

INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO
GRANDE DO NORTE- IFRN

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Orientador (a):

DSc. Paulo Cavalcante da Silva Filho

Coorientador (a):

DSc. Andrezza Maria Batista do Nascimento Tavares.

CONCEITOS DE CALOR E TEMPERATURA: UMA ABORDAGEM HISTÓRICA E
EXPERIMENTAL NA VISÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Leaivlam Rodrigues de Lima

Produto produzido na Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), no Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Natal, RN
2017

LEAIVLAM RODRIGUES DE LIMA

**CONCEITOS DE CALOR E TEMPERATURA: UMA ABORDAGEM HISTÓRICA E
EXPERIMENTAL NA VISÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

1ª Edição

Natal, RN
Edição do autor
2017

O material apresentado, neste documento, pode ser reproduzido livremente desde que citada a fonte. As imagens apresentadas são de propriedade do autor e utilizadas para fins didáticos. Caso sinta que houve violação de seus direitos autorais, por favor, contate o autor para solução imediata do problema. Este documento é veiculado gratuitamente, sem nenhum tipo de retorno comercial ao autor, e visa apenas à divulgação do conhecimento científico.

APRESENTAÇÃO

O produto foi concebido como complemento da dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), da Sociedade Brasileira de Física (SBF), do Polo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN).

Esse Produto Educacional é constituído por uma Unidade Didática, pelo Pré-teste, pelos roteiros das experiências de Sensação Térmica e Calor Específico Sensível, além das orientações de como o professor deverá proceder na realização de cada etapa.

A primeira atividade, Pré-teste, permite ao professor - educador, identificar os conhecimentos prévios dos alunos, no que diz respeito aos conceitos de Calor e Temperatura, associados aos fenômenos do dia a dia. Na segunda atividade - experimento de sensação térmica - os alunos são levados a entender, de forma significativa, que o tato proporciona uma sensação térmica, não uma medida exata da temperatura. Com isso, o aluno percebe que, para estimar a temperatura de um corpo, é necessário um instrumento apropriado - o termômetro. Na terceira atividade - experimento de calor específico sensível - os alunos devem determinar os valores do calor específico sensível de dois metais distintos, seguindo uma metodologia científica, com base na teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e na Transposição Didática, segundo Chevallard.

Por conseguinte, este produto pode ser utilizado por todos que desejam agregar valores às suas aulas práticas e por aqueles que objetivam a melhoria do processo cognitivo dos conceitos térmicos mencionados.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: (a) Três cubas, (b) garrafa térmica, (c) caixa de gelo, (d) papel toalha, (d) Becker de 500ml.....	26
Figura 2: Disposição das cubas	26
Figura 3: Inserindo, inicialmente, as mãos no recipiente central.....	27
Figura 4: Inserindo as mãos nos recipientes laterais (água aquecida e água com gelo).	28
Figura 5: Inserindo novamente as mãos no recipiente central.	29
Figura 6: (a) e (b) Calorímetro, (c) Becker de 250ml e termômetro, (d) Balança digital, (e) Aquecedor elétrico e tela de amianto, (f) corpo de cobre e de alumínio..	30
Figura 7: Aquecimento da água.	31
Figura 8: (a) Medindo a massa do bloco; (b) Aquecendo o conjunto (água + corpo 1).	32
Figura 9: Medindo a massa da água.	32
Figura 10: Iniciado o processo de ebulição, é feita a medida da temperatura da água.	33
Figura 11: Retirada do corpo metálico da água fervente e inserindo no calorímetro..	34
Figura 12: Inserido o corpo metálico no calorímetro, espera-se atingir o equilíbrio térmico.....	34

LISTA DE QUADROS

Figura 1: Objetivos das questões do pré-teste.....	20
--	----

SUMÁRIO

1. UNIDADE DIDÁTICA.....	10
2 FASE EXPLORATÓRIA	20
3 PASSOS DA INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA.....	24
3.1 SENSAÇÃO TÉRMICA	25
3.2 CALOR ESPECÍFICO SENSÍVEL DOS METAIS	30
REFERÊNCIAS.....	36
APÊNDICES	39

**CONCEITOS DE CALOR E TEMPERATURA: UMA ABORDAGEM HISTÓRICA E
EXPERIMENTAL NA VISÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Leaivlam Rodrigues de Lima

2017

Ficha catalográfica

1. UNIDADE DIDÁTICA

A unidade didática é um instrumento que promove a articulação dos conteúdos de aprendizagem com as sequências de atividades, orientados a partir dos objetivos que se pretende alcançar, respeitando as etapas e as capacidades dos alunos. Sendo assim, é uma forma de organização do ensino e da aprendizagem. Dessa forma, idealizamos a seguinte unidade didática

A unidade didática é um instrumento que promove a articulação dos conteúdos de aprendizagem com as sequências de atividades, orientadas a partir dos objetivos que se pretende alcançar, respeitando as etapas e as capacidades dos alunos. Sendo assim, é uma forma de organização do ensino e da aprendizagem. Dessa forma, idealizamos a seguinte unidade didática.

Unidade Didática com base na Teoria Cognitivista de Ausubel

Leaivlam Rodrigues de Lima

Tema: Noções de Calor e Temperatura

I – Objetivos

1. Desenvolver no aluno a compreensão de que o tato nos proporciona apenas uma sensação térmica, não uma medida de temperatura e que, para se mensurá-la, é necessário a utilização de um instrumento de medida apropriado chamado termômetro.
2. Constatar o princípio de conservação da energia térmica de um sistema de corpos que interagem e determinam o calor específico sensível de corpos metálicos, verificando sua dinâmica temporal na troca de calor.

II – Público alvo

Alunos da segunda série do ensino médio.

III – Conteúdos de Aprendizagem

1. Conceituais

- 1.1. Energia
- 1.2. Calor
- 1.3. Temperatura

- 1.4. Equilíbrio térmico
- 1.5. Quantidade de calor sensível
- 1.6. Calor específico sensível

2. Procedimentais

- 2.1. Dinamizar o conteúdo e valorizar o conhecimento prévio dos alunos.
- 2.2. Construir o conceito de calor a partir da sensação térmica e observações de fenômenos macroscópicos que despertem a curiosidade dos alunos. Assim, fortalecendo a interação deles com o processo ensino/aprendizagem.
- 2.3. Descrever o processo de transferência de energia térmica de um corpo para outro e analisar que fatores contribuem para essa transferência.
- 2.4. Calcular os valores do calor específico de dois metais distintos (Al e Cu).
- 2.5. Contextualizar o conteúdo termodinâmica com assuntos relacionados ao cotidiano dos estudantes.
- 2.6. Pesquisar conceitos de termodinâmica em fonte como: livros, internet, entre outros.
- 2.7. Apresentar, para o grande grupo, o trabalho realizado por eles.

3. Atitudinais

- 3.1. Cooperação com o grupo.
- 3.2. Envolvimento durante as atividades.
- 3.3. Responsabilidade e respeito diante do que é proposto pelo professor e pelo grupo.
- 3.4. A integração de ideias.
- 3.5. A socialização das discussões.
- 3.6. Reconhecer as concepções prévias dos alunos antes e após as práticas.
- 3.7. Aprender a respeitar as concepções dos colegas.
- 3.8. Reconhecer potencialidades, aceitar e superar limites.

- 3.9. Visar à inserção do aluno no contexto social, para que haja discussão acerca de temas físicos e sociais sempre que possível.
- 3.10. Estimular o desenvolvimento de um pensamento crítico no aluno em relação à importância socioeconômica dos processos termodinâmicos, analisando os benefícios e os malefícios desse processo.

IV – Sequência de Ensino e Aprendizagem

Aula 1 – 1º dia =====

TEMA: Conhecimentos prévios dos alunos.

OBJETIVO

- Verificar os conhecimentos prévios que os alunos têm a respeito do tema Calor e Temperatura.

TEMPO ESTIMADO PARA A AULA: Uma aula de quarenta e cinco minutos.

DESENVOLVIMENTO: O professor deverá fazer um levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos, aplicando o questionário que se encontra no apêndice A relativo ao tema Calor e Temperatura, com questões diversas, que darão ao professor uma radiografia do entendimento dos alunos em relação a esse assunto. Dessa forma, possibilita ao professor elaborar uma estratégia de ensino-aprendizagem, a partir dos pontos em que verificou deficiências conceituais e de concepção.

Aula 2 e 3 – 2º dia =====

TEMA: Sensação térmica.

OBJETIVOS

- Entender que o tato nos proporciona uma sensação térmica, não uma medida exata da temperatura.
- Concluir que é necessário um instrumento apropriado para mensurar a temperatura.

RECURSOS INSTRUCIONAIS: Cubas plásticas, gelo, água quente e água em temperatura ambiente.

TEMPO ESTIMADO PARA A AULA: Duas aulas de quarenta e cinco minutos.

CONHECIMENTOS PRÉVIOS: Calor, temperatura e equilíbrio térmico, assuntos trabalhados anteriormente pelo professor de física teórica em sala de aula.

