

APÊNDICE P



**APLICAÇÃO DE UNIDADE DE ENSINO
POTENCIALMENTE
SIGNIFICATIVA COM O USO DE CALORÍMETROS DE
BAIXO CUSTO NO ESTUDO DOS CONCEITOS
FUNDAMENTAIS DA CALORIMETRIA EM QUE AS
TROCAS DE CALOR PROVOCAM VARIAÇÃO DE
TEMPERATURA**

Gibson Dall'Orto Muniz da Silva
Pedro Leite Barbieri



É livre a reprodução exclusivamente para fins não comerciais, desde que a fonte seja citada.

Autor: Gibson Dall'Orto Muniz da Silva
Produto Educacional submetido ao Programa de Mestrado
Profissional em Ensino de Física (MNPEF)
Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Cariacica – Polo 33
Requisito necessário para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física
Orientador: Prof. Dr. Pedro Leite Barbieri (IFES)
Cariacica – Espírito Santo – 2024

Sumário

1.APRESENTAÇÃO

2.INTRODUÇÃO

3.PRIMEIRO ENCONTRO

EM BUSCA DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS

3.1. OBJETIVO

3.2. APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIO

4. SEGUNDO ENCONTRO

4.1. OBJETIVO

EXTERNALIZAÇÃO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS

4.2. QUESTÃO PROBLEMA INTRODUTÓRIA

4.3. SUGESTÃO DE TEXTO 1: É CALOR OU TEMPERATURA?

5.TERCEIRO ENCONTRO

5.1. OBJETIVO

RELAÇÃO ENTRE OS CONHECIMENTOS PRÉVIOS E OS NOVOS CONHECIMENTOS

5.2. SUGESTÃO DE TEXTO 2: “É calor ou temperatura” parte 2

5.3. SUGESTÃO DE TEXTO: PRINCÍPIO DAS TROCAS DE CALOR

5.4. DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE TÉRMICA DO CALORÍMETRO

6. QUARTO ENCONTRO

6.1. OBJETIVO

NOVO CONTEÚDO OU CONCEITO, PARTINDO DOS ASPECTOS MAIS GERAIS PARA OS MAIS ESPECÍFICOS

6.2.TABELA DE CALORES ESPECÍFICOS DE ALGUNS MATERIAIS

6.3. DETERMINAÇÃO DO CALOR ESPECÍFICO DE ALGUNS MATERIAIS

7. QUINTO ENCONTRO

7.1. OBJETIVO

RETOMADA DOS ASPECTOS MAIS GERAIS DO CONTEÚDO, AVANÇANDO NA COMPLEXIDADE

7.2. SUGESTÃO DE TEXTO: O PODER ENERGÉTICO DOS ALIMENTOS

7.3. DETERMINAÇÃO DO VALOR ENERGÉTICO DE ALGUNS ALIMENTOS

7.4. SUGESTÃO DE QUESTIONÁRIO FECHADO

8. SEXTO ENCONTRO

8.1. OBJETIVO

AVALIAÇÃO PROCESSUAL E FORMATIVA DA APRENDIZAGEM

8.2. QUESTIONÁRIO ABERTO FINAL

8.3. MAPA CONCEITUAL FINAL

8.4. QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO

9. MATERIAL DE APOIO

9.1. CALORÍMETROS ALTERNATIVOS

9.2. MATERIAL NECESSÁRIO PARA ELABORAÇÃO DO CALORÍMETRO ALTERNATIVO A

9.3. PASSO A PASSO DO PROCESSO DE ELABORAÇÃO DO CALORÍMETRO A

9.4. MATERIAL NECESSÁRIO PARA ELABORAÇÃO DO CALORÍMETRO ALTERNATIVO B

9.5. PASSO A PASSO PARA ELABORAÇÃO DO CALORÍMETRO ALTERNATIVO B

9.6. MATERIAIS NECESSÁRIOS PARA A REALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS

10. MAPAS CONCEITUAIS

10.1. OBJETIVO

11. CONSTRUÇÃO DE CALORÍMETROS COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO

12. REFERÊNCIAS

1. APRESENTAÇÃO

Prezados colegas,

É com grande satisfação que apresento a vocês o produto resultante de uma pesquisa desenvolvida no âmbito do Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF). Este projeto foi concebido com o objetivo de facilitar o ensino e a aprendizagem dos conceitos fundamentais de Calorimetria, uma área muito importante dentro da física que envolve as trocas de calor e suas consequências na variação de temperatura.

Para atingir esse objetivo, desenvolvemos um conjunto de calorímetros utilizando materiais de baixo custo que possibilitaram a realização de experiências práticas em sala de aula. Essas práticas experimentais não apenas enriquecem o aprendizado teórico, mas também permitem aos alunos compreensão mais profunda dos conceitos de Energia Interna, Energia Térmica, Energia Potencial, Energia Cinética, Calor, Temperatura, Capacidade Térmica, Calor Específico, Equação Fundamental da Calorimetria, Princípio das Trocas de calor etc.

Esse material foi cuidadosamente elaborado para ser uma ferramenta didática eficaz, capaz de promover um aprendizado significativo e engajador. Acreditamos que, ao proporcionar aos alunos a oportunidade de realizar experimentos práticos, estamos contribuindo para o desenvolvimento de entendimento sólido e aplicável dos conceitos de calorimetria.

Estamos entusiasmados com o potencial deste projeto para transformar o ensino de calorimetria e esperamos que ele possa ser amplamente adotado e adaptado para diferentes contextos educacionais.

Agradecemos a oportunidade de compartilhar este trabalho com vocês e estamos à disposição para discussões e colaborações que possam enriquecer ainda mais esta proposta.

Atenciosamente,

Gibson Dall'Orto Muniz da Silva

Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Cariacica

2. INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta a aplicação de uma unidade de ensino potencialmente significativa, desenvolvida ao longo de seis encontros, cada um com a duração de 100 minutos. O foco principal desta unidade é a construção dos conceitos fundamentais de calorimetria, abordando como as trocas de calor entre corpos ou sistemas resultam em variações de temperatura.

Durante o desenvolvimento desta unidade, adotou-se uma abordagem didática que mescla aulas dialogadas com experimentos práticos realizados em sala de aula. Este método visa transformar as aulas de física em momentos atrativos e significativos para os alunos, promovendo uma aprendizagem que seja tanto significativa quanto duradoura.

Diferentemente do modelo tradicional onde o professor é visto como a figura central e único detentor do conhecimento e o conteúdo é transmitido de forma expositiva, relegando o estudante a uma posição passiva de mero espectador, esta unidade busca colocar o aluno no centro do processo de aprendizagem. Ao engajar os estudantes em atividades práticas e diálogos significativos, o objetivo é romper com a lógica da memorização e reprodução mecânica dos saberes, estimulando a construção ativa do conhecimento e compreensão mais profunda dos conceitos de calorimetria.

Esta proposta de ensino procura, assim, criar um ambiente educacional dinâmico e interativo onde os alunos se sintam motivados e desafiados a participar ativamente do processo de aprendizagem, tornando a física uma disciplina acessível e interessante.

Para potencializar os benefícios dessa abordagem prática e dialógica, os alunos serão divididos em grupos de três ou, no máximo, quatro integrantes para a realização dos experimentos em sala de aula. Esta estratégia visa garantir que todos os participantes tenham a oportunidade de se envolver ativamente nas atividades, promovendo colaboração efetiva a fim de assegurar que cada estudante contribua para o desenvolvimento coletivo do conhecimento. Além disso, o trabalho em pequenos grupos facilita o acompanhamento e a orientação por parte do professor ao permitir intervenções direcionadas e eficazes reforçando a interação entre teoria e prática, essencial para a aprendizagem significativa em calorimetria.

3. Primeiro Encontro

3.1. OBJETIVOS

Identificar o conhecimento prévio dos alunos e introduzir o tema central da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa.

No primeiro encontro, os alunos formaram grupos de quatro integrantes, com liberdade para escolher entre seus colegas. Após a formação dos grupos, foi oferecido um lanche, denominado "Café com Física", idealizado para criar um ambiente acolhedor e descontraído, facilitando tanto a integração da turma quanto a introdução dos conceitos de calorimetria que constituem o tema central da unidade.

