não sei.”*

Estudante C- *“Não sei. Só sei que é algo envolvendo o calor talvez. A área de física que estuda as relações de troca de calor e temperatura entre corpos.”*

Estudante D- *“Um processo químico é experimento.”*

Por meio destas elocuições obtidas, foi possível evidenciar que os estudantes não tinham noção de como definir o que foi pedido, ou não sabiam responder ao questionamento, mas ainda conseguiram associar o termo “Calorimetria” à calor. Denotamos também, um grau de desinteresse dos estudantes com relação ao questionamento feito, já que tiveram respostas do tipo “não sei” e poucos foram os que responderam de forma mais coerente. É provável que haja

no processo da sala de aula uma falha de comunicação entre transmissor e receptor de conhecimento.

Na quinta questão, buscamos compreender se os estudantes conheciam as formas de transferência de calor, era um questionamento aberto. Dos 20 questionários analisados, apenas 16 foram respondidos, e destes apenas 8 contiveram a descrição exata de quais são as formas de transferência de calor. Abaixo trouxemos algumas respostas dadas:

Estudante E- *“Corrida, exercícios físicos e etc.”*

Estudante F- *“Radiação e condução.”*

Estudante G- *“Condução, irradiação e convecção.”*

Estudante H- *“Não sei.”*

Por meio das respostas, notamos que alguns estudantes sabiam responder ao questionamento ou tinham em mente uma resposta que tivesse haver com o questionamento, por exemplo o estudante E, que respondeu atividades físicas, como forma de transferência de calor, falou indiretamente sobre os processos de transferência que ocorrem nessas atividades, ou seja, mesmo que o estudante não saiba indicar os nomes das formas de calor, ele consegue enxergar em aspectos do dia-a-dia.

A sexta questão, buscava saber se os estudantes conheciam os conceitos e definições que a calorimetria possui, e se eles seriam capazes de identificar a resposta incorreta, esse questionamento possuía três alternativas. Das 20 respostas, 50% da amostra (10 estudantes) optaram pela alternativa c, 30% (6 estudantes) assinalaram a alternativa b e os outros 20% (4 estudantes) marcaram a alternativa a. A alternativa incorreta era a letra c, que dizia que é possível calcular o calor latente de um corpo. Percebemos que as respostas ficaram divididas, visto que metade dos estudantes assinalou corretamente o que lhe foi pedido, enquanto a outra metade demarcou as alternativas que estavam incoerentes com o questionamento feito. Então, é um conhecimento que talvez quando estudaram não conseguiram compreender por completo.

No sétimo e último questionamento, um questionamento aberto, procuramos investigar se os estudantes conseguiriam diferenciar os conceitos de calor e temperatura. Dos 20 questionários analisados, somente 17 possuíam respostas. Abaixo trazemos algumas respostas dadas:

Estudante I- *“Calor é usado para se referir a algo quente “que calor”. Já a temperatura é usada para temperaturas altas e baixas.”*

Estudante J- *“Calor é energia é uma temperatura medida.”*

Estudante K- *“Calor é externo e a temperatura é interna.”*

Estudante L- *“Calor estar relacionado a um corpo já a temperatura está relacionada a um ambiente.”*

Captamos nesse questionamento que os estudantes tentam associar “calor” a aspectos mais do cotidiano dos mesmos, já que não conseguem em sua maioria, colocar a diferença entre temperatura e calor. Mesmo que o conteúdo tenha sido ministrado anteriormente pelo docente da turma, percebemos que os estudantes não conseguiram compreender ou aprender o conteúdo, quando em suas respostas, eles não conseguem responder coerentemente o que foi pedido. O estudante “L” conseguiu associar Calor ao corpo, mas não desenvolveu sua resposta com clareza e objetividade e o estudante “J” conseguir descrever o calor enquanto energia.

Esses resultados coletados nos mostram que os estudantes responderam ao questionário com certas dificuldades, o que nos sugerem que existem dificuldades em relação ao processo de ensino-aprendizagem da disciplina de Física. Percebemos também durante a aplicação desse questionário, falta de interesse e desmotivação para com o conteúdo trabalhado, isso pode se dar pelo fato das aulas serem em sua totalidade aulas expositivas, focadas mais em aspectos matemáticos da disciplina. Mesmo assim, conseguimos perceber que os estudantes estavam conseguindo associar a temática ao seu cotidiano, e aspectos que eles vivenciam.