DESENVOLVIMENTO:

A aula de sensação térmica será desenvolvida, no laboratório de física térmica, com grupos de alunos de até quatro componentes, reunidos por afinidades. Após a chegada ao laboratório, os grupos deverão se dirigir para a sua bancada, onde estarão os materiais a serem utilizados e o roteiro da experiência que se encontra no apêndice B. Neste momento, o professor de laboratório dará as devidas informações aos alunos sobre as normas de segurança e os devidos cuidados ao realizarem a atividade.

É muito importante posicionar corretamente os alunos frente ao experimento, ou seja, o aluno deverá ficar em frente ao experimento com a cuba de água com gelo do seu lado esquerdo, água na temperatura ambiente no centro e a água morna do seu lado direito.

O professor deverá acompanhar cada etapa da experimentação, observando a participação, a seriedade e as discussões dos alunos, que ocorrerão ao longo do experimento. Isso será também pontuado na avaliação.

Durante o primeiro momento da experimentação, os alunos verificarão sensações térmicas diferentes, quando introduzirem as duas mãos no mesmo líquido. Espera-se que as sensações obtidas pelas duas mãos sejam as mesmas. Ao retirá-las da cuba central e inseri-las nas cubas laterais, espera-se que a mão direita, que será inserida na água que está a aproximadamente 40°C , tenha a sensação térmica de que a água está quente, enquanto a mão esquerda, que será colocada na água com gelo, terá a sensação oposta, isto é, fria.

Quando retirarem as mãos das duas cubas e inseri-las novamente na cuba central, terão sensações térmicas diferentes em cada mão. Para a mão direita, terão a sensação de que a água está fria e, para a mão esquerda, terão a impressão de que a água está quente. Esse é o grande momento, em que ocorre um conflito

cognitivo, que levará os alunos a debaterem e a compreenderem que a sensação térmica não indica se um corpo está quente ou frio, mas indica uma condição que aparentemente aquele ambiente está em relação ao meio de referência. Com isso, o aluno deverá chegar à conclusão de que o tato não fornece o verdadeiro estado térmico do corpo, mas apenas uma concepção comparativa entre um estado anterior e o atual. Portanto, tem-se a necessidade de quantificar o real estado térmico, através de um instrumento de medida, para que os diversos estados térmicos possam ser comparados em função de um referencial comum, o termômetro.

AVALIAÇÃO: O aluno será avaliado pela composição dos aspectos qualitativos, através de sua participação, integração e discussão dentro do próprio grupo, e quantitativos, através do relatório entregue ao professor.

Aula 4 e 5 – 3º dia =====

TEMA: Calor específico.

OBJETIVOS

- Verificar o princípio de conservação da energia térmica de um sistema.
- Determinar o calor específico de objetos metálicos e verificar sua dinâmica temporal na troca de calor.

RECURSOS INSTRUCIONAIS: calorímetro, termômetro, corpo sólido de alumínio, corpo sólido de cobre, balança, Becker, fonte térmica, tela de amianto.

CONHECIMENTOS PRÉVIOS: Capacidade térmica, quantidade de calor e calor específico sensível, assuntos trabalhados em sala de aula pelo professor de física teórica.

DESENVOLVIMENTO:

Os alunos serão levados, em pequenos grupos, ao laboratório, formados por afinidades entre eles.

Cada grupo deverá ser encaminhado para a sua bancada, onde estarão os materiais e aparatos a serem utilizados no experimento e o roteiro que se encontra

no apêndice C. O professor, inicialmente, deverá informar aos alunos as normas de segurança no laboratório.

Dado início ao processo investigativo, os alunos deverão medir a massa do primeiro corpo metálico (m_{metal1}). É importante que não tenha resíduos no corpo metálico, e que a balança seja tarada, ou seja, zerada, para que a medida da massa do objeto investigado seja mensurada corretamente, pois, quando equivocada, implicará resultados errados. Após a medição da massa do corpo, o aluno deverá inseri-lo em um Becker com aproximadamente 200ml de água e levá-lo à fonte térmica para que seja aquecido. Não esquecer de inserir a tela de amianto abaixo do Becker ao colocá-lo para aquecer, para que o calor possa se distribuir igualmente no fundo do recipiente. Enquanto a água é aquecida com o corpo metálico em seu interior, o grupo deverá medir a massa da água ($m_{\text{água}}$) que será colocada no interior do calorímetro e a sua temperatura ($T_{0\text{água}}$). Para tanto, o aluno que for fazer a medida da massa de água, deverá, primeiramente, ter o cuidado de tarar a balança com o calorímetro, para que a medida feita só leve em consideração a medida de água inserida no calorímetro. Após a medição da massa da água, o aluno deverá fechar o calorímetro e inserir um termômetro pela abertura que se encontra na tampa do calorímetro. O professor deverá explicar aos alunos que essa medição de temperatura interna deve ser feita isolada do meio externo, para que o mesmo não venha a sofrer influência. Daí a expressão de um “**sistema isolado**”. Deve ficar bem claro para os alunos que um **sistema isolado**, em física, é um **sistema** que não troca nem matéria e nem energia com o ambiente, sendo delimitado por uma fronteira completamente restritiva à troca de matéria, à variação de volume e ao calor.

Quando a água do Becker estiver fervendo, o grupo deverá verificar a temperatura do conjunto (água + corpo metálico) com o segundo termômetro. Ao se fazer essa medida, o grupo terá a temperatura inicial do corpo metálico (T_0), visto que esse corpo se encontra em equilíbrio térmico com a água. Após verificar a temperatura de forma indireta do corpo, o grupo deverá aproximar o calorímetro do Becker ainda sobre a fonte térmica e transferir rapidamente o corpo para o interior do calorímetro, de modo que a interação com o meio externo possa ser a mínima possível. Com o calorímetro fechado, o corpo metálico irá interagir com a água e passará um fluxo de energia térmica (calor) do corpo de maior temperatura (corpo

metálico) para o de menor temperatura (água), até que se estabeleça o equilíbrio térmico. É importante que o grupo perceba que, durante a interação entre os corpos, inicialmente, a temperatura da água aumenta muito rápido, e, a medida em que o tempo passa, a velocidade desse aumento de temperatura vai diminuindo até que a temperatura se estabilize por um determinado tempo. Esse é o momento em que o grupo identificará a temperatura de equilíbrio (T_{eq}).

Com os valores encontrados da massa da água ($m_{água}$), da massa do corpo metálico 1 (m_{c1}), das temperaturas iniciais da água ($T_{0água}$), do corpo metálico ($T_{0metal1}$) e da temperatura de equilíbrio (T_{eq}), devidamente anotados na tabela 1 do roteiro, daremos início ao processo da segunda etapa, ainda da coleta de dados, agora com o segundo corpo metálico, repetindo todo o procedimento descrito anteriormente.

Após a coleta de dados, preenchidas as tabelas 1 e 2 do roteiro, os grupos partirão para uma análise dos fenômenos, na qual responderão a algumas indagações sobre a sua percepção a respeito do processo.

Primeiramente, analisarão o ocorrido com as temperaturas dos metais e da água, quando postos em contato no interior do calorímetro. Nesse momento, os alunos irão refletir o porquê de a temperatura da água ter aumentado. É sabido pelos alunos que a energia não pode ser criada nem destruída (Princípio da conservação da energia). Logo, o que estaria contribuindo para esse aumento de temperatura? Teoricamente, nosso sistema é isolado. Portanto, é esperado que os alunos cheguem à conclusão de que a água está recebendo “algo” que pode provocar esse aumento em sua temperatura. Se a água recebe algo, logo terá um “doador”. Esse “doador” só poderá ser o metal. Espera-se que o aluno chegue à conclusão de que esse “algo” transferido, na realidade, é uma forma de energia que produz o aumento de temperatura. Se existe um “doador”, no caso o metal, essa energia está sendo subtraída dele, logo, a sua temperatura será diminuída. Esse processo de transferência de energia do metal para a água, que está sendo motivada pela diferença de temperatura entre os corpos que estão interagindo, continuará até que se estabeleça o equilíbrio térmico entre os dois corpos. É de grande importância que os alunos percebam que essa energia transferida (Calor), doada pelo metal, é transferida para a água e para o calorímetro. Considerando-se o calorímetro em questão como ideal, ou seja, que não permite qualquer interação

entre ele e o meio interno e externo, obtém-se uma transferência integral da energia térmica do corpo metálico para a água, logo, seguindo o princípio da conservação de energia, a somatória da quantidade de calor cedida com a absorvida é zero ($\sum Q = 0$). Com isso, observa-se que a quantidade de calor cedida pelo metal é integralmente absorvida pela água ($Q_{metal} = Q_{água}$).

Após essa etapa, com a intervenção do professor, no momento apropriado, os grupos deverão quantificar esse calor e determinar o calor específico de cada metal, a partir da análise qualitativa e dos dados coletados.