Essa experiência cotidiana foi utilizada como ponto de partida para apresentar o tema de calorimetria. Os alunos foram estimulados a refletir sobre as grandezas físicas relacionadas ao lanche como temperatura, calor, energia térmica e sensação térmica. Essa reflexão inicial proporcionou uma introdução prática e contextualizada aos conceitos que seriam aprofundados nos encontros seguintes. Cada grupo recebeu um termômetro digital tipo espeto e foi orientado a medir as temperaturas das bebidas e registrar os dados em uma tabela para uso posterior.

Com o intuito de identificar o conhecimento prévio dos alunos sobre calorimetria, foi solicitado que os grupos respondessem a um questionário aberto com oito perguntas. Além disso, os alunos foram convidados a elaborar um mapa conceitual tendo como questão central "Calorimetria". Essas atividades proporcionaram uma visão inicial do entendimento dos alunos sobre o tema da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, servindo como base para orientar as etapas seguintes de maneira mais direcionada e eficaz.

Caro(a) colega professor(a),

Caso a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa seja aplicada em um contexto em que os alunos não tenham familiaridade com a elaboração de mapas conceituais, sugerimos que sejam incluídas, se possível, duas aulas extras de 50 minutos cada para introduzir essa metodologia. Na seção 11 deste produto, apresentamos o conteúdo relacionado à elaboração de mapas conceituais.

Sugestão de questionário

Sugestão de questionário

3.2. Questionário Pré-teste

Preencha a tabela abaixo com os valores das temperaturas que você mediu anteriormente e responda às questões.

Substância	Temperatura (°C)
Café	
Leite	
Café com Leite	
Suco	

1 - Pelos valores da temperatura na tabela acima, a experiência nos indica que, ao bebermos o café, a sensação térmica é de um líquido quente, enquanto, ao bebermos o suco, a sensação térmica é de um líquido frio. Como você explica a existência de sensações térmicas tão diferentes?

Resposta:

2 - Ao comparar os dados da tabela, observamos que a temperatura da mistura de café com leite é diferente da temperatura do café e da temperatura do leite. Em sua opinião, o que ocorreu após a mistura?

Resposta:

4 - Explique com suas palavras: Três corpos estão em equilíbrio térmico. Qual o significado desta afirmação?

Resposta:

5 - (Enem 2016 PPL) Nos dias frios, é comum ouvir expressões como: “Esta roupa é quentinha” ou então “Feche a janela para o frio não entrar”. As expressões do senso comum utilizadas estão em desacordo com o conceito de calor da termodinâmica. A roupa não é “quentinha”, muito menos o frio “entra” pela janela.

A utilização das expressões “roupa é quentinha” e “para o frio não entrar” é inadequada, explique com suas palavras.

Resposta:

6 - Um aluno, durante uma aula de física cujo conteúdo era calorimetria, levantou a seguinte dúvida: Existe relação entre calor, temperatura, Energia Interna, Energia Cinética e Energia Térmica? Você saberia responder?

Resposta:

7 - Você acha que temperatura mede calor? Explique o que é temperatura com suas palavras.

Resposta:

8 - Um corpo de alumínio recebeu uma quantidade de calor igual a 400 cal e sofreu uma variação de temperatura de 80°C , sabendo que a massa do corpo vale 23,8 g, responda às questões abaixo.

a) Qual o valor da Capacidade térmica do corpo? Explique o significado do resultado encontrado.

Resposta:

b) Determine o calor específico do alumínio. Explique o significado do resultado encontrado.

Resposta:

4. Segundo encontro

4.1. OBJETIVO

Proporcionar situações em que o estudante possa externalizar o conhecimento prévio.

No início do segundo encontro, é apresentada aos grupos uma pergunta introdutória relacionada ao conteúdo que será desenvolvido na Unidade de Ensino Potencialmente Significativa. Cada grupo, após formular sua resposta, compartilha com a turma; em seguida, faz-se uma discussão, mediada pelo(a) professor(a), sobre as respostas de cada grupo. Ao final do debate, é dada a oportunidade para que cada grupo reescreva sua resposta, caso julgue necessário. Após essa etapa, é realizada a leitura do texto "É calor ou temperatura?" parte 1, seguida de uma aula dialogada voltada para a construção dos conceitos de temperatura, calor e equilíbrio térmico.

4.2. QUESTÃO PROBLEMA DO SEGUNDO ENCONTRO

"É muito comum, num dia de verão, uma pessoa afirmar 'Estou com um calor danado!' ou, no inverno, afirmar 'Estou com um frio danado!'. Nós até entendemos o que a pessoa quis expressar, mas, pensando fisicamente, as frases estão corretas? Os grupos poderão responder por três vezes a esta pergunta.

Estrutura da Atividade:

1. Primeira Resposta (Início do Segundo Encontro):

- Cada grupo de alunos deve responder à pergunta pela primeira vez. Essa etapa serve para captar o entendimento inicial dos estudantes sobre os conceitos de calor e frio, além de identificar possíveis concepções alternativas.

Resposta:

2. Debate entre os Grupos:

- Após as respostas iniciais, o professor organiza um debate em que os grupos analisam as respostas uns dos outros. Este debate é fundamental para que os alunos confrontem diferentes pontos de vista e

comecem a questionar suas próprias ideias. O objetivo é promover a reflexão crítica, ajudando os alunos a perceberem possíveis equívocos e a reconsiderarem suas respostas.

3. Segunda Resposta (Após o Debate):

- Com base nas discussões e reflexões geradas pelo debate, os grupos têm a oportunidade de revisar suas respostas iniciais. Se o grupo entender que houve algum equívoco ou que sua compreensão foi aprimorada, eles podem alterar sua resposta. Essa segunda resposta já deve refletir uma compreensão mais aprofundada do conceito discutido.

Resposta:

4. Aula Dialogada sobre o Conceito de Calor, temperatura e equilíbrio térmico:

- O professor então conduz uma aula dialogada focada no conceito de calor e temperatura, apoiado no texto “É calor ou temperatura” – Parte 1, abordando, de forma clara e detalhada, o que significa calor e temperatura em termos físicos, e como ele se diferem da sensação de calor ou frio que sentimos. Esse momento é essencial para consolidar o conhecimento científico correto e alinhar as concepções dos alunos com os conceitos formais da Física.

5. Terceira Resposta (Após a Aula Dialogada):

- Após a aula dialogada, os grupos têm uma última oportunidade de revisar e reescrever sua resposta à pergunta inicial. Esta etapa final permite que os alunos integrem o conhecimento adquirido durante a aula e o debate, culminando em uma resposta que reflita uma compreensão mais precisa e científica dos conceitos de calor e temperatura.

4.3. Sugestão de texto: **É Calor ou Temperatura? Parte 1**

Vamos analisar a seguinte situação: dois turistas visitaram Guarapari durante o verão. Um deles é da Groenlândia, um país conhecido por seu clima extremamente frio onde as temperaturas de inverno chegam a -30°C e as de verão alcançam, em média, 6°

C. O outro turista é brasileiro, do Rio de Janeiro, onde o verão tem uma média de 33°C e o inverno gira em torno de 25°C . Qual dos dois turistas se sentirá mais incomodado com a temperatura em Guarapari?

Embora a temperatura de Guarapari seja a mesma para ambos, é provável que o turista da Groenlândia sinta maior desconforto térmico. Isso ocorre porque seu corpo está biologicamente mais adaptado a temperaturas baixas. A sensação térmica, portanto, depende do estado anterior do observador e de sua adaptação às temperaturas do ambiente.

Um exemplo interessante ocorre quando tocamos em uma mesa de plástico e em uma peça de metal que estão no mesmo ambiente, como em nossa sala de aula. Embora ambos os objetos estejam à mesma temperatura, o metal parece mais frio ao toque. Isso acontece porque a sensação térmica é influenciada por fatores além da temperatura real, como a condutividade térmica do material.

Esses exemplos mostram claramente que o tato ou a sensação térmica não são formas confiáveis de avaliar a temperatura. Então, surge a pergunta: **Afinal, o que é temperatura?**

Para compreender o conceito de temperatura, precisamos entender que os corpos são constituídos por pequenas partículas (átomos ou moléculas) que estão em constante movimento e que, entre essas partículas, atuam forças de atração ou repulsão. Devido ao movimento vibratório, as partículas possuem energia cinética e, devido às forças de atração ou repulsão, elas possuem energia potencial. A soma dessas energias cinéticas e potenciais é o que chamamos de energia térmica do corpo.