Então, ainda assim é necessário pensar em alternativas para a sala de aula, para que consigamos atrair e cativar os estudantes nos conteúdos que são trabalhados na sala de aula, gerando neles um maior interesse e conseqüentemente uma maior participação e compreensão, como por exemplo através de aulas experimentais.

4.2.2. Análise do questionário final

Aplicamos o questionário final, após as aulas de revisão do conteúdo e a aplicação da atividade experimental, a aplicação do questionário foi feita a uma amostra de 20 estudantes no total.

A primeira questão, um questionamento aberto, buscamos compreender se, na opinião dos estudantes, atividades experimentais contribuem para o ensino de Física, e pedimos para que os mesmos justificassem suas respostas. Os 20 questionários contiveram respostas. Trouxemos aqui algumas delas.

Estudante A: *“Atividades experimentais despertam a curiosidade de um estudante, e quando se está curioso sobre um assunto a sua vontade de saber aumenta.”*

Estudante B: *“Torna as aulas mais dinâmicas.”*

Estudante C: *“Ajuda a compreender os conteúdos que estão sendo explicados.”*

Estudante D: *“Os experimentos mostram de maneira prática como funciona a física.”*

Por meio das respostas coletadas, notamos que os estudantes apoiam a introdução de aulas experimentais. Em suas falas é evidente que, além de sentirem-se cativados pela dinâmica que é gerada em sala de aula, com aulas mais práticas, estes acham importante ter aulas desse tipo para que seja possível associar o fenômeno visto no experimento aos conteúdos físicos estudados em sala, de maneira dinâmica e descontraída.

A segunda pergunta, do tipo aberta, buscamos investigar se eles compreendiam de fontes de calor e pedimos que citassem alguns exemplos. Das 20 respostas coletadas 18 contiveram soluções corretas. Trouxemos algumas das respostas a seguir:

Estudante E: *“O sol, a vela, a fogueira.”*

Estudante F: *“Sol, lareira, fogão, etc.”*

Estudante G: *“Sol, raio, corpo humano, centro da terra, etc.”*

Estudante H: *“Chama do fogão, forno, ferro de passar, etc.”*

Os estudantes conseguiram compreender bem os tipos de fontes de calor. Notamos em suas respostas, que são descritos exemplos de fontes de calor presentes no dia a dia, que provavelmente foram citados porque trouxemos a exibição de vários exemplos através das aulas de revisão do conteúdo. Acreditamos que na prática experimental podemos demonstrar diversos fenômenos, e que com essa prática conseguimos atingir resultados melhores nos conteúdos trabalhados.

Na terceira questão, um questionamento aberto, procuramos compreender se os estudantes conseguiam descrever quando um corpo atinge o estado de equilíbrio térmico. Observamos que 12 questionários possuíam respostas corretas, ou próxima da teoria existente. Abaixo temos algumas das respostas dadas:

Estudante I: *“Dois corpos ou mais corpos passam a apresentar a mesma temperatura após a transferência de calor.”*

Estudante J: *“Quando dois corpos atingem a mesma temperatura.”*

Estudante K: *“Quando dois corpos de temperaturas diferentes se juntam.”*

Estudante L: *“Dois ou mais corpos passam a apresentar a mesma temperatura após a transferência de calor.”*

Notamos que a maioria dos estudantes conseguiram responder ao questionamento e foram capazes de entender como ocorre o estado físico de equilíbrio térmico dos corpos. Mesmo que, por exemplo, o estudante “I” não tenha chegado a uma definição correta, ele conseguiu descrever que só há equilíbrio térmico quando dois corpos se juntam, ou seja, este consegue compreender que para que ocorra essa reação é necessário o contato com mais de um corpo.

Na quarta pergunta, um questionamento aberto, procuramos investigar se os estudantes sabiam descrever quando um corpo pode receber calor sensível ou calor latente. Podemos perceber que os estudantes tiveram dificuldade para responder essa questão, pois das 20 respostas, apenas 9 foram respondidas corretamente. Abaixo algumas das respostas:

Estudante M: *“Calor sensível: quando é capaz de alterar apenas a temperatura. Calor latente: quando altera o estado físico do corpo.”*

Estudante N: *“O calor fornecido ao corpo que gera apenas variação de temperatura é denominado de sensível, caso haja mudança de fase, o calor será chamado de latente.”*

Estudante O: *“Calor sensível é quando tá frio e calor latente é quando tá quente.”*

Percebemos que alguns estudantes conseguiram responder ao questionamento, enquanto outros tiveram dificuldade. Ao analisarmos as respostas dos estudantes “M” e “N”, por exemplo, notamos que eles conseguiram responder corretamente ao questionamento. Enquanto o estudante “O” associou calor latente e sensível a algo que pode estar quente ou frio, que sabemos ser condições de temperatura. A incoerência presente em algumas das soluções coletadas pode se dar pelo fato de os estudantes em alguns momentos da atividade terem ficado dispersos a aula.