Primeiramente, o aluno deve perceber que como a temperatura dos corpos varia e não ocorre mudança nos estados físicos dos materiais envolvidos, o calor associado, nesse momento, é o calor sensível, pois ele é o responsável pelo aumento ou diminuição de temperatura, sem que ocorra mudança de estado físico. Já o calor latente é o responsável pela mudança de estado físico, sem que ocorra alteração de temperatura, o que não ocorre com os materiais envolvidos.

A partir dos dados coletados e anotados nas tabelas 1 e 2 do roteiro, e estando os alunos seguros quanto ao tipo de calor envolvido, pode-se determinar agora a quantidade de calor que a água absorve do metal em cada processo.

Sendo o calor absorvido (calor sensível), a quantidade de calor absorvida pela água será dada por:

$$Q_{água} = m_{água} \cdot c_{água} \cdot (T_{eq} - T_{0água})$$

Como essa quantidade de calor foi integralmente recebida do metal, os alunos deverão, a partir do princípio da conservação da energia, determinar o calor específico do metal através da seguinte idealização:

$$\sum Q = 0$$

$$Q_{metal} + Q_{água} = 0$$

como,

$$Q_{metal} = m_{metal} \cdot c_{metal} \cdot (T_{eq} - T_{0metal})$$

temos que:

$$m_{metal} \cdot c_{metal} \cdot (T_{eq} - T_{0metal}) + Q_{água} = 0$$

daí,

$$c_{metal} = - \frac{Q_{\text{água}}}{m_{metal} \cdot (T_{eq} - T_{0metal})}$$

Seguindo o mesmo princípio, os grupos deverão determinar o calor específico do outro metal.

Com os valores obtidos do calor específico do alumínio e do cobre, os alunos deverão comparar seus resultados com os valores médios de tabela obtidos em condições normais de pressão (1atm) e temperatura (25°C). Nessa discussão, aparecerão vários questionamentos a respeito dos valores encontrados, pois, na sua maioria, estes valores não coincidirão com os valores tabelados. Daí a grande importância das discussões no grupo, pois surgirão hipóteses e argumentações para justificar os valores conflitantes.

É importante que ao final, o professor possa, a partir dos resultados encontrados, reunir os grupos e fazer um grande debate, explorando as hipóteses e justificativas relevantes que possam contribuir ao entendimento do assunto.

AVALIAÇÃO: O aluno será avaliado pela composição dos aspectos qualitativos, através de sua participação, integração e discussão dentro do próprio grupo, e quantitativos, através do relatório entregue ao professor.

V – Recursos Pedagógicos

a) Material de laboratório:

- Três recipientes grandes de água
- 1,5 litros de água morna (temperatura de banho)
- 1,5 litros de água fria
- 3,5 litros de água da torneira (temperatura ambiente)
- Um recipiente com gelo
- Uma garrafa térmica
- 1 calorímetro
- 1 termômetro
- 1 balança

- 2 Becker de 250ml
- 1 Becker de 500ml
- Dois corpos sólidos: alumínio e cobre
- 1 fonte térmica
- 1 tela de amianto

VI – **Avaliação**

A avaliação será processual e contínua, na qual as atividades propostas, em cada aula, serão avaliadas pelo professor através dos conteúdos de aprendizagens procedimentais e atitudinais do aluno e pelo relatório de cada experiência.

2. FASE EXPLORATÓRIA

Nessa fase, apresentamos as etapas no processo de levantamento de informações, dados e aplicação de experimentos com grupos de alunos nas três turmas do segundo ano do Ensino Médio, na disciplina de Física, em sala de aula.

Iniciamos o processo exploratório verificando os conhecimentos prévios dos alunos a respeito do que eles entendem por calor e temperatura. Para isso, elaboramos um questionário o qual denominamos pré-teste para verificar os conhecimentos prévios e as concepções dos alunos no tocante ao tema. O pré-teste encontra-se no apêndice A.

Nessa etapa, os questionários continham perguntas que foram apresentadas aos grupos de alunos das três turmas. Essa atividade avaliativa teve a finalidade de verificar os conhecimentos prévios referentes ao tema sensação térmica, cujo objetivo é trabalhar os conceitos de calor e temperatura a partir dos conhecimentos trazidos pelos alunos.

Durante a formulação do pré-teste, tivemos a preocupação de averiguar o objetivo de cada questão, que se encontra no Quadro 2. O questionário elaborado segue uma ordem de conhecimentos associados, tais como: equilíbrio térmico, fonte térmica, condutor térmico, isolante térmico, absorção térmica, calor e temperatura.

Quadro 2. Objetivos das questões do pré-teste

Objetivos	Questão
<p>Esta questão tem por objetivos verificar o que o aluno conhece a respeito de equilíbrio térmico e do calor.</p>	<p>1 – Quando dois corpos de tamanhos diferentes estão em contato com a mesma temperatura, ambos isolados do meio ambiente, pode-se dizer que:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) o corpo maior é o mais quente. b) o corpo maior cede calor para o corpo menor. c) não há troca de calor entre os corpos. d) o corpo menor cede calor para o corpo maior. e) o corpo menor é mais quente.

<p>Esta questão tem por objetivo explorar o entendimento do aluno no que se refere ao equilíbrio térmico dos corpos, independentemente das massas com a fonte térmica (forno).</p>	<p>2 – Dois objetos de mesmo material, porém de massas diferentes, ficam durante muito tempo em um forno. Ao serem retirados do forno, são imediatamente colocados em contato dentro de um calorímetro. Nessa situação,</p> <ul style="list-style-type: none"> a) passa calor do objeto de maior massa para o de menor massa. b) passa calor do objeto de menor massa para o de maior massa. c) nenhum dos objetos passa calor ao outro. d) o corpo de maior massa terá uma temperatura maior. e) o corpo de menor massa terá uma temperatura maior.
<p>Esta questão tem por objetivos explorar o entendimento do aluno no que se refere ao equilíbrio térmico dos corpos, independentemente das massas dos corpos com a máquina frigorífica (geladeira).</p>	<p>3 – Os mesmos objetos da questão anterior são agora deixados por muito tempo em uma mesma geladeira. Nessa situação, ao serem retirados e imediatamente colocados em contato, um com o outro,</p> <ul style="list-style-type: none"> a) nenhum dos objetos possui energia térmica. b) o calor do objeto de maior massa passa para o de menor massa. c) nenhum dos objetos passa calor ao outro. d) o calor do objeto de menor massa passa para o de maior massa.

	<p>e) o corpo de maior massa terá maior calor que o de menor massa.</p>
<p>Esta questão tem a finalidade de verificar o que o aluno entende por fonte térmica, condutor e isolante térmico.</p>	<p>4 – Um bom cobertor é aquele que:</p> <p>a) impede que o frio passe por ele.</p> <p>b) aquece o corpo humano.</p> <p>c) evita que o corpo humano perca temperatura para o ambiente.</p> <p>d) dificulta a condução do calor liberado pelo corpo humano para o ambiente.</p> <p>e) impede a condução do frio do ambiente para o corpo humano.</p>
<p>Esta questão tem por objetivo verificar qual o entendimento que o aluno tem a respeito dos materiais que trocam o calor de forma mais intensa e menos intensa.</p>	<p>5 – Um estudante descalço, em uma sala ladrilhada (cerâmica), coloca seu pé esquerdo diretamente sobre a cerâmica e seu pé direito sobre um tapete ali existente. Diante do exposto, é correto afirmar que:</p> <p>a) a temperatura do tapete é menor do que a da cerâmica.</p> <p>b) o tapete e a cerâmica estão a uma mesma temperatura.</p> <p>c) a temperatura da cerâmica é menor do que a do tapete.</p> <p>d) a cerâmica possui mais calor que o tapete.</p> <p>e) o tapete é mais quente que a cerâmica porque tem mais calor.</p>
	<p>6 – Para se admitir a existência do calor:</p> <p>a) basta um único corpo.</p>

<p>Esta questão tem por objetivo verificar qual o entendimento que o aluno possui a respeito das condições de existência do calor.</p>	<p>b) são necessários, pelo menos, dois corpos.</p> <p>c) basta um único corpo, mas ele deve estar “quente”.</p> <p>d) basta um único corpo, mas ele deve estar “frio”.</p> <p>e) são necessários, pelo menos, dois corpos: um “quente” e outro “frio”.</p>
<p>Esta questão tem o objetivo de explorar o conhecimento intuitivo do aluno acerca da definição de calor.</p>	<p>7 – Podemos associar o calor:</p> <p>a) a qualquer corpo, pois todo corpo possui calor.</p> <p>b) apenas àqueles corpos que se encontram “quentes”.</p> <p>c) a situações, nas quais há, necessariamente, transferência de energia térmica.</p> <p>d) apenas àqueles corpos que se encontram “frios”.</p> <p>e) a corpos que possuem temperaturas acima de 40°C.</p>
<p>Esta questão tem o objetivo de verificar se o aluno reconhece a importância da termodinâmica no seu dia a dia.</p>	<p>8 – A Termodinâmica está muito presente na vida do ser humano desde a pré-história até os dias atuais. Qual a importância científica e pessoal dos conceitos de temperatura e calor para você?</p> <p>a) Muito importante.</p> <p>b) Importante.</p> <p>c) Pouco importante.</p> <p>d) Sem importância.</p> <p>Justifique sua resposta: _____</p>

3. PASSOS DA INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA

A presença do conhecimento de Física no Ensino Médio ganhou um novo sentido a partir das diretrizes apresentadas nos PCNs pós LDB/96. Trata-se de construir uma visão da Física que esteja voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade (BRASIL, 2002).