Figura 1: Moléculas em movimento

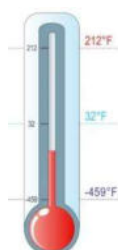


Fonte: Elaborada pelo autor.

Respondendo à pergunta “Afinal o que é temperatura?”, como definição é possível afirmar que temperatura é uma medida que indica o nível médio de agitação molecular das partículas de um corpo, ou seja, Temperatura é uma grandeza física que quantifica o grau de agitação térmica das partículas constituintes de um corpo ou sistema. Em termos microscópicos, a temperatura está diretamente relacionada à energia cinética média das moléculas. Quanto maior a temperatura de um corpo, maior é a energia cinética média de suas moléculas, ou seja, elas vibram com mais intensidade.

Para medir a temperatura é utilizado um instrumento chamado termômetro. O primeiro termômetro, com características similares aos que utilizamos atualmente, foi desenvolvido por Daniel Gabriel Fahrenheit, na metade do século XVII. Ele projetou um tubo de vidro contendo mercúrio que servia como substância termométrica. O termômetro de Fahrenheit usado nos dias de hoje utiliza dois pontos de referência para sua escala: a temperatura de fusão do gelo, estabelecida em 32 graus, e a temperatura de ebulição da água, fixada em 212 graus. Esses pontos foram escolhidos devido à facilidade de replicação em diferentes condições experimentais.

Figura 2 : Termômetro Fahrenheit



Fonte: Ramalho (2011)

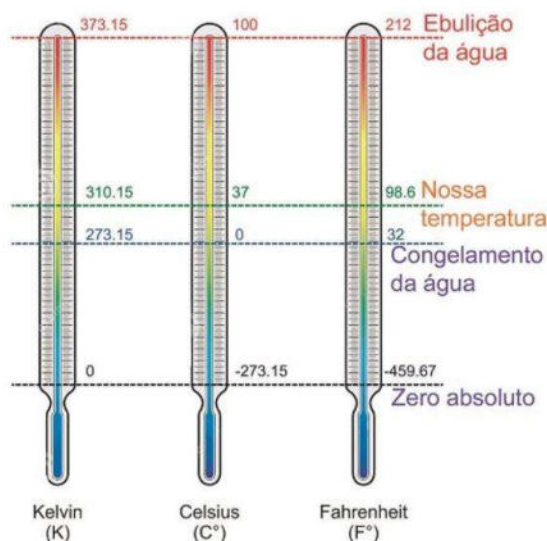
Ao colocar o termômetro em contato com um corpo qualquer, o mercúrio, no interior do termômetro, se dilata ou se contrai, variando o comprimento da coluna de mercúrio dentro do instrumento. Essa variação ocorre devido à diferença de temperatura entre o termômetro e o corpo analisado. Após algum tempo, a altura da coluna de mercúrio se estabiliza, indicando que a temperatura do mercúrio, no interior do termômetro, é a mesma do corpo em contato. Nesse momento, dizemos que o termômetro e o corpo estão em equilíbrio térmico, pois possuem a mesma temperatura.

É importante observar que o termômetro mede indiretamente a temperatura do corpo, pois o que ele realmente indica é a temperatura do mercúrio em seu interior. Como ambos estão à mesma temperatura, as moléculas que compõem o corpo e as que compõem o mercúrio apresentam o mesmo nível médio de vibração.

Podemos afirmar que a temperatura é uma grandeza que representa o nível médio de agitação molecular de um corpo. Assim, quando um termômetro Fahrenheit indica que a temperatura de uma pessoa é de 104°F (40°C) significa que, após o termômetro ter sido colocado em contato com o corpo da pessoa, o mercúrio, que funciona como substância termométrica, alcançou, em média, o mesmo nível de agitação molecular do corpo.

Os termômetros mais utilizados atualmente são: Kelvin, Celsius e Fahrenheit. Eles são mostrados com suas respectivas escalas na figura 32.

Figura 3: Termômetros Kelvin, Celsius e Fahrenheit

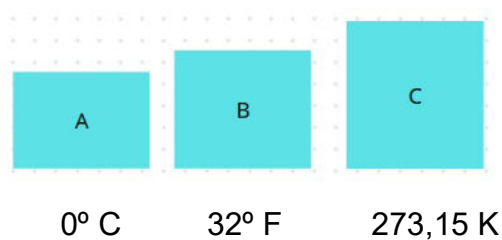


Fonte: <https://www.oficinabrasil.com.br/noticia/tecnicas/os-principios-e-as-leis-da-termodinamica-aplicadas-no-sistema-de-ar-condicionado-automotivo>

Exercícios

1-Dados três corpos A, B e C, na figura abaixo com suas respectivas temperaturas registradas pelos termômetros, Celsius, Fahrenheit e Kelvin.

Figura 4: Corpos A, B e C



Fonte: Elaborada pelo autor.

Vamos responder às perguntas referentes à temperatura.

O que é possível afirmar sobre o nível médio de agitação molecular das partículas que compõem os corpos da figura 33?

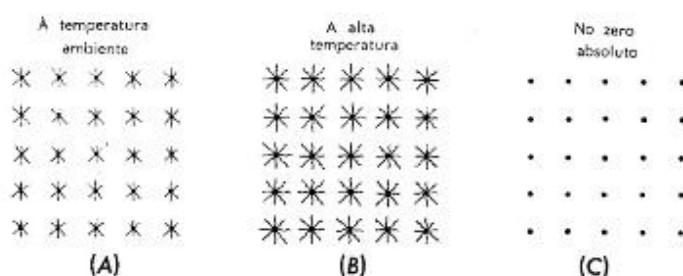
Resposta:

2 – Quando se mede a temperatura de uma pessoa, deve-se deixar o termômetro durante algum tempo em contato com seu corpo. Qual o motivo desse procedimento?

Resposta:

Vamos examinar as partículas que compõem um corpo (Figura 34). Sabemos que elas estão em constante movimento e que se atraem ou se repelem devido às forças de atração e repulsão entre elas, independente do estado em que se encontram, sólido líquido ou gasoso. Como vimos anteriormente, esse movimento confere às partículas Energia Cinética, enquanto as forças de atração ou repulsão geram Energia Potencial. A soma dessas energias, cinética e potencial, é o que chamamos de Energia Interna ou energia térmica.

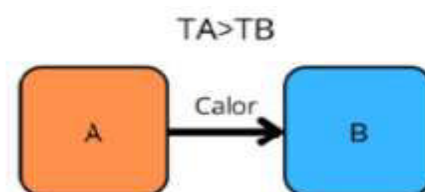
Figura 5: ilustração esquemática do estado de agitação molecular em função da temperatura



Fonte: WebMasters do Laboratório de Pesquisa em Endodontia da FORP-USP

Vamos considerar dois corpos, A e B, em contato, sendo que o corpo A tem uma temperatura maior que o corpo B, (figura 35). Nesse caso, o corpo A cede espontaneamente energia ao corpo B, resultando uma perda de energia térmica por parte do corpo A e um ganho de energia térmica por parte do corpo B. Esse fluxo espontâneo de energia ocorre enquanto houver diferença de temperatura entre os corpos até que as temperaturas se igualem. Quando isso acontece, dizemos que os corpos atingiram o equilíbrio térmico (Figura 35).

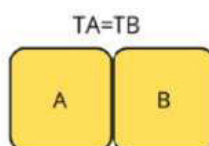
Figura 6: Transferência de calor



Fonte: Elaborada pelo autor.

É importante observar que houve troca de energia entre os corpos enquanto existia diferença de temperaturas entre eles, no instante em que as temperaturas se igualaram cessou a transferência de energia.

Figura 7: Corpos em equilíbrio térmico



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para facilitar a compreensão da troca de energia térmica, cada grupo recebe um calorímetro, dispositivo essencial para estudar a troca de calor entre corpos. A aplicação desta prática experimental proporcionará uma experiência concreta e visual da teoria discutida em sala de aula. Ao manipularem o calorímetro e observarem diretamente os efeitos da troca de calor, os alunos poderão construir uma compreensão mais profunda e significativa dos conceitos de calor e temperatura que são conceitos centrais para a nossa unidade de ensino. Além disso, essa atividade reforça a importância da medição e do método científico na obtenção de resultados precisos e confiáveis. Cada grupo recebe um calorímetro e um termômetro com a identificação do grupo.