A quinta questão, o único questionamento do tipo objetiva, buscava investigar sobre o que é capacidade térmica, e possuía três alternativas. Das 20 respostas coletadas, 90% (18 estudantes) assinalaram a letra b e os outros 10% (2 estudantes) marcaram a alternativa c, e a alternativa a não foi assinalada. A alternativa b era a correta, pois dizia que é uma grandeza caracterizada pela variação de temperatura de um corpo, quando este recebe ou cede calor. Então com a aula de revisão de conteúdo e a atividade experimental realizada, percebemos uma maior compreensão dos estudantes em relação ao conteúdo.

A sexta questão, um questionamento aberto, pedíamos para que os estudantes definissem o que é calor específico. Ao analisarmos as 20 respostas coletadas, destas 14 foram respondidas corretamente, enquanto 6 não responderam corretamente. A seguir trazemos algumas delas:

Estudante P: *“Quantidade de energia necessária para que 1 g de uma substância sofra aumento ou limitação de temperatura de 1 °C.”*

Estudante Q: *“Calor específico define a variação térmica de determinada substância ao receber determinada quantidade de calor.”*

Estudante R: *“É uma grandeza física intensiva que define a variação térmica de determinada substância ao receber determinada quantidade de calor.”*

Estudante S: *“É uma quantidade de energia necessária para aumentar (ou diminuir) uma unidade de massa de uma substância em um grau.”*

Analisando as respostas, percebemos que os estudantes conseguiram definir bem o que foi pedido, associando o calor específico à quantidade de calor necessária para que o corpo possa aumentar a sua temperatura. Além do mais, a atividade experimental que abordamos, trouxe a prática na resolução desse questionamento, visto que, por meio do experimento foi possível entender como funciona o calor específico associado a capacidade térmica de cada substância. Dessa forma, a abordagem experimental que foi apresentada a eles, tornou o entendimento desse conhecimento mais significativo para eles, pois tratou-se de uma aula mais dinâmica.

Na última questão, uma pergunta aberta, buscamos saber se os estudantes sabiam o porquê a água diferentemente das outras substâncias apresenta uma resistência maior se for aquecida. Coletamos 20 respostas, destas 16 foram respondidas mais corretamente enquanto que apenas 4 contiveram respostas equivocadas. Abaixo trazemos algumas delas:

Estudante T: *“O calor específico da água é maior do que da maioria das outras substâncias.”*

Estudante U: *“A água possui o calor específico maior do que da maioria das substâncias.”*

Estudante V: *“Antes do experimento eu não sabia responder, mas agora sei que cada substância possui um calor específico e a água é mais resistente porque seu calor específico é*

maior do que o da maioria das substâncias por isso foi mais resistente do que a areia quando encostou na chama da vela na hora do experimento.”

Estudante W: *“Pois o calor específico da água é maior do que o da maioria das outras substâncias.”*

Por meio das respostas percebemos que os estudantes sentiram-se mais confiantes para responder a questão, levando em consideração que o experimento desenvolvido trouxe de perto a explicação para esse fenômeno. Os estudantes conseguiram associar essa dificuldade ao calor específico da água, e que ele é maior do que em relação a outras substâncias.

Com os resultados do questionário final, percebemos que os estudantes tiveram mais facilidade em respondê-lo do que o questionário inicial. Isso nos indica que a aplicação da proposta de abordagem experimental foi bem aceita pelos estudantes, e percebemos que os mesmos estavam mais comprometidos na aula durante a aplicação do experimento.

Sobre a aula experimental, percebemos que os estudantes acham importante essa prática na escola, como nos mostrou suas respostas no questionário final. Por meio da proposta trabalhada podemos comprovar que esse tipo de aula foi muito eficaz no que diz respeito ao processo de ensino-aprendizagem. Por fim evidenciamos que o uso desse tipo de prática leva o estudante a um entendimento melhor das disciplinas de Ciências, em especial o ensino de Física.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades realizadas neste trabalho, no faz refletir acerca do uso de práticas experimentais na sala de aula, particularmente no ensino de Física, e em nossos estudos percebemos que alguns pesquisadores buscam usar dessas práticas para que consigam ter aulas mais dinâmicas e consigam despertar o senso crítico em seus estudantes.