Apesar desses princípios, os conhecimentos dos conceitos de Física no Ensino Médio são, em muitos casos, permeados pelo senso comum e, este por sua vez, está muito distante do conhecimento científico aceito pela comunidade científica. O aluno do Ensino Médio, por uma questão histórica, em que os conteúdos científicos são trabalhados valorizando técnicas de memorização e aplicação matemática, possui uma grande dificuldade de interpretação científica no tocante aos conceitos de calor e temperatura, pois, de um modo geral, as partes histórica, conceitual e experimental ainda são trabalhadas de forma desarmônica em sala de aula.

O resultado, impulsionado por ações mecânicas, é consequência da prática de memorização, e de um sistema de aprendizagem tradicional que dispensa a cultura do pensar e do refletir, principalmente, sobre os conceitos científicos e a familiaridade com os conhecimentos prévios e históricos da sociedade. Dessa forma, um sistema curricular, didático e pedagógico com perspectivas de conhecimento literal e arbitrário cria dificuldades para o aluno desenvolver a aprendizagem significativa. Segundo a teoria de Ausubel (2003), todo professor, antes de planejar sua didática, precisa levar em conta algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende.

Assim, compreende-se que as atividades experimentais são grande possibilidade para orientar e facilitar a aprendizagem significativa dos alunos em Física, no contexto da sala de aula do Ensino Médio, pois, grande parte dessa problemática com relação à aprendizagem dos conceitos de Física é resultado de certas dificuldades estruturais de muitas escolas públicas, que não possuem laboratório de física e, quando possuem, falta material adequado ou não tem professor.

Nesse sentido, o trabalho propõe duas atividades experimentais para desenvolver os conceitos de calor e temperatura, utilizando materiais e equipamentos acessíveis e com baixo investimento pelas escolas. A primeira experiência, trata-se

da sensação térmica. Os alunos serão levados a entender que o tato nos proporciona uma sensação térmica e não uma medida da temperatura, como o termômetro (instrumento mais correto para medir temperatura). A segunda experiência, calor específico sensível dos metais, consiste em verificar a dinâmica temporal na troca de calor, associando ao princípio da conservação da energia térmica do sistema, e medir o calor específico de dois corpos metálicos de prova constituídos de substâncias distintas: cobre e alumínio.

3.1 SENSAÇÃO TÉRMICA

As informações do mundo podem ser sentidas, tais como: sons, visões, cheiros, gostos, temperatura, pressão, posição do corpo e o movimento de partes dele. A todo o momento, coisas diferentes são percebidas pelos seres humanos, que ainda têm a tarefa de determinar como e quando reagir ou ignorar as informações que recebem – tarefa realizada pelo cérebro.

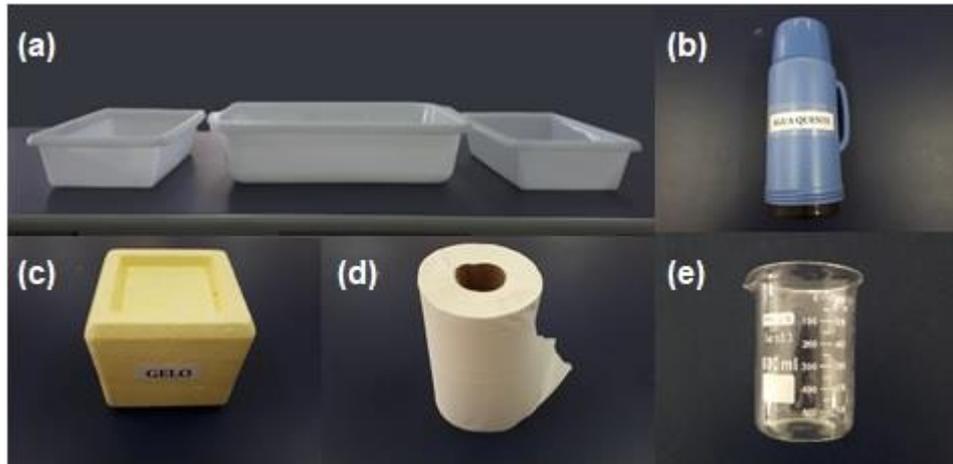
Essa organização e integração das várias percepções permitem que os seres humanos deem algum sentido ao mundo. Uma delas é a sensação térmica que os seres humanos constataam no cotidiano através do tato. Essa sensação será verificada, na primeira atividade experimental, com a finalidade de avaliação referente ao tema “sensação térmica”.

Com essa atividade, os alunos serão levados a entender, de forma significativa que o tato proporciona uma sensação térmica, não uma medida exata da temperatura. Com isso, percebe-se que, para estimar a temperatura de um corpo, é necessário um instrumento apropriado – o termômetro.

Para a realização do referido experimento, são necessários os seguintes materiais: Três recipientes grandes de água (cubas); 1,5 litros de água morna (temperatura de banho); 1,5 litros de água fria; 3,5 litros de água da torneira (temperatura ambiente); um recipiente com gelo; uma garrafa térmica com água aquecida; um Becker de 500ml e papel toalha, como mostra a Figura 1.

O professor deverá distribuir os alunos em grupos de, no máximo, quatro (4) componentes, preferencialmente, antes da aula no laboratório, para que possa otimizar o tempo de experimento.

Figura 1 – (a) Três cubas, (b) garrafa térmica, (c) caixa de gelo, (d) papel toalha, (e) Becker de 500ml



Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho (2017).

No laboratório, cada grupo deverá se dirigir a uma bancada, onde estarão as três cubas, a garrafa térmica com água aquecida o recipiente com gelo, o papel toalha e o Becker.

Inicialmente, o professor deverá orientar os alunos sobre a segurança no manuseio dos materiais e a seriedade que todos deverão ter durante todo o processo investigativo. Além disso, ao final do experimento, a bancada deverá estar organizada, limpa e seca. Também é muito importante informar aos alunos que serão avaliados, ao final do experimento, pelo relatório e pelos conteúdos procedimentais e atitudinais.

Cada grupo deverá colocar os três recipientes em linha, um ao lado do outro, como mostrado na Figura 2.

Figura 2 – Disposição das cubas



Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho (2017)

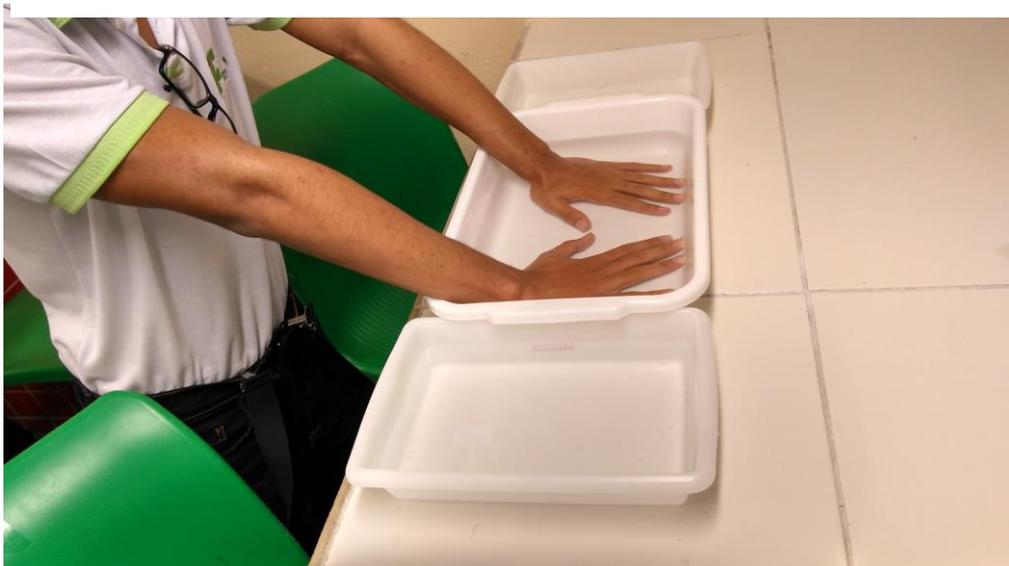
Com o copo de Becker, o grupo deverá recolher água da torneira e encher parcialmente as três cubas, de forma que, ao inserir as mãos nestas, não ocorra

transbordamento. Na cuba do lado esquerdo, o grupo deverá colocar algumas pedras de gelo; na cuba do lado direito, deverá inserir água quente a uma temperatura que, ao colocar a mão, não corra o risco de queimadura e, na cuba central, teremos água à temperatura ambiente.