Figura 8: Kit para determinação da capacidade térmica



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Experimento com uso de Calorímetro

Material necessário

- Calorímetro Alternativo
- Cronômetro (celular)
- Massa de água quente (m_1)
- Massa de água fria (m_2)
- Termômetro
- Balança
- 1 copo medidor

Procedimento

- Meça uma massa (m_1) da água e anote na tabela.
- Meça a temperatura (T_1) e anote na tabela.
- Adicione a massa de água (m_1) no interior do calorímetro.
- Meça uma massa (m_2) da água e anote na tabela.
- Aqueça a massa (m_2), meça a temperatura e anote na tabela.
- Despeje a água quente no interior do calorímetro.
- Espere a mistura de água fria e água quente atingirem o equilíbrio térmico e anote na tabela.

Substância	Água quente	Água fria	Mistura (água quente + água fria) após o equilíbrio térmico
Massa			
Temperatura			
Temperatura Final			

Discussão de resultados

- Explique a troca de energia entre a água quente e a água fria. Explane que essa troca de energia ocorre até que as temperaturas se igualem, atingindo o equilíbrio térmico.
- Discuta porque é possível afirmar que a energia perdida pela água quente foi ganha pela água fria, considerando o isolamento ideal do calorímetro.
- Explique a função do isopor envolvendo a lata de refrigerante do calorímetro.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Utilizando o experimento anterior, explique que a energia trocada entre a água quente e a água fria é chamada de calor, termo usado para descrever a energia transferida espontaneamente entre corpos devido a uma diferença de temperatura. Esse processo ocorre sempre do corpo de maior temperatura para o corpo de menor temperatura. É importante destacar que não faz sentido afirmar que um corpo "possui" calor, pois o calor é, na verdade, energia em trânsito. A energia que um corpo realmente possui, em seu interior, está relacionada ao movimento das partículas que o compõem e é denominada energia térmica.

Como vimos, calor é energia e, portanto, sua unidade é a mesma unidade de energia, no sistema SI, a unidade é Joule(J), mas existe uma unidade histórica muito usada, a caloria (cal). A relação entre Joule e cal vale:

$$1\text{cal} = 4,18 \text{ J}$$

Vamos responder à pergunta inicial da aula:

Resposta 3:

5.Terceiro encontro

5.1. OBJETIVOS

Introdução ao tópico de estudo com situações que relacionem os conhecimentos prévios com o novo conhecimento.

Realização de experimento prático para determinação da capacidade térmica do calorímetro de cada grupo.

O(a) professor(a) solicita que cada grupo realize a leitura do texto "É calor ou temperatura?" – Parte 2. Após a leitura, é conduzida uma aula dialogada para a construção dos conceitos de capacidade térmica, calor específico e equação fundamental da calorimetria.

O(a) professor(a) demonstra o uso do calorímetro realizando o seguinte experimento: Uma massa de água (m_1), à temperatura ambiente, é colocada no calorímetro e sua temperatura é medida. Posteriormente, uma segunda massa de água (m_2) é aquecida com o uso de um ebulidor, sua temperatura é registrada, e essa massa de água é adicionada ao calorímetro. A temperatura de equilíbrio térmico final da mistura é, então, medida. Anote os dados na tabela.

Substância	Água quente	Água fria	Mistura (água quente + água fria) após o equilíbrio térmico
Massa			
Temperatura			
Temperatura Final			

Os grupos são solicitados a explicar os fenômenos físicos observados no interior do calorímetro.

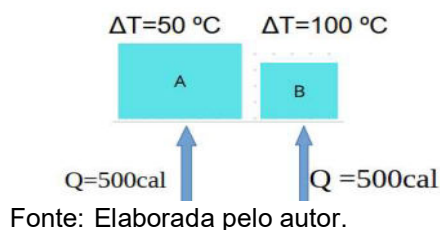
Essa atividade inicial serve como base para uma discussão mais profunda sobre as trocas de calor entre corpos. Em seguida, realizamos uma aula dialogada para a construção do princípio das trocas de calor, com apoio do texto sobre o tema. Como atividade final desse encontro, foi solicitado que cada grupo determinasse a capacidade térmica do calorímetro sob a responsabilidade de seu grupo. Sob a supervisão do professor, os grupos têm acesso a um ebulidor, balança e copo medidor de volume para realizar o experimento.

5.2. SUGESTÃO DE TEXTO: “É calor ou temperatura?” - Parte 2

Vamos quantificar o calor trocado entre corpos?

Vamos começar a responder a essa pergunta adotando um símbolo para a quantidade de calor trocado pelos corpos, que representaremos por (Q).

Figura 9

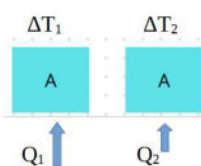


Fonte: Elaborada pelo autor.

Suponha que uma quantidade de calor igual a 500 cal seja fornecida a um corpo A, resultando em um aumento de temperatura de 50 °C. Agora, se a mesma quantidade de calor (500 cal) for fornecida a outro corpo B, feito do mesmo material, mas com a metade da massa do corpo A, observamos uma elevação de temperatura diferente: 100 °C. Podemos concluir que, ao fornecer a mesma quantidade de calor a corpos diferentes, eles, geralmente, apresentarão variações de temperatura distintas.

Para caracterizar esse comportamento, definimos uma grandeza chamada capacidade térmica (C). Experimentalmente, é observado que a quantidade de calor fornecida ou cedida a um corpo é diretamente proporcional à variação de temperatura que esse corpo sofre. Assim, ao dividir a quantidade de calor (Q) pela variação de temperatura (ΔT) sofrida pelo corpo, obtemos uma constante de proporcionalidade, chamada de capacidade térmica. Essa relação é matematicamente representada pela fórmula abaixo.

Figura 10: Capacidade térmica



Fonte: Elaborada pelo autor.

$$Q_1/\Delta T_1 = Q_2/\Delta T_2 = \dots\dots\dots = Q_n/\Delta T_n = \text{Constante (C)}$$

$$C = Q/\Delta T \text{ (1).}$$

Normalmente é utilizada a unidade cal/°C, entretanto, no sistema internacional, a unidade é J/K.

Vamos calcular a capacidade térmica do corpo A ($Q= 500 \text{ cal}$ e $\Delta T=50^\circ\text{C}$) e B ($Q=500 \text{ cal}$ e $\Delta T=100^\circ\text{C}$) do exemplo citado anteriormente, recordando que o corpo A tem o dobro da massa do corpo B e são constituídos do mesmo material.

$$C_A = 500/50 = 10 \text{ cal/}^\circ\text{C}$$

$$C_B = 500/100 = 5 \text{ cal/}^\circ\text{C}$$

A análise desses resultados mostra que, para elevar a temperatura do corpo A em 1°C , é necessário fornecer 10 cal, enquanto para o corpo B alcançar a mesma variação de temperatura, seriam suficientes apenas 5 cal. Como vimos anteriormente, a Capacidade Térmica de um corpo depende de sua massa e essas grandezas, Capacidade térmica e Massa, são diretamente proporcionais. A razão entre a capacidade térmica e a massa resulta em uma constante de proporcionalidade chamada calor específico (c), que é uma característica intrínseca da substância e não depende da massa do corpo.

Capacidade térmica diretamente proporcional à massa, logo:

$$C \sim m,$$

$$c = C/m$$

$$C = m.c \text{ (2)}$$

A unidade de Calor Específico no sistema SI é J/kg.K ou $\text{cal/g.}^\circ\text{C}$

Devemos ter em mente que a Capacidade Térmica de um objeto é a quantidade de calor necessária para aumentar ou diminuir a temperatura da massa deste objeto em um grau, enquanto o Calor Específico é a quantidade de Calor necessária para aumentar a temperatura de um grama da substância que constitui o objeto em um grau. Em resumo, enquanto a capacidade térmica é uma medida geral da resistência da massa de um objeto a mudanças de temperatura, o calor específico é uma medida da resistência oferecida por um grama da substância que constitui o objeto em variar a temperatura em um grau.