De acordo com o que foi trabalhado, a introdução de práticas experimentais na sala de aula é uma forma de metodologia ativa, pois permite que os estudantes sintam-se atraídos e motivados pelas aulas de Física. Ao utilizar desse tipo de metodologia, podemos trazer situações e problema cotidianos, algumas que os estudantes podem vivenciar na vida, para que possamos deixar a disciplina mais interessante de se aprender.

Essas práticas, demonstram o que é visto na teoria, e pode proporcionar ao estudante um entendimento sobre um determinado conhecimento, que pode ser levado para sua vida. Dentro das atividades experimentais, temos atividades de baixo custo, que utilizam de materiais alternativos, para a criação de equipamento, que possam demonstrar um determinado fenômeno físico, em locais que não possui laboratório físico, corretamente equipado.

Então com as atividades que desenvolvemos utilizando experimentos de baixo custo, podemos perceber que os estudantes estavam mais engajados, e mais interessados no conteúdo ministrado. Além disso, essas atividades nos mostraram que aulas experimentais atuam como facilitadoras e mediadoras de conhecimento, pois o interesse é despertado e os níveis de desempenho dos estudantes também melhoram.

Buscamos analisar os níveis de conhecimento dos estudantes antes e depois da utilização da experimentação, como uma ferramenta de ensino. A nossa investigação mostrou que após a prática experimental os estudantes demonstram mais facilidade tanto na compreensão, quanto na assimilação do que foi explicado, dessa forma, eles tiveram mais facilidade para responder aos questionamentos, revelando mais dificuldade antes da atividade prática.

Portanto, concluímos que os estudantes são muito receptivos a metodologias ativas, nesse caso a aulas experimentais, onde o ensino é trabalhado de forma prática, tornando-se eficaz para o processo de aprendizagem. O que nos mostra que a prática experimental é uma estratégia muito bem aceita para a aprendizagem desses estudantes.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, Eduardo F. Instrumentos de coleta de dados em pesquisas educacionais. **Educativa, out**, 1998.
- BATISTA, Michel Corci; FUSINATO, Polônia Altoé; BLINI, Ricardo Brugnolle. Reflexões sobre a importância da experimentação no ensino de Física. **Acta Scientiarum. Human and Social Sciences**, v. 31, n. 1, p. 43-49, 2009.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio -Parte III -Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília. MEC/SEMTEC, 2000b.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de et. Al., Ciências no Ensino fundamental, São Paulo, Editora Scipione, 2009. (Coleção Pensamento e ação na sala de aula).
- CERDEIRA, Débora Silva et al. Contribuições pedagógicas no ensino de calorimetria e transferência de calor. 2020.
- DA SILVA, Jéssica Neves et al. Experimentos de baixo custo aplicados ao ensino de química: contribuição ao processo ensino-aprendizagem. **Scientia Plena**, v. 13, n. 1, 2017.
- DE REZENDE PINTO, José Marcelino. O que explica a falta de professores nas escolas brasileiras? *Jornal de políticas educacionais*, v. 8, n. 15, 2014.
- DOS SANTOS, Emerson Izidoro; DE CARVALHO PIASSI, Luís Paulo; FERREIRA, Norberto Cardoso. Atividades experimentais de baixo custo como estratégia de construção da autonomia de professores de Física: uma experiência em formação continuada. 2004.
- DUARTE, Sergio Eduardo. Física para o Ensino Médio usando simulações e experimentos de baixo custo: um exemplo abordando dinâmica da rotação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, p. 525-542, 2012.
- FRANÇA, Gustavo Henrique de; LOPEZ, Johnny Vilcarromero. Experimento de baixo custo para o ensino de física óptica: o caso da Lei de Malus. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 44, p. e20210423, 2022.
- GASPAR, A. Atividades experimentais no ensino de Física: uma nova visão baseada na teoria de Vigotski. 2a ed. – São Paulo: Livraria da Física, 2014.
- GIBBS, Graham. **Análise de dados qualitativos: coleção pesquisa qualitativa**. Bookman Editora, 2009.
- HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física, vol. 2: gravitação, ondas e termodinâmica. Tradução: Ronaldo Sérgio de Biasi, v. 10, 2009.
- LOVATO, Fabricio Luís; MICHELOTTI, Angela; DA SILVA LORETO, Elgion Lucio. Metodologias ativas de aprendizagem: uma breve revisão. **Acta Scientiae**, v. 20, n. 2, 2018.