Com as cubas devidamente cheias e preparadas para a experiência, um dos componentes do grupo deverá se posicionar de frente às cubas, de modo que a cuba com água e gelo esteja do seu lado esquerdo e com a água morna, do seu lado direito.

Para dar início ao processo experimental, o aluno deverá inserir simultaneamente as duas mãos na cuba central e deixá-la durante um pequeno intervalo de tempo de aproximadamente 1 minuto, como mostra a Figura 3.

Figura 3 – Inserindo, inicialmente, as mãos no recipiente central



Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho (2017)

Nesse momento, o aluno deverá descrever, para seus componentes de grupo, quais as sensações térmicas que está sentindo, ou seja, se a sensação da mão direita é igual ou diferente da sentida na mão esquerda. Essa sensação deverá ser descrita no roteiro do experimento que se encontra no apêndice B.

Como resultado, espera-se que o aluno descreva que as duas mãos têm as mesmas sensações térmicas e que ambas dão a impressão de que a água esteja a temperatura ambiente.

Dando continuidade à experiência, o aluno deverá rapidamente retirar as mãos do recipiente central e colocar a mão direita no recipiente da direita, onde se encontra a água aquecida, e a mão da esquerda no recipiente da esquerda, onde se tem a água com gelo. O aluno ficará nessa posição durante um certo tempo, para que possa descrever a sensação que cada mão está submetida, como mostra a Figura 4.

Figura 4 – Inserindo as mãos nos recipientes laterais (água aquecida e água com gelo)



Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho (2017)

Após a inserção das mãos nos dois recipientes e decorrido um intervalo de tempo de aproximadamente um minuto, o aluno precisará relatar as sensações térmicas experimentadas pelas mãos direita e esquerda, como também descrever tais sensações no roteiro do experimento.

Como resultado, espera-se que o aluno tenha uma sensação térmica diferente entre as mãos, tendo a mão esquerda uma sensação de que a água está fria (água com gelo) e a mão direita de que a água está quente (água aquecida). Isso se deve ao fato de que o referencial que o aluno está tomando é o da água do recipiente central com água à temperatura ambiente.

Após alguns instantes com as mãos inseridas nos recipientes laterais, o aluno necessitará retirar as mãos simultaneamente dos recipientes e inserir de imediato no recipiente central novamente. É importante que o aluno não passe muito tempo com a mão fora do recipiente, pois o meio externo poderá influenciar na sensação. Ao inserir as mãos no recipiente central, como mostra a Figura 5, o aluno deverá também descrever a sensação térmica que está sentindo nas duas mãos.

Figura 5 – Inserindo novamente as mãos no recipiente central



Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho (2017)

Espera-se que as sensações sejam diferentes, ou seja, o aluno irá descrever a sensação de que a água está quente para a mão esquerda e fria para a mão direita. Isso irá criar um conflito cognitivo no aluno e, possivelmente, no grupo, visto que a água do recipiente é a mesma. Com isso, os outros componentes do grupo irão ficar curiosos, e deverão, nesse momento, refazer toda a experiência para comprovar o resultado encontrado. Diante disso, o grupo discutirá e tentará encontrar uma tese que possa explicar o resultado.

Esse conflito cognitivo já é esperado, pois os referenciais mudaram. Para a mão esquerda, o seu referencial é a água com gelo, logo, as comparações serão feitas a partir dessa referência. Portanto, a água do recipiente central lhe parecerá quente. Para a mão direita, o referencial é uma água quente, logo, quando a mão for inserida no recipiente central, a água lhe parecerá fria em relação à água do recipiente anterior. Diante das observações feitas, a questão do roteiro “a água do recipiente central está quente, fria ou à temperatura ambiente”, terá como resposta: “Com a experiência

realizada, não se define, com certeza, se a água no recipiente está fria, quente ou à temperatura ambiente”.

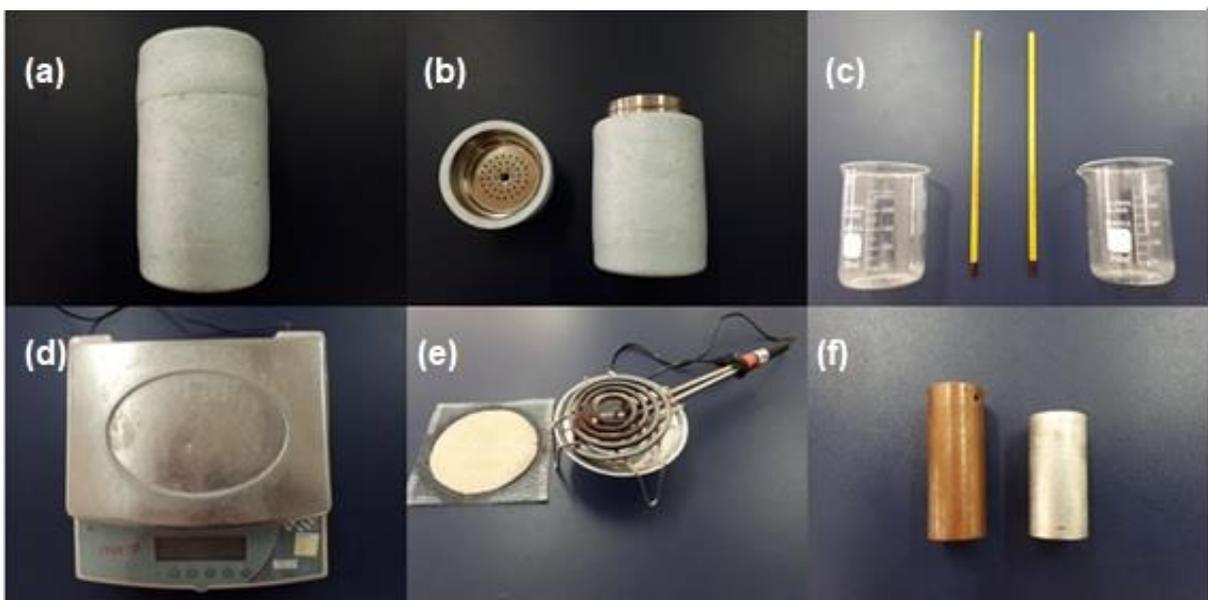
3.2 CALOR ESPECÍFICO SENSÍVEL DOS METAIS

A atividade experimental desta unidade consiste em verificar a dinâmica temporal na troca de calor, associando ao princípio da conservação da energia térmica do sistema e em medir o calor específico de dois corpos de prova constituídos de substâncias distintas: cobre e alumínio, que serão determinados separadamente. A razão de utilizar duas substâncias diferentes é que, ao final do processo, o aluno possa comparar os dois valores do calor específico e compreender o seu significado físico.

Para a realização do referido experimento, são necessários os seguintes materiais: um calorímetro (de preferência construído pelos próprios alunos), dois termômetros analógicos (de preferência de álcool), uma balança digital, dois copos de Becker de 250ml, um corpo maciço de alumínio, um corpo maciço de cobre, um aquecedor elétrico (de preferência resistivo) e uma tela de amianto.

A Figura 6 ilustra os materiais e equipamentos necessários à execução da atividade experimental.

Figura 6– (a) e (b) Calorímetro, (c) Becker de 250ml e termômetro, (d) Balança digital, (e) Aquecedor elétrico e tela de amianto, (f) corpo de cobre e de alumínio.



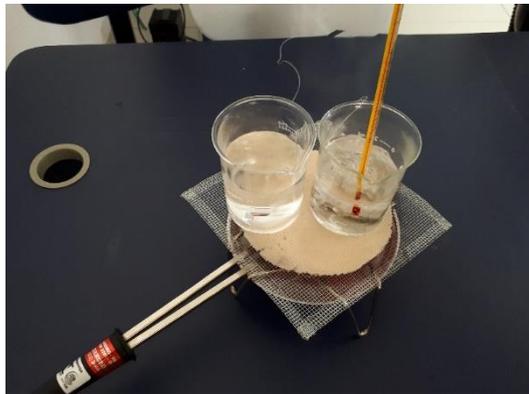
Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho (2017)

Para a realização do experimento, o professor distribuirá os alunos em grupos de, no máximo, quatro (4) componentes, antes da aula no laboratório, para que possa otimizar o tempo de experimento.

No laboratório, cada grupo deverá se dirigir a uma bancada, onde estarão um corpo de alumínio, um corpo de cobre, o calorímetro, o termômetro e o roteiro da experiência.

Em outra bancada, o aquecedor elétrico já deverá estar ligado e aquecendo a água que será utilizada no aquecimento dos corpos metálicos, como mostrado na Figura 7.