Vamos voltar à nossa pergunta: Como quantificar o Calor trocado entre corpos ou sistemas?

Para responder a esta pergunta, vamos utilizar as fórmulas 1 e 2 descritas anteriormente:

$$C = Q/\Delta T \quad (1)$$

$$C = m.c \quad (2)$$

Equiparando as duas equações temos:

$$Q/\Delta T = m.c$$

Reescrevendo, chegamos à **equação fundamental da Calorimetria**

$$Q = m.c.\Delta T$$

Equação que nos possibilita calcular a quantidade de calor trocado entre corpos.

Resolva as questões abaixo. Após a realização do cálculo numérico, escreva, com suas palavras, o significado do valor encontrado.

3) Admita que o corpo humano transfira calor para o meio ambiente na razão de 2,0 kcal/min. Se esse calor pudesse ser aproveitado para aquecer água de 20 °C até 100 °C, a quantidade de calor transferida em 1 hora aquecerá uma quantidade de água, em kg, igual a: Dado: calor específico da água = 1,0 kcal/kg °C.

Resposta:

4) Para aquecer 500 g de certa substância de 20 °C para 70 °C, foram necessárias 4000 calorias. A capacidade térmica e o calor específico valem, respectivamente:

Resposta:

5) Quando misturamos 1,0 kg de água (calor específico sensível = 1 cal/g.°C) à 70 °C com 2,0 kg de água a 10 °C, obtivemos 3,0 kg de água. Determine a temperatura da mistura.

Substância	Massa (g)	Calor específico (cal/g.°C)	Temperatura inicial (T ₀) (°C)	Temperatura inicial (T) (°C)	Varição de temperatura (ΔT) (°C)
Água 1					
Água 2					

Resposta:

6) Uma barra de cobre de massa igual a 200 g e a uma temperatura de 230°C é mergulhada dentro de um recipiente que contém 200 g de água, inicialmente a 20°C. Sabendo que a temperatura do equilíbrio térmico é de 25°C, determine a capacidade térmica do recipiente que contém a água em cal/°C.

DADOS: Calor específico do cobre = 0,03 cal/g°C e Calor específico da água = 1 cal/g°C.

Substância	Massa (g)	Calor específico (cal/g.°C)	Temperatura inicial (T ₀) (°C)	Temperatura inicial (T) (°C)	Varição de temperatura (ΔT) (°C)
Barra de cobre					
Água					
Calorímetro					

□

Resposta:

7) O copo interno de um calorímetro é feito de alumínio e tem massa de 30 g. Em seu interior, onde há 150 g de água pura à temperatura de 20 °C, são despejados 200 g de bolinhas de aço que se encontram, inicialmente, à temperatura de 60 °C. Sabendo

que o calor específico do alumínio é $0,2 \text{ cal/g. } ^\circ\text{C}$, o da água $1 \text{ cal/g. } ^\circ\text{C}$ e a temperatura de equilíbrio térmico do conjunto igual a $25 \text{ } ^\circ\text{C}$, o calor específico do aço e a quantidade de calor trocado pelas bolinhas de aço com o sistema têm valores, respectivamente, aproximadamente iguais a:

Substância	Massa (g)	Calor específico (cal/g. $^\circ\text{C}$)	Temperatura inicial (T_0) ($^\circ\text{C}$)	Temperatura inicial (T) ($^\circ\text{C}$)	Varição de temperatura (ΔT) ($^\circ\text{C}$)
Aço					
Água					
Calorímetro					

□

Resposta:

5.3. SUGESTÃO DE TEXTO:

Princípio das trocas de calor

Com base na experiência, é constatado que o equilíbrio térmico é uma tendência natural. Podemos perceber essa troca de energia, por exemplo, ao deixarmos uma lata de refrigerante fora de um refrigerador. Após algum tempo, o refrigerante tende a alcançar a temperatura do ambiente. Outro exemplo desse fenômeno ocorre quando misturamos café quente com leite frio, resultando em uma mistura morna. Após algum tempo, essa mistura atinge uma temperatura de equilíbrio térmico, momento em que não ocorre mais variação na temperatura.

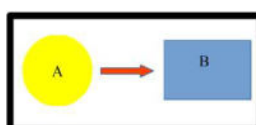
É importante lembrar que calor é o fluxo espontâneo de energia que ocorre entre corpos com temperaturas diferentes, sempre passando do corpo de maior temperatura para o de menor. Para realizarmos trocas de calor experimentalmente, utilizaremos o calorímetro de cada grupo. Este será o nosso sistema isolado que, por definição, não permite a troca de massa e de energia com o ambiente externo. No caso do nosso estudo, a fronteira do sistema é o meio ambiente. Um exemplo comum de sistema isolado em nosso dia a dia é a garrafa térmica, que mantém a temperatura do conteúdo em seu interior constante por longos períodos. Dessa forma, as únicas trocas de calor possíveis ocorrem entre os elementos dentro do sistema. Assim,

podemos imaginar que corpos dentro de um sistema isolado, com temperaturas diferentes, trocam energia térmica apenas entre si.

Agora, vamos analisar uma caixa de isopor isolada, contendo dois corpos em seu interior com temperaturas diferentes.

Figura 42: Corpos com temperaturas diferentes no interior de um calorímetro, Sendo: $T_A > T_B$

Figura 11: Troca de calor entre corpos



Fonte: Elaborada pelo autor.

Sendo m_A e m_B massa de A e massa de B, respectivamente; e sendo o calor específico do corpo A e B respectivamente: c_a e c_b .

Não consideramos, inicialmente, o interior da caixa de isopor participando da troca de calor, estamos considerando como um calorímetro ideal, ou seja, o calorímetro possui Capacidade Térmica nula.

O calor cedido pelo corpo A é igual ao recebido pelo corpo B. Assim, para um sistema termicamente isolado, temos que a soma das quantidades de calor trocadas por todos os corpos vale zero, pois, por convenção, a quantidade de calor associada ao recebimento de calor teria valor algébrico positivo, enquanto quantidades de calor cedidas teriam valor algébrico negativo:

$$Q_{\text{cedido}} + Q_{\text{recebido}} = 0$$

Aplicando a equação fundamental da calorimetria, temos:

$$(m_a c_a \Delta T_a) + (m_b c_b \Delta T_b) = 0$$

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como o calorímetro não é ideal, ou seja, não possui capacidade térmica nula, vamos determinar a capacidade térmica do calorímetro de cada grupo.

5.4. Determinação da capacidade térmica do calorímetro

Material necessário:

- Calorímetro numerado
- Balança
- Termômetros
- Ebulidor
- Copo medidor

Procedimento experimental

- Calorímetro numerado de cada grupo. Importante comunicar que este calorímetro será utilizado em todas as experiências deste grupo.
- Medir uma massa (m_1) de água à temperatura ambiente e transferir para o interior do calorímetro e medir temperatura da água e calorímetro utilizando o termômetro (T_1). (Anotar na tabela.)
- Aquecer uma massa (m_2) de água e medir sua temperatura (T_2). (Anotar na tabela.)
- Transferir a massa de água aquecida para o interior do calorímetro.
- Esperar até que a mistura entre em equilíbrio térmico. Anotar a temperatura de equilíbrio térmico na tabela.
- Repetir este procedimento mais três vezes.
- Calcular a média dos valores encontrados. Este valor será utilizado nas próximas experiências realizadas pelo grupo.

Tabela: Determinação da capacidade térmica dos calorímetros					
Substância	Massa (g)	Calor específico (cal/g.°C)	Temperatura inicial (T_0) (°C)	Temperatura inicial (T) (°C)	Varição de temperatura (ΔT) (°C)
Água Ambiente					

Água aquecida					
Calorímetro					

Solução:

6. Quarto encontro

6.1. OBJETIVO

Apresentar o novo conteúdo ou conceito, partindo dos aspectos mais gerais para os mais específicos (diferenciação progressiva).

Entregar a cada grupo uma tabela com os valores do calor específico de diversas substâncias. O(a) professor(a) deve solicitar que os grupos analisem esses valores e expliquem por que diferentes materiais apresentam valores distintos de calor específico, além de discutir o significado desses valores.