MORÁN, José et al. Mudando a educação com metodologias ativas. **Coleção mídias contemporâneas. Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens**, v. 2, n. 1, p. 15-33, 2015.

MOREIRA, Marco Antonio. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, p. e20200451, 2021.

MOREIRA, Marcos Luiz Batista et al. Experimentos de baixo custo no ensino de mecânica para o ensino médio. 2015.

MOURÃO, Matheus Fernandes; DA SILVA, João Batista; SALES, Gilvandenys Leite. Potencialidades do uso de oficinas no ensino de física: análise de uma estratégia para aulas iniciando por práticas experimentais. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 1, p. 429-437, 2020.

RICARDO, Elio Carlos; ZYLBERSZTAIN, Arden. Os parâmetros curriculares nacionais para as ciências do ensino médio: uma análise a partir da visão de seus elaboradores. **Investigações em ensino de ciências**, v. 13, n. 3, p. 257-274, 2008.

SANT'ANNA, Blaid e et al. **Conexões com a Física**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2013.

SEARS, Francis; ZEMANSKY, M. W.; FÍSICA, I. I. Termodinâmica e Ondas. 12ª Edição. 2008.

SILVA, Janaína Guedes da. Aprendizagem baseada em problemas na perspectiva da Sala de Aula Invertida: uma proposta no Ensino de Física. 2021. 238f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática - PPGECEM) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2021.

SOBRINHO, Antônio Araújo; SOUZA, Gilberto Morel de Paula. Física térmica: teórica e experimental. 2006.

STAKE, Robert E. **Pesquisa qualitativa: estudando como as coisas funcionam**. Penso Editora, 2016.

VIANA, Jaya. **Pirâmide de Aprendizagem de William Glasser**. Disponível em: <https://keeps.com.br/piramide-de-aprendizagem-de-william-glasser-conceito-e-estrutura/>. Acesso em: 04 de setembro de 2022.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO INICIAL



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E SOCIAIS CAMPUS VII – GOVERNADOR
ANTÔNIO MARIZ CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA
DISCIPLINA: TCC I

Escola: _____
Aluno (a): _____
Idade: _____
Turma: _____ **Data:** __/__/__

QUESTIONÁRIO INICIAL

01) Na sua opinião atividades experimentais devem ser introduzidas no ensino de Física?

Sim ()

Não ()

02) Em sala de aula são desenvolvidas atividades experimentais para melhorar a qualidade do ensino?

Sim ()

Não ()

03) O que mais chama a sua atenção nas aulas de Física?

a) Experimentos

c) Parte histórica

b) Brincadeiras

d) Cálculos

04) O que é Calorimetria?

05) Quais as formas de transferência de calor?

06) Com relação a calorimetria, qual das seguintes alternativas está incorreta:

a) () É a área da física que estuda as relações de troca de calor e temperatura entre corpos.

b) () Suas equações podem ser usadas para descobrir quanto precisamos aquecer um sólido para mudar seu estado físico.

c) () É possível calcular o calor latente de um corpo.

07) Qual a diferença entre calor e temperatura?

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO FINAL



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E SOCIAIS CAMPUS VII – GOVERNADOR
ANTÔNIO MARIZ CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA
DISCIPLINA: TCC I

Escola: _____

Aluno (a): _____

Idade: _____

Turma: _____ Data: __/__/____

QUESTIONÁRIO FINAL

01) Na sua opinião atividades experimentais contribuem para o ensino de Física? Justifique.

02) Cite exemplos de fontes de calor.

03) Quando um corpo atinge o estado de equilíbrio térmico?

04) Um corpo recebe calor sensível ou calor latente em qual situação?

05) Sobre capacidade térmica assinale a alternativa correta:

a) É a grandeza física utilizada para caracterizar a variação de tempo dos corpos ao receber ou ceder calor.

b) É a grandeza física utilizada para caracterizar a variação de temperatura dos corpos ao receber ou ceder calor.

c) É a grandeza física utilizada para definir a velocidade dos corpos ao receber ou ceder calor.

06) Defina calor específico.

07) Por que a água diferentemente de outras substâncias apresenta uma resistência maior se aquecida em um mesmo intervalo de tempo?