Figura 7 – Aquecimento da água

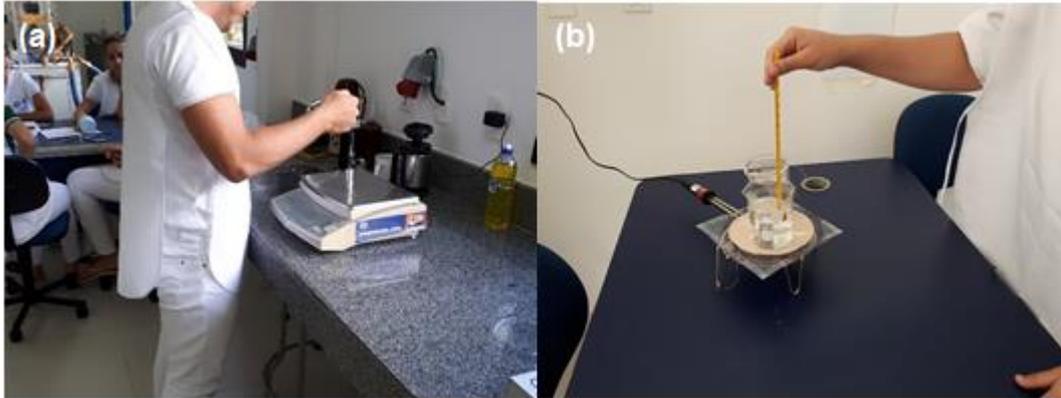


Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho (2017)

O grupo, de posse de um dos corpos metálicos, irá para a bancada, onde estará a balança digital, e realizará a medida da massa desse corpo, o qual será chamado de **corpo 1** e anotará este dado na tabela 1 do item “e” do roteiro relativo a esta experiência. É muito importante que o aluno, antes de fazer a medida da massa, tare a balança e verifique se o corpo não possui resíduos impregnados ao seu corpo que possam alterar a sua massa. Após essa medida, o grupo encherá um Becker com aproximadamente 200ml de água, inserir o corpo 1 e levar ao aquecedor elétrico (fonte térmica), como mostra a Figura 8.

OBS.: o corpo que será inserido na água deverá ser amarrado com uma linha, para que o aluno possa retirá-lo sem o perigo de queimadura.

Figura 8 – (a) Medindo a massa do bloco; (b) aquecendo o conjunto (água + corpo 1)



Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho (2017)

Enquanto a água do Becker é aquecida, um dos componentes do grupo deverá zerar a balança com o calorímetro, a fim de medir apenas a massa da água que será inserida nele. Após esse procedimento, o aluno deverá inserir aproximadamente 200g de água retirada da torneira no calorímetro, como mostra a Figura 9, e anotar essa massa ($m_{\text{água}}$).

Figura 9 – Medindo a massa da água



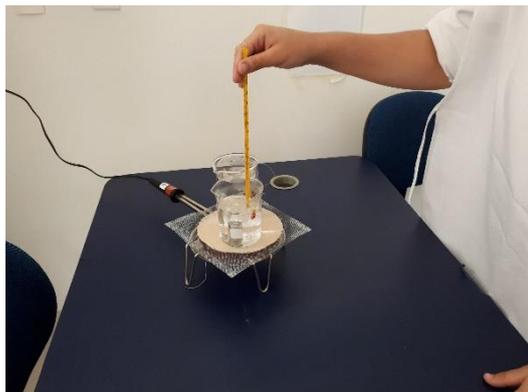
Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho (2017)

Estabelecido o equilíbrio térmico da água com o calorímetro, após um determinado intervalo de tempo, o aluno verificará a temperatura do conjunto (água + calorímetro), sendo denominada temperatura inicial da água (T_{0a}), e anotar os valores obtidos da massa e da temperatura na tabela 1 do item “e” do roteiro.

É muito importante que ao medir a temperatura do conjunto, o aluno feche o calorímetro e agite a água suavemente para que esse estabeleça um equilíbrio térmico com a água, evitando troca de calor com o meio externo, garantindo, assim, que as temperaturas da água e do calorímetro se igualem, atingindo o equilíbrio térmico.

Após ter iniciado o processo de ebulição da água, como mostra a Figura 10, o grupo medirá a temperatura do conjunto (Becker + corpo 1), tendo o cuidado de inserir o termômetro sem que ele toque a superfície do Becker, aguardando alguns instantes para se estabelecer o equilíbrio térmico. Estabelecido o equilíbrio, o grupo observará o valor da temperatura encontrada, denominada temperatura inicial do corpo 1 (T_{0c}) e anotará na tabela 1 do roteiro.

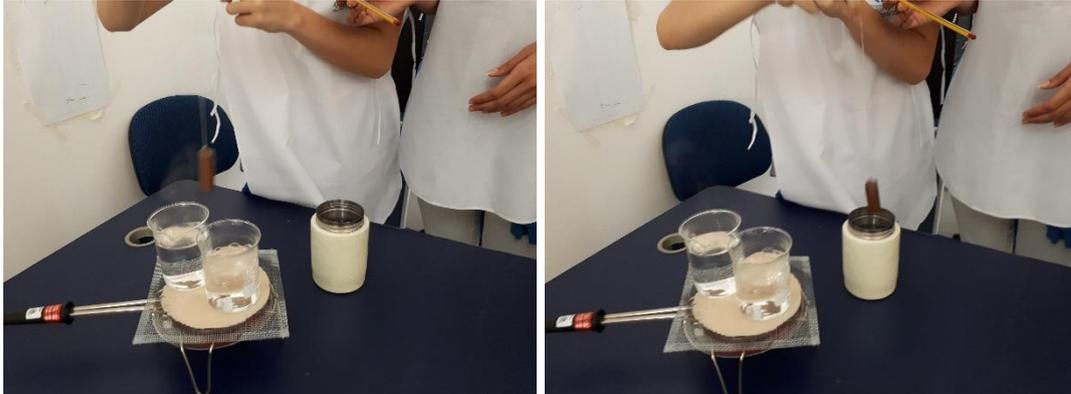
Figura 10 – Iniciado o processo de ebulição, é feita a medida da temperatura da água



Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho (2017)

Após o corpo atingir o equilíbrio térmico com a água fervente, o grupo deverá retirar o corpo 1 do Becker e inseri-lo, imediatamente, no calorímetro com a água, como mostra a Figura 11, fechando rapidamente o calorímetro para minimizar a influência do ambiente nas temperaturas do corpo e da água do calorímetro.

Figura 11 – Retirada do corpo metálico da água fervente e inserindo no calorímetro.



Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho (2017)

É de suma importância que o deslocamento do corpo 1, retirado do Becker, seja o menor possível, ou melhor, que a inserção seja feita quase de forma instantânea. Portanto, o grupo será orientado a colocar o calorímetro o mais próximo possível do corpo.

Com o corpo 1 inserido no calorímetro, um dos componentes do grupo deverá agitar, bem devagar, o conjunto e verificar a temperatura registrada pelo termômetro até que se estabeleça o equilíbrio térmico, como mostra a Figura 12.

Figura 12 – inserido o corpo metálico no calorímetro, espera-se atingir o equilíbrio térmico.



Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho (2017)

É importante esclarecer ao aluno que o equilíbrio térmico se estabelece quando a indicação do termômetro deixa de sofrer variação, registrando por um longo período a mesma temperatura.

Após estabelecer o equilíbrio do corpo 1 com a água do calorímetro e verificar a temperatura de equilíbrio (T_{eq}), o grupo anotará o resultado na tabela 1 do roteiro.

Finalizada a primeira etapa do processo investigativo, o grupo deverá refazer todo o processo descrito anteriormente com o corpo de cobre, denominado **corpo 2**, e fazer as novas anotações na tabela 2 do roteiro.

Ao final do processo experimental, cada grupo trabalhará os dados experimentais, respondendo ao questionário de análise dos resultados que se encontra no roteiro. É importante que o professor informe aos alunos que eles deverão fazer essa análise dos resultados encontrados, de forma quantitativa e qualitativa, bem como averiguar o significado físico das grandezas e das unidades físicas relacionadas.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Z. M. M. B. e SILVA, M. H. G. F. D. **Análise Qualitativa De Dados De Entrevista: Uma Proposta**. Revista Paidéia, FFCLRP – USP, Rib. Preto, 2, Fev/Jul, 1992.
- AUSUBEL, D. P. Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva, Lisboa: Editora Plátano, 2003.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D. e HANESIAN, H. Psicologia Educacional. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 2^a edição, 1980.
- AUSUBEL, D.P. (1963). **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune & Stratton.
- AUSUBEL, D.P. (1968). **Educational psychology: a cognitive view**. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- BASSALO, J. M. A crônica do calor. In: BASSALO, J. M. Crônicas da Física: tomo 3. Belém: Universitária UFPA, p. 849-933, 1992.
- BECKER, F. **O que é construtivismo**. Ideias. São Paulo: FDE, n.20, p.87-93, 1993.
- CHEVALLARD, Y. **La transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné**. Grénoble, France: La Pensée Sauvage, 1991.
- CHEVALLARD, Y. (1997b). **Les savoirs enseignés et leur formes scolaires de transmission: un point de vue didactique**. In Skholê, Aix-Marseille, n. 7, p. 45-64,. Disponível em: <<http://www.aix-rs.iufm.fr/formations/filieres/mat/index.html>> Acesso em: nov. 2002.
- CHARNAY, R. **Aprendendo (com) a resolução de problemas**. In: PARRA, C. (org.). Didática da Matemática: reflexões psicopedagógicas. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- CIVEIRO, P. A. G. **Transposição didática reflexiva: Um olhar voltado para a prática pedagógica**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, 2009.
- DEWEY, J. A **Filosofia em reconstrução**. São Paulo: Editora Nacional, 1958.
- DEWEY, J. **Democracia e Educação**. 4^a. Edição. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1979.
- DEWEY, J. **Vida e Educação**. 5 ed. São Paulo: Nacional, 1959.
- FOX, R. **The caloric theory of gases: from Lavoisier to Regnault**. Oxford: Oxford University Press, 1971.