Em seguida, cada grupo recebe dois corpos metálicos e a tarefa de identificar de quais materiais são compostos. Sob a supervisão do(a) professor(a), os grupos deverão utilizar o calorímetro de seu grupo, além de instrumentos como ebulidor, balança, copo medidor de volume e termômetro, para determinar o calor específico das amostras. Os alunos devem, então, comparar os valores obtidos com tabelas oficiais de calor específico para identificar os materiais das amostras.

6.2. Tabela de Calor específico de algumas substâncias

Calor Específico de alguns materiais	
Substância	Calor específico (cal/g.°C)
Água	1
Gelo	0,55
Ferro	0,11
Alumínio	0,21

Latão	0,094
Cobre	0,092
Prata	0,056
Chumbo	0,031
Fonte: Elaborada pelo autor.	

6.3. Determinação do calor específico de alguns materiais

Questão - problema

O calor específico dos materiais não depende da massa do corpo, sendo uma característica própria da substância que compõe o corpo. Cada grupo recebeu dois blocos de metal. Descubram o calor específico de cada bloco, comparem o valor encontrado com a tabela de calores específicos e determinem de que material é constituído cada bloco de metal.

Material necessário para realização do experimento prático:

- Calorímetro do grupo
- Balança
- Copo medidor de líquidos
- Termômetro
- Ebulidor
- Recipiente para aquecimento de água
- Alicates tenaz

O procedimento para a realização do experimento segue os seguintes passos:

- Medir a massa da água à temperatura ambiente;
- Adicionar a água à temperatura ambiente no calorímetro;
- Medir a temperatura do conjunto, calorímetro e água à temperatura ambiente, anotar na tabela;
- Medir a massa da amostra metálica, anotar na tabela;
- Adicionar a amostra metálica a uma massa de água;

- Aquecer o conjunto amostra metálica e água;
- Medir a temperatura da água aquecida com a amostra, anotar na tabela;
- Retirar a amostra da água aquecida, usando o alicate tenaz;
- Adicionar a amostra ao calorímetro;
- Esperar até que o conjunto água + calorímetro + amostra atinja o equilíbrio térmico;
- Aplicar o princípio das trocas de calor;
- Determinar o calor específico da amostra.

Tabela: determinação do calor específico					
Substância	Massa (g)	Calor específico (cal/g.°C)	Temperatura inicial (T ₀) (°C)	Temperatura inicial (T) (°C)	Varição de temperatura (ΔT) (°C)
Água temp. ambiente					
Calorímetro					
Bloco de metal					

Fonte: Elaborada pelo autor.

Solução:

7. Quinto encontro

7.1. OBJETIVOS

- Retomar os aspectos mais gerais do conteúdo, avançando na Complexidade.
- Promover situações de interação com os grupos de Estudantes envolvendo negociação de significados.
- Abordar o tópico de estudo em maior grau de complexidade e com diversificação de atividades.

Entregar aos grupos o texto intitulado "**Energia e o Corpo Humano**". Sob a orientação do(a) professor(a), iniciar um debate sobre alimentação saudável e não saudável. Após o debate, o(a) professor(a) explica o funcionamento do calorímetro

que será utilizado para a determinação do valor energético dos alimentos. É comunicado aos grupos que será utilizado apenas um calorímetro por todos os grupos e a ordem de realização do experimento será determinada por sorteio. A capacidade térmica do calorímetro deve ser determinada pelo(a) professor(a) antecipadamente.

Cada grupo deve determinar o valor energético de alguns alimentos distribuídos da seguinte forma: castanha do Pará, castanha de caju, avelã, Doritos, Chips e Baconzitos. Para os cálculos, deve ser utilizado o valor da capacidade térmica do calorímetro calculado previamente pelo(a) professor(a). Após a realização da experiência para determinação do valor energético dos alimentos, solicita-se que os alunos respondam a um questionário composto por oito questões fechadas retiradas de vestibulares de universidades brasileiras e do Enem. O procedimento do experimento segue os seguintes passos:

7.2. Sugestão de Texto: “Energia e o Corpo Humano”

A troca de energia entre o alimento ingerido e o corpo humano é um processo complexo que envolve várias etapas. Inicialmente, na digestão, os alimentos são decompostos em nutrientes como carboidratos, proteínas e gorduras. Esses nutrientes são absorvidos pelo sistema digestivo e transportados para as células através da corrente sanguínea.

Dentro das células, ocorre a respiração celular onde os nutrientes são convertidos em ATP (adenosina trifosfato), a principal fonte de energia para funções corporais como contração muscular, síntese de proteínas e manutenção dos processos metabólicos. O excesso de energia obtido dos alimentos pode ser armazenado no corpo, principalmente, como gordura, servindo como reserva para períodos de escassez. Manter o equilíbrio energético é crucial para a saúde, prevenindo problemas como obesidade ou deficiências energéticas. Conforme afirmam Okuno, Caldas e Chow (1982), todas as atividades realizadas pelo corpo, inclusive o pensamento, envolvem trocas de energia. Eles destacam que a conversão de energia em trabalho representa uma pequena parcela do gasto energético total do corpo. Mesmo em repouso, o corpo consome energia, com uma potência média de 100 W, para manter o funcionamento dos órgãos, tecidos e células. Desse total, 25% são usados pelo esqueleto e coração, 19% pelo cérebro, 10% pelos rins e 27% pelo fígado e baço. Os autores afirmam ainda

que, durante a metabolização dos nutrientes, ocorre a liberação de energia térmica, semelhante à queima de combustíveis. Para manter a temperatura corporal constante e realizar trabalho externo, cerca de 5% da energia é eliminada pelo corpo na forma de fezes e urina. O restante da energia não utilizada para a manutenção dos órgãos é armazenado como gordura. Ressaltam que a eficiência biológica está relacionada à quantidade de energia dos alimentos que é convertida em trabalho útil e outras atividades celulares. Além da produção de energia, os processos biológicos envolvem transferência de energia na forma de calor, através da regulação térmica do corpo.

O calorímetro utilizado, neste momento do trabalho, é um dispositivo no contexto dos alimentos. Ele mede o calor liberado pela combustão do alimento.

Figura 12: Calorímetro de combustão alternativo



Fonte: Elaborada pelo autor.

A fórmula básica para calcular o calor liberado é: **$Q=m.c.\Delta T$** , onde:

- Q é o calor liberado (em calorias);
- m é a massa da água no calorímetro (em gramas, g);
- c é o calor específico da água (1 cal/g.0C.);
- ΔT é a variação de temperatura da água (em 0C).

7.3. Questão problema

(UFPR) Chamamos de energéticos e calóricos os alimentos que, quando metabolizados, liberam energia química aproveitável pelo organismo. Essa energia é quantificada através da unidade física denominada caloria, que é a quantidade de energia necessária para elevar, em um grau, um grama de água. A quantidade de

energia liberada por um alimento pode ser quantificada quando se usa a energia liberada na sua combustão para aquecer uma massa conhecida de água contida em um recipiente isolado termicamente (calorímetro de água). Determine, utilizando o calorímetro de combustão alternativo (Figura 38), a quantidade de calorias presente em castanhas, nozes e petiscos.

a) Cálculo da capacidade térmica do calorímetro

b) Cálculo do valor energético dos alimentos

Procedimento para realização do experimento para determinação da Capacidade térmica do calorímetro de combustão B (figura 38).