- FREITAG, B. **Aspectos filosóficos e sócio-antropológicos do construtivismo pós-piagetiano**. In: GROSSI, E.P., BORDIM, J. Construtivismo pós-piagetiano: um novo paradigma de aprendizagem. Petrópolis: Vozes, 1993.
- GAMBOA, S. **Pesquisa Educacional: quantidade-qualidade**. São Paulo. CORTEZ, 1995.
- GIMENO-SACRISTÁN, J. **Escolarização e cultura: a dupla determinação**. In: SILVA, L. H. AZEVEDO, J. C. e SANTOS, E. (Orgs). Novos mapas culturais, novas perspectivas educacionais. Porto Alegre: Sulina, 1996.
- GOMES, Luciano C. **A ascensão e queda da teoria do calórico**. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 29, n. 3: 1030 p. 1030-1073, dez. 2012.
- HEWITT, Paul G.. **Física conceitual**. 9. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002. p. 269 – 292.
- HOUAISS, **Dicionário Eletrônico**. São Paulo: Editora Objetiva, 2001.
- JUNIOR, Francisco Ramalho; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antonio de Toledo. **Os fundamentos da Física: termologia, óptica e ondas**. 7. ed. São Paulo: Moderna, v. 2, 2002. p. 9 -75.
- LAVOISIER, A. L. **Traité élémentaire de chimie**. Paris: Académie des Sciences e de la Société Royale de Médecine, 1789.
- LEITE, M. S. **Contribuições de Brasil Bernstein e Yves Chevallard para a Discussão do Conhecimento Escolar**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Educação da PUC-RIO, 2004.
- LUNA, S.V. **O falso conflito entre tendências metodológicas**. In: FAZENDA, I. (Orga.) Metodologia da Pesquisa Educacional. São Paulo. CORTEZ, 1989.
- MARTINS, R. A.. **O Universo: teorias sobre sua origem e evolução**. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2012.
- MARTINS, P. Lúcia O. **Didática teórica, didática prática: para além do confronto**. São Paulo, Edições Loyola, 1989.
- MEDEIROS, A. **Entrevista com o Conde Rumford: da teoria do calórico ao calor como uma forma de movimento**. Física na escola, v. 10, n. 1, p. 04-16, 2009.
- MENDOZA , E. (Ed.). **Reflections on the motive power of fire by Sadi Carnot**. New York: Dover Publications, 1960.
- MENGA, L. **O professor, seu saber e sua pesquisa**. Educação & Sociedade, ano XXII, nº 74, Abril/2001.
- MENGA, L. **Pesquisa em educação: abordagem qualitativa**. São Paulo: EPU, 2013.

MINAYO, M. C. de S. (org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 29. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010.

MORTIMER, Eduardo F., AMARAL Luiz O. F. **Calor e temperatura no ensino de termoquímica**. Rev. QUÍMICA NOVA NA ESCOLA N° 7, MAIO 1998.

MORRIS, R. J. **Lavoisier and the caloric theory**. The British Journal for the History of Science, v. 6, n. 21, p. 1-38, 1972.

NOVAK, J.D. e GOWIN, D.B. **Aprender a aprender**. Lisboa, Plátano Edições Técnicas. Tradução para o português de Carla Valadares, do original Learning how to learn. 1996.

PÁDUA, A. B. de; (et al). **A natureza do calor: passados dois séculos, será que a teoria do calórico ainda é de alguma forma uma ideia atraente ou, até mesmo, útil?** Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, v. 30, n. 1, p. 3-18, jan./jun. 2009.

PÁDUA , A. B.; Pádua , C. G.; SILVA, J. L. C. **A História da termodinâmica, uma ciência fundamental**. Londrina: EDUEL, 2009a.

PIAGET, J, **O Nascimento da Inteligência na Criança**, 4ª edição, Rio de Janeiro, Zahar, 1982.

PIAGET, Jean. **Biologia e Conhecimento**. 2ª Ed. Vozes: Petrópolis, 1996.

PULIDO, Marcelo D., SILVA, Aroldo N. **Do calórico ao calor: uma proposta de ensino de química na perspectiva histórica**. Rev. História da Ciência e do Ensino, Volume 3, 2011 – pp. 52-77.

SILVA, Ana P. B. **Concepções sobre a natureza do calor em diferentes contextos históricos**. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 30, n. 3, p. 492-537, dez. 2013. 492.

SILVA, Erivando J. da. **As dificuldades encontradas pelos alunos do ensino médio nos conceitos de calor e temperatura**. Monografia do Curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, 2007.

APÊNDICES

APÊNDICE A: PRÉ-TESTE

Escola:		
Curso:	Turma:	Data: / /
Disciplina:	Professor:	
Aluno(a):		

Responda às questões a seguir sobre temperatura e calor, escolhendo apenas uma das alternativas.

1 – Quando dois corpos de tamanhos diferentes estão em contato com a mesma temperatura, ambos isolados do meio ambiente, pode-se dizer que:

- a) o corpo maior é o mais quente
- b) o corpo maior cede calor para o corpo menor
- c) não há troca de calor entre os corpos
- d) o corpo menor cede calor para o corpo maior.
- e) o corpo menor é mais quente.

2 – Dois objetos de mesmo material, porém de massas diferentes, ficam durante muito tempo em um forno. Ao serem retirados do forno, são imediatamente colocados em contato, um com o outro. Nessa situação,

- a) passa calor do objeto de maior massa para o de menor massa.
- b) passa calor do objeto de menor massa para o de maior massa.
- c) nenhum dos objetos passa calor ao outro.
- d) o corpo de maior massa terá uma temperatura maior.
- e) o corpo de menor massa terá uma temperatura maior.

3 – Os mesmos objetos da questão anterior são agora deixados por muito tempo em uma mesma geladeira. Nessa situação, ao serem retirados e imediatamente colocados em contato, um com o outro,

- a) nenhum dos objetos possui energia térmica.
- b) o calor do objeto de maior massa para o de menor massa.
- c) nenhum dos objetos passa calor ao outro.
- d) o calor do objeto de menor massa para o de maior massa.
- e) o corpo de maior massa terá maior calor que o de menor massa.

4 – Um bom cobertor é aquele que:

- a) impede que o frio passe por ele.
- b) aquece o corpo humano.
- c) evita que o corpo humano perca temperatura para o ambiente.
- d) dificulta a condução do calor liberado pelo corpo humano para o ambiente.
- e) impede a condução do frio do ambiente para o corpo humano.

5 – Um estudante descalço, em uma sala ladrilhada (cerâmica), coloca seu pé esquerdo diretamente sobre a cerâmica e seu pé direito sobre um tapete ali existente. Diante do exposto, é correto afirmar que:

- a) a temperatura do tapete é menor do que a da cerâmica.
- b) o tapete e a cerâmica estão a uma mesma temperatura.
- c) a temperatura da cerâmica é menor do que a do tapete.
- d) a cerâmica possui mais calor que o tapete.
- e) o tapete é mais quente que a cerâmica porque tem mais calor.

6 – Para se admitir a existência do calor:

- a) basta um único corpo.
- b) são necessários, pelo menos, dois corpos.
- c) basta um único corpo, mas ele deve estar “quente”.
- d) basta um único corpo, mas ele deve estar “frio”.
- e) são necessários, pelo menos, dois corpos: um “quente” e outro “frio”.

7 – Podemos associar o calor:

- a) a qualquer corpo, pois todo corpo possui calor.
- b) apenas àqueles corpos que se encontram “quentes”.
- c) a situações, nas quais há, necessariamente, transferência de energia térmica.
- d) apenas àqueles corpos que se encontram “frios”.
- e) a corpos que possuem temperaturas acima de 40°C

8 – A Termodinâmica está muito presente na vida do ser humano desde a pré-história até os dias atuais. Qual a importância científica e pessoal dos conceitos de temperatura e calor para você?

- a) Muito importante.
- b) Importante.
- c) Pouco importante.
- d) Sem importância.