Material necessário:

- calorímetro alternativo de combustão B
- Balança
- Alicates tenaz ou alicates comuns
- Termômetro
- Ebulidor

Procedimentos:

- Medir uma massa m_1 de água à temperatura ambiente.
- Despejar a massa m_1 de água no interior do calorímetro.
- Medir a temperatura do conjunto água + calorímetro (T_{inicial}). Anotar na tabela.
- Aquecer uma massa de m_2 de água.
- Medir a massa m_2 de água aquecida.
- Medir a temperatura m_2 da água aquecida. Anotar na tabela.
- Despejar a água aquecida no calorímetro.
- Registrar, na tabela, a temperatura de equilíbrio térmico, T , da mistura água quente + água à temperatura ambiente + calorímetro.
- Aplicar o princípio das trocas de calor entre corpos e calcular a capacidade térmica.

$$Q_{\text{água ambiente}} + Q_{\text{água aquecida}} + Q_{\text{calorímetro}} = 0$$

$$m_1 \cdot c_1 \cdot \Delta T_1 + m_2 \cdot c_2 \cdot \Delta T_2 + C_{\text{calorímetro}} \cdot \Delta t_{\text{calorímetro}} = 0$$

$$C_{\text{calorímetro}} = m_1 \cdot c_1 \cdot \Delta T_1 + m_2 \cdot c_2 \cdot \Delta T_2 + \Delta t_{\text{calorímetro}}$$

Cálculo da Capacidade Térmica do calorímetro de combustão B					
Substância	Massa (g)	Calor específico cal/g.°C	Temp. Inicial(°C)	Temp. Final (°C)	Varição de temp.(°C)
Água temp. ambiente					
Água aquecida					
Calorímetro		C=			

Solução:

Para calcular o valor energético do alimento em calorias, realizamos o seguinte procedimento experimental:

Material necessário:

- Calorímetro de combustão B
- Termômetro

- Balança
- Copo medidor
- Alimento a ser analisado

$$Q_{\text{alimento}} = Q_{\text{água}} + Q_{\text{calorímetro}}$$

$$Q_{\text{alimento}} = m_{\text{água}} \cdot C_{\text{água}} \cdot \Delta T_{\text{água}} + C_{\text{calorímetro}} \cdot \Delta t_{\text{calorímetro}}$$

Procedimento experimental:

- Medir a massa de uma amostra do alimento. Anotar na tabela.
- Medir a massa $m_{\text{água}}$ à temperatura ambiente.
- Despejar a massa $m_{\text{água}}$ de água no interior do calorímetro.
- Medir a temperatura do conjunto água + calorímetro (T_{inicial}). Anotar na tabela.
- Posicionar a amostra do alimento na haste logo abaixo do copo do calorímetro.
- Queimar a amostra do alimento dentro do calorímetro.
- Medir a temperatura final da água (T_{final}).
- Calcular a variação de temperatura da água: $\Delta T = T_{\text{final}} - T_{\text{inicial}}$.
- Calcular o calor liberado pela amostra do alimento e recebido pela água.

Amostra (g)	Massa total da amostra = M_{total} (g)		Massa da amostra após queima = $M_{\text{após}}$ (g)		Massa da amostra utilizada na queimada. $M = M_{\text{total}} - M_{\text{após}}$ (g)	
	Substância	Massa (g)	Calor específico (cal/g.°C)	Temperatura inicial (T_0) (°C)	Temperatura inicial (T) (°C)	Varição de temperatura (ΔT) (°C)
Água						
Calorímetro						

Fonte: Elaboração do autor.

7.4. Sugestão de questionário aberto

Questionário de múltipla escolha

1. (PUC-Campinas-SP) Sobre o conceito de calor, pode-se afirmar que se trata de uma:

- a) Medida da temperatura do sistema.
- b) Forma de energia em trânsito.
- c) Substância fluida.
- d) Quantidade relacionada com o atrito.
- e) Energia que os corpos possuem.

2.(Unifesp) O SI (Sistema Internacional de Unidades) adota como unidade de calor o joule, pois calor é energia. No entanto, só tem sentido falar em calor como energia em trânsito, ou seja, energia que se transfere de um corpo a outro em decorrência da diferença de temperatura entre eles. Assinale a afirmação em que o conceito de calor está empregado corretamente.

- a) A temperatura de um corpo diminui quando ele perde parte do calor que nele estava armazenado.
- b) A temperatura de um corpo aumenta quando ele acumula calor.
- c) A temperatura de um corpo diminui quando ele cede calor para o meio ambiente.
- d) O aumento da temperatura de um corpo é um indicador de que esse corpo armazena calor.
- e) Um corpo só pode atingir o zero absoluto se for esvaziado de todo o calor nele contido.

3. (Fei) Quando dois corpos de tamanhos diferentes estão em contato e em equilíbrio térmico, e ambos isolados do meio ambiente, pode-se dizer que:

- a) O corpo maior é o mais quente.
- b) O corpo menor é o mais quente.
- c) Não há troca de calor entre os corpos.

- d) O corpo maior cede calor para o corpo menor.
- e) O corpo menor cede calor para o corpo maior.

4.(UFV-MG) Quando dois corpos de materiais diferentes estão em equilíbrio térmico, isolados do meio ambiente, pode-se afirmar que:

- a) O mais quente é o que possui menor massa.
- b) Apesar do contato, suas temperaturas não variam.
- c) O mais quente fornece calor ao mais frio.
- d) O mais frio fornece calor ao mais quente.
- e) Suas temperaturas dependem de suas densidades.

5.(Fatec-SP) Três corpos encostados entre si estão em equilíbrio térmico. Nessa situação:

- a) Os três corpos apresentam-se no mesmo estado físico.
- b) A temperatura dos três corpos é a mesma.
- c) O calor contido em cada um deles é o mesmo.
- d) O corpo de maior massa tem mais calor que os outros dois.
- e) Há mais de uma proposição correta.

6.(Ufes) Dois objetos, A e B, são constituídos do mesmo material e recebem a mesma quantidade de calor. Observa-se que a variação da temperatura do objeto A é o dobro da variação da temperatura do objeto B. Podemos, então, afirmar que:

- a) A capacidade térmica de B é o dobro da de A.
- b) O calor específico de B é o dobro do de A.
- c) A capacidade térmica de A é o dobro da de B.
- d) O calor específico de A é o dobro do de B.
- e) Os dois objetos têm coeficiente de dilatação térmica diferente.

7.(Mackenzie-SP) Um calorímetro de capacidade térmica $5,0 \text{ cal/}^\circ\text{C}$ contém 200 g de água (calor específico $1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$) a 20°C . Ao colocarmos um bloco metálico de 500 g à temperatura de 100°C no interior desse calorímetro, observamos que o sistema

atinge o equilíbrio térmico a 60°C. O calor específico do metal que constitui esse bloco, em cal/g°C, é:

- a) 0,30
- b) 0,36
- c) 0,41
- d) 0,46
- e) 0,52

8. (CPS-SP) Muitos estudos têm demonstrado a necessidade de uma dieta alimentar balanceada para diminuir a incidência de doenças e aumentar a qualidade e o tempo de vida do homem. Durante o intervalo, um estudante consumiu um lanche feito de pão e hambúrguer, 50g de batata frita, 1 caixinha de água de coco e 50g de sorvete. Considere a tabela a seguir.

Alimento	Valor energético
Caixinha de água de coco	42 kcal
Pão	82,5 kcal
Hambúrguer	292,5 kcal
Batata frita	6 kcal/g
Sorvete	3 kcal/g

O valor energético total, obtido pela ingestão do lanche é, aproximadamente, em kcal, de:

- a) 426
- b) 442
- c) 600
- d) 638
- e) 867

8. Sexto Encontro

8.1. OBJETIVOS

- Avaliação processual e formativa da aprendizagem
- Avaliação da UEPS, segundo evidências da aprendizagem significativa

Cada grupo deve elaborar um mapa conceitual com o tema central "calorimetria" (Apêndice B). Além disso, os grupos respondem a um questionário composto por oito questões abertas, semelhante ao aplicado no primeiro encontro (Apêndice A) que será utilizado como pós-teste. Por fim, é aplicado um questionário de impacto de aprendizagem, composto por 10 questões (Apêndice O), respondido individualmente por cada aluno da turma.

8.2. Questionário aberto

Como sugestão, indico a repetição do questionário de 8 questões abertas aplicado no primeiro encontro.

8.3. Aplicação do Mapa Conceitual final.

9. MAPA CONCEITUAL

Teoria e Uso de Mapas Conceituais em Sala de Aula segundo Ausubel

A teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel destaca a importância do conhecimento prévio dos alunos como base para a construção de novos conhecimentos. Para Ausubel, a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação é relacionada de maneira não arbitrária e substantiva ao conhecimento existente na estrutura cognitiva do aluno. Um dos instrumentos eficazes para promover essa aprendizagem é o mapa conceitual.

O que é um Mapa Conceitual?