Justifique sua resposta:

APÊNDICE B: ROTEIRO DE SENSAÇÃO TÉRMICA

Escola:		
Curso:	Turma:	Data: / /
Disciplina:	Professor:	
Aluno(a):		

SENSAÇÃO TÉRMICA OU TEMPERATURA?

1. Objetivos

- Entender que o tato nos proporciona uma sensação térmica, não uma medida exata da temperatura.
- Concluir que é necessário um instrumento apropriado para mensurar a temperatura.

2. Introdução

As informações do mundo podem ser sentidas, tais como: sons, visões, cheiros, gostos, temperatura, pressão, posição do corpo humano e o movimento de partes dele. A todo o momento, coisas diferentes são percebidas pelos seres humanos, que ainda têm a tarefa de determinar como e quando reagir ou ignorar as informações que recebem - tarefa realizada pelo cérebro. Essa organização e integração das várias percepções permitem que os seres humanos deem algum sentido ao mundo. Uma delas é a sensação térmica que os seres humanos constataam no cotidiano através do tato. Essa sensação será verificada na experiência que segui.

3. Material

- a) Três recipientes grandes de água.
- b) 1,5 litros de água morna (temperatura de banho).
- c) 1,5 litros de água fria.
- d) 3,5 litros de água da torneira (temperatura ambiente).
- e) Um par de copos com gelo.

4. Procedimento experimental

Primeiro procedimento: Coloque os três recipientes dispostos em linha. No recipiente central, coloque a água retirada da torneira e, nos recipientes laterais, adicione a água misturada com o gelo no recipiente da esquerda e, no da direita, a água quente, como mostrado na Figura.



Segundo procedimento: Após adicionar as águas em seus respectivos recipientes, insira as duas mãos, simultaneamente, no recipiente central por aproximadamente 1 minuto.



1 - Ao colocar as duas mãos no recipiente do meio, que sensação térmica você sentiu em cada mão?

Terceiro procedimento: Retire as suas mãos do recipiente central e as coloque, simultaneamente, uma no recipiente da direita e a outra no recipiente da esquerda. Aguarde por aproximadamente 1 minuto.



2 - Ao mergulhar as mãos em cada recipiente, que sensação térmica você sentiu? Descreva abaixo:

a) Sensação percebida com a mão direita.

b) Sensação percebida com a mão esquerda.

Quarto procedimento: Deposite as duas mãos, ao mesmo tempo, no recipiente central.



3 – Agora, descreva abaixo que sensação você está sentindo:

a) Com a mão direita.

b) Com a mão esquerda.

4 - Compare as sensações térmicas obtidas, no segundo procedimento, quando inseridas as mãos no recipiente central, com os resultados obtidos no quarto procedimento.

5 - A água do recipiente central está quente, fria ou à temperatura ambiente?
Justifique.

APÊNDICE C

ROTEIRO CALOR ESPECÍFICO SENSÍVEL

Escola:		
Curso:	Turma:	Data: ___ / ___ / ___
Disciplina:	Professor:	
Alunos(as):		

CALORIMETRIA: CALOR ESPECÍFICO SENSÍVEL

1. Objetivos

- Verificar o princípio de conservação da energia térmica de um sistema.
- Determinar o calor específico de objetos metálicos e verificar sua dinâmica temporal na troca de calor.

2. Introdução

No nosso dia a dia, surgem questionamentos a respeito do aquecimento e resfriamento de determinados corpos, como exemplos: a) Por que, durante o dia, a areia da praia esquenta mais rápido que a água do mar e, durante a noite, a água do mar resfria mais lentamente que a areia? b) Por que um copo de alumínio esquenta mais rápido que um copo de plástico (PVC) quando cheio de café? Para responder a essas e a outras perguntas, será feita uma investigação de uma das propriedades térmicas da matéria, chamada de calor específico, através do experimento abaixo.

3. Material

- a) 1 calorímetro
- b) 2 termômetros
- c) 1 balança
- d) 1 Becker de 500ml
- e) 2 corpos sólidos: alumínio e cobre
- f) 1 fonte térmica
- g) 1 tela de amianto

4. Procedimento experimental

Primeiro procedimento:

- (a) Meça a massa do corpo 1 (cobre ou alumínio).

$$M_{\text{metal1}} = \text{_____ g}$$

Depois, encha o copo do Becker com 200ml de água e mergulhe, nele, o corpo 1. Ligue a fonte térmica e espere que a água comece a ferver.

- (b) Enquanto a água é aquecida no Becker, faça a tara da balança (zerar) e coloque o calorímetro. Depois, deposite aproximadamente 200 g de água (m_A), retirada da torneira, dentro do calorímetro. Agora, agite suavemente o calorímetro com a água, a fim de se obter a temperatura de equilíbrio do sistema (calorímetro + água), meça essa temperatura com o termômetro e anote os valores abaixo:

$$m(\text{água}) = \text{_____} \text{ g}$$

$$T_{(\text{calorímetro} + \text{água})} = T_{0\text{água}} = \text{_____} \text{ } ^\circ\text{C}$$

Essa temperatura será denominada de temperatura inicial da água T_{0A} .

- (c) Após iniciado o processo de ebulição da água no copo de Becker, aguarde uns minutos para que o metal fique em equilíbrio térmico com a água. Depois, então, meça a temperatura do conjunto (água + corpo 1). Muito cuidado ao medir essa temperatura! Coloque sempre o bulbo do termômetro em meia altura da lâmina de água. Anote abaixo a temperatura do corpo 1.

$$T_{(\text{metal}1)} = \text{_____} \text{ } ^\circ\text{C}$$

Essa temperatura será denominada de temperatura inicial do corpo 1 T_{0c} .

Segundo procedimento:

- (d) Retire o corpo 1 do Becker, suspendendo-o pelo barbante e coloque-o rapidamente dentro do calorímetro para não trocar calor com o meio externo. Feche o calorímetro, agite-o, bem devagar, até que a temperatura interna se estabilize. Com o termômetro, meça e anote a nova temperatura do sistema.

$$T_{\text{eq}(\text{água} + \text{corpo})} = \text{_____} \text{ } ^\circ\text{C}$$

Essa temperatura será denominada de temperatura de equilíbrio térmico T_{eq} .

Terceiro procedimento:

- (e) Após as devidas medições, transfira os resultados obtidos para a tabela 1.

Tabela 1

Substância	Massa (g)	T_0 ($^\circ\text{C}$)	T_{eq} ($^\circ\text{C}$)
Água			
Corpo 1			

Repita os procedimentos anteriores com o corpo 2 e complete a tabela 2.

Tabela 2

Substância	Massa (g)	T_0 (°C)	T_{eq} (°C)
Água			
Corpo 2			

Análise dos resultados

Com os dados das tabelas acima, responda ao questionário abaixo:

1. O que aconteceu com a temperatura dos metais e da água, em cada caso, quando o corpo de alumínio ou de cobre foi retirado da água fervente e adicionado ao calorímetro contendo água?

2. No processo de equilíbrio da temperatura, ocorreu transferência de algo durante a interação do alumínio com a água e do cobre com a água? Se ocorreu, o que foi transferido? Essa transferência se deu dos metais para a água ou da água para os metais? Justifique.

3. Um calorímetro ideal é aquele que não permite a interação do meio externo com o sistema em estudo. Considerando que o calorímetro seja o ideal, pode-se afirmar que, durante o processo de equilíbrio da temperatura do nosso sistema, ocorreu conservação da energia? Justifique.

Determinação do calor específico do corpo 1

4. Com base nos dados da tabela 1, calcule a quantidade de calor absorvida pela água.

$$Q_{\text{água}} = m_{\text{água}} \cdot C_{\text{água}} \cdot (T_{\text{Eq}} - T_{0\text{água}})$$

5. Considerando que o sistema, em estudo, é conservativo, ou seja, que toda energia liberada pelo corpo 1 seja absorvida pela água, determine o calor específico do corpo 1.

$$Q_{\text{corpo1}} + Q_{\text{água}} = 0$$

Determinação do calor específico do corpo 2

Para determinar o calor específico do corpo 2, repita os procedimentos das questões 4 e 5.

Com base nos dados da tabela 2, calcule a quantidade de calor absorvida pela água.

$$Q_{\text{água}} = m_{\text{água}} \cdot C_{\text{água}} \cdot (T_{\text{Eq}} - T_{0\text{água}})$$

Considerando que o sistema, em estudo, é conservativo, ou seja, que toda

energia liberada pelo corpo 2 seja absorvida pela água, determine o calor específico do corpo 2.

$$Q_{\text{corpo2}} + Q_{\text{água}} = 0$$

6. De acordo com a literatura, em condições normais de pressão (1atm) e temperatura de 25°C, o calor específico do alumínio é $c_{Al} = 0,22 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ e do cobre, $c_{Cu} = 0,09 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$. Agora, compare os valores obtidos em suas experiências. Foram iguais ou diferentes? Se diferentes, quais os fatores físicos que podem ter influenciado para que tais diferenças ocorressem?