Um mapa conceitual é uma representação gráfica que organiza e representa o conhecimento. Ele é composto por conceitos, geralmente escritos em caixas ou círculos, que são conectados por linhas ou setas para mostrar a relação entre eles. As palavras de ligação nas linhas ou setas explicam a natureza da relação entre os conceitos, ajudando os alunos a entenderem como as ideias estão conectadas.

Fundamentos Teóricos dos Mapas Conceituais

A base teórica para o uso de mapas conceituais em sala de aula está diretamente ligada à teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. Segundo Ausubel, a chave para a aprendizagem significativa é a assimilação de novos conceitos com conceitos relevantes e preexistentes já disponíveis na estrutura cognitiva do aluno. Os mapas conceituais facilitam esse processo de assimilação, pois:

1. **Organizam o conhecimento:** Ao representar graficamente as relações entre conceitos, os mapas conceituais ajudam a estruturar e organizar o conhecimento de forma hierárquica, do mais geral ao mais específico.
2. **Evidenciam relações entre ideias:** Eles mostram como diferentes conceitos estão interligados, o que é fundamental para o desenvolvimento de uma compreensão mais profunda e integrada de um tema.
3. **Apoiam a retenção e recuperação da informação:** A estrutura visual e hierárquica dos mapas conceituais facilita a retenção e a recuperação das informações, pois o conhecimento é armazenado de forma organizada na mente do aluno.

Uso de Mapas Conceituais em Sala de Aula

Os mapas conceituais são ferramentas pedagógicas versáteis que podem ser utilizados de várias maneiras em sala de aula:

- Introdução de Novos Tópicos:** No início de um novo tópico, os mapas conceituais podem ser utilizados para ativar o conhecimento prévio dos alunos, ajudando-os a conectar o que já sabem com o que estão prestes a aprender.
- Revisão e Consolidação do Conhecimento:** Após a conclusão de um tópico, os mapas conceituais podem ser usados para revisar e consolidar o conhecimento adquirido. Isso permite que os alunos reflitam sobre o que aprenderam e reforcem as conexões entre conceitos.
- Avaliação Formativa:** Professores podem utilizar mapas conceituais para avaliar a compreensão dos alunos sobre um tema específico, identificando possíveis lacunas no conhecimento e orientando intervenções pedagógicas mais eficazes.

- **Ferramenta de Colaboração:** Quando feitos em grupo, os mapas conceituais promovem a colaboração entre os alunos, incentivando discussões e trocas de ideias que enriquecem o aprendizado coletivo.

Vantagens dos Mapas Conceituais

Os mapas conceituais apresentam várias vantagens no contexto educacional:

- **Estímulo ao Pensamento Crítico:** Eles incentivam os alunos a pensarem criticamente sobre o relacionamento entre conceitos e a desenvolverem habilidades de raciocínio lógico.
- **Apoio à Aprendizagem Ativa:** O processo de criação de um mapa conceitual é uma forma de aprendizagem ativa que envolve os alunos de maneira mais profunda, promovendo compreensão mais robusta.
- **Facilidade na Identificação de Conceitos Prévios e Conceitos Equivocados:** Professores podem rapidamente identificar o que os alunos já sabem e onde estão cometendo erros de compreensão, permitindo um ensino mais direcionado e eficaz.

Conclusão

O uso de mapas conceituais, em sala de aula, fundamentado na teoria de aprendizagem significativa de Ausubel, é uma estratégia poderosa para promover a compreensão profunda e a retenção de conhecimentos. Ao permitir que os alunos visualizem as conexões entre diferentes conceitos, os mapas conceituais facilitam a aprendizagem que é não apenas memorável, mas também transferível para novos contextos de aprendizagem. Eles representam, assim, uma ferramenta valiosa para professores que buscam engajar seus alunos em um processo de aprendizagem verdadeiramente significativo.

10.CONSTRUÇÃO DOS CALORÍMETROS

Calorímetro de água (A)

O material utilizado para construir o calorímetro consiste, basicamente, em dois recipientes de isopor para latas de refrigerante das quais retiramos a tampa com a ajuda de um abridor de latas. Um dos recipientes de isopor será usado como tampa do calorímetro. Para isso, cortamos, aproximadamente dois dedos acima do fundo do recipiente, a peça que servirá a esse propósito. A tampa deve encaixar da melhor maneira possível na parte superior do recipiente de isopor que contém a lata sem tampa. Esta última, geralmente, sobressai um pouco do recipiente de isopor que a contém. Por fim, fazemos uma perfuração central na tampa de isopor, de modo que o diâmetro do furo permita a passagem perfeita do termômetro que será usado nas experiências de calorimetria. Este dispositivo simples e acessível permite realizar experimentos de calorimetria ao medir a transferência de calor entre substâncias com precisão suficiente para demonstrações educacionais.

Figura 13: Calorímetro A



Fonte: Elaborada pelo autor.

Preparação dos Recipientes de Isopor:

- Comece removendo a tampa de um dos recipientes de isopor usando um abridor de latas.
- Em seguida, corte o segundo recipiente de isopor, aproximadamente dois dedos acima do fundo. Esta parte cortada servirá como a tampa do calorímetro.

Montagem do Calorímetro:

- Coloque a lata de refrigerante vazia dentro do primeiro recipiente de isopor, que ainda possui a base completa.
- A lata de refrigerante deve sobressair ligeiramente da borda do recipiente de isopor.
- Coloque a parte cortada do segundo recipiente de isopor sobre a lata de refrigerante, usando-a como tampa. A tampa deve se encaixar de forma firme e segura na parte superior do primeiro recipiente.

Instalação do Termômetro:

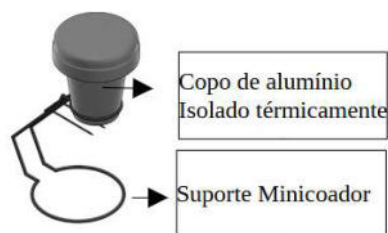
- Faça uma perfuração central na tampa improvisada de isopor. O diâmetro do furo deve ser suficiente para permitir a passagem do termômetro tipo espeto.
- Insira o termômetro através do furo, garantindo que ele alcance o interior da lata de refrigerante onde serão realizadas as medições de temperatura durante os experimentos de calorimetria.

Calorímetro de combustão (B)

Construção do calorímetro

Foi feita uma abertura de 160 mm de altura por 130 mm de largura na caixa de isopor para a instalação de uma janela de vidro, permitindo o acendimento e a observação da queima da amostra de alimento. Na parte superior do mini coador, foi colocado um copo de alumínio isolado. Na haste que liga a base do mini coador ao suporte superior, foi soldado um fio fino de arame até o centro da parte externa da base do copo de alumínio onde será colocada a amostra a ser queimada (Figura 38). Este calorímetro de combustão caseiro é projetado para permitir a medição do valor energético dos alimentos, proporcionando um ambiente controlado onde a amostra é queimada e a energia liberada é medida através do aumento de temperatura observado.

Figura 14: Calorímetro de combustão alternativo



Fonte: Elaborada pelo autor.

Preparação da Caixa de Isopor:

- Faça uma abertura na lateral da caixa de isopor de 13 litros com dimensões de 160 mm de altura por 130 mm de largura.
- Instale uma janela de vidro nessa abertura, permitindo a observação da queima da amostra de alimento durante o experimento.

Montagem do Suporte:

- Na parte superior de um mini coador, posicione um copo de alumínio isolado, que servirá como a câmara onde ocorrerá a combustão.
- Na haste que conecta a base do mini coador ao suporte superior, solde um fio fino de arame. Este fio deve ser estendido até o centro da parte externa da base do copo de alumínio, onde a amostra de alimento a ser queimada será colocada.

Instalação do Termômetro:

- Um termômetro tipo espeto deve ser inserido de forma a monitorar a temperatura dentro da câmara de combustão, permitindo a medição precisa da variação de temperatura causada pela queima do alimento.

11. REFERÊNCIAS

1. HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física 2:** Gravitação, Ondas e Termodinâmica. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015.
2. MOREIRA, M. A. **Afinal, o que é Aprendizagem Significativa?** São Paulo: Centauro, 2006.
3. MOREIRA, M. A. **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa.** São Paulo: Centauro, 2011.
4. RAMALHO, F.; NICOLAU, G. TOLEDO, P. **Fundamentos da Física 2:** Eletricidade e Magnetismo. 9. ed. São Paulo: Moderna, 2011.