





# UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS - DEPARTAMENTO DE FÍSICA MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA - MNPEF

#### LEILA DE FÁTIMA PEREIRA FERREIRA

O ENSINO DE FÍSICA ATRAVÉS DE PRÁTICAS EXPERIMENTAIS: O USO DE UM TERMÔMETRO DIGITAL DE BAIXO CUSTO NA ABORDAGEM DE FENÔMENOS RELACIONADOS A TEMPERATURA E CALOR

**ALFENAS/MG** 

#### LEILA DE FÁTIMA PEREIRA FERREIRA

## O ENSINO DE FÍSICA ATRAVÉS DE PRÁTICAS EXPERIMENTAIS: O USO DE UM TERMÔMETRO DIGITAL DE BAIXO CUSTO NA ABORDAGEM DE FENÔMENOS RELACIONADOS A TEMPERATURA E CALOR

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física pela Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL).

Orientador: Prof. Dr. José Antônio Pinto Coorientador: Prof. Dr. Luciano Soares Pedroso

#### LEILA DE FÁTIMA PEREIRA FERREIRA

## O ENSINO DE FÍSICA ATRAVÉS DE PRÁTICAS EXPERIMENTAIS: O USO DE UM TERMÔMETRO DIGITAL DE BAIXO CUSTO NA ABORDAGEM DE FENÔMENOS RELACIONADOS A TEMPERATURA E CALOR

Dissertação apresentada para a banca do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF do Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Alfenas - UNIFAL - MG como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. José Antônio Pinto Coorientador: Prof. Dr. Luciano Soares Pedroso

Alfenas, 18 de setembro de 2023

Prof. Dr. Matusalém Martins Lemes Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

Prof. Dr. Artur Justiniano Roberto Junior Universidade Federal de Alfenas – MG

Prof. Dr. José Antônio Pinto Universidade Federal de Alfenas – MG

#### **AGRADECIMENTOS**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Agradeço primeiramente à Deus e a instituição Universidade Federal de Alfenas (Unifal – MG), pela oportunidade e incentivo à Ciência.

Agradeço aos meus orientadores Dr. José Antônio Pinto (orientador) e Dr. Luciano Soares Pedroso (coorientador) por todo apoio, disposição, ideias inovadoras, profissionalismo e por toda imensa contribuição para que essa dissertação fosse possível acontecer, com toda certeza, se não fosse por vocês, a conclusão desse trabalho não seria possível, pois não teria chegado até aqui! Minha eterna gratidão a essas duas pessoas maravilhosas, que em nenhum momento desistiram de mim.

Os agradecimentos ao Professor Dr. Artur Justiniano Roberto Junior, coordenador do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF - do Programa de Pós-graduação da Universidade Federal de Alfenas - UNIFAL – MG.

Por fim, agradeço aos meus filhos Erick Augusto e Anna Júlia, meu marido Carlos pela força e paciência e incentivo durante esse período; aos meus pais José Francisco e Diomar, pela vezes que não consegui dar a atenção que precisava; a minha irmã Valdinéia e minha afilhada Luana e a minha nora Maria Alice, pela força, incentivo e apoio, a minha amiga e companheira de curso Amanda Borges pelo apoio, incentivo e ao meu ex-aluno, companheiro de profissão e amigo Lucas Miguel pela paciência, atenção e apoio em todos os momentos, e a toda a minha família e amigos, que estiveram juntos nessa caminhada e que colaboraram no processo de confecção dessa dissertação, além de todo suporte durante esses anos.

"Daria tudo que sei pela metade do que ignoro". (DESCARTES, 1996)

#### **RESUMO**

Algumas publicações na área de Ensino de Física apontaram a necessidade de implementação da prática experimental na educação básica. A realidade do ensino médio é que existem poucos laboratórios nas escolas e pouco ou nenhum espaço dedicado a esse tipo de prática. Como alternativa, foi apontado no presente trabalho a utilização de experimentos como estratégia para ensino de Física, pois segundo alguns autores da área, o uso de experimentos em sala de aula pode permitir que os estudantes tenham mais protagonismo, participação e interação com os pares. Calor e temperatura são experimentados pelas pessoas de forma intensa e por isso é necessário estudar e entender como funcionam e como se relacionam para termos uma compreensão dos fenômenos físicos vivenciados no cotidiano. Estabelecemos como objetivo principal em nosso produto educacional, a construção e a utilização do TDBC (Termômetro Digital de Baixo Custo), implementando práticas experimentais no Ensino de Física no nível médio. É finalidade também, a elaboração e aplicação de roteiros experimentais com a execução dos seguintes experimentos para verificar: a capacidade térmica de um calorímetro; o calor específico de um corpo metálico; a temperatura do ponto de orvalho; a variação de temperatura mediante o aquecimento de corpos de cores diferentes; e ainda, a variação de temperatura mediante o aquecimento de materiais diferentes. Outro objetivo envolve a avaliação de intervenções de ensino, com alunos do segundo ano do Ensino Médio, para investigar a viabilidade de usar práticas experimentais de forma presencial em aulas de física.

Palavras-chaves: calor; temperatura; práticas experimentais; termômetro digital de baixo custo.

#### **ABSTRACT**

Some publications in the field of Physics Education have highlighted the necessity of incorporating experimental practices into basic education. The reality within the realm of Physics education at the high school level is that there is a shortage of laboratories in schools, and limited to no dedicated space for this kind of practice. As an alternative, this present work proposes the use of experiments as a pedagogical strategy for teaching Physics. According to certain authors in the field, integrating experiments into the classroom environment can empower students, fostering increased engagement, participation, and interaction with their peers. The concepts of heat and temperature are experienced intensely by individuals, emphasizing the need to study and understand how they function and relate in order to gain insight into the physical phenomena encountered in everyday life. Our primary objective within our educational product is the construction and utilization of the LCDT (Low-Cost Digital Thermometer), implementing experimental practices in Physics education at the high school level. Additionally, our goal includes the design and implementation of experimentais procedures, involving the execution of the following experiments to verify: the thermal capacity of a calorimeter; the specific heat of a metallic body; the dew point temperature; temperature variation through the heating of objects with different colors; and furthermore, temperature alteration via the heating of different materials. Another objective encompasses the assessment of teaching interventions, involving second-year high school students, to explore the feasibility of integrating hands-on experimental practices in face-to-face physics classes.

Keywords: heat; temperature; experimental practices; low-cost digital thermometer.

## LISTAS DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Resultado do nível de dificuldade da montagem do experimento	
"Capacidade Térmica"	39
Gráfico 2 - Resultado do nível de dificuldade da execução do experimento	
"Capacidade Térmica"	40
Gráfico 3 – Resultado do nível de contribuição do experimento "Capacidade	
Térmica"	40
Gráfico 4 – Resultado do nível de dificuldade da montagem do experimento	
"Calor Específico"	45
<b>Gráfico 5</b> – Resultado do nível de dificuldade da execução do experimento "Calor	
Específico	46
<b>Gráfico 6</b> – Resultado do nível de contribuição do experimento "Calor Específico"	
,	46
Gráfico 7 – Resultado do nível de dificuldade da montagem do experimento	
"Ponto de Orvalho"	50
<b>Gráfico 8</b> – Resultado do nível de dificuldade da execução do experimento "Ponto	
de Orvalho"	51
<b>Gráfico 9</b> – Resultado do nível de contribuição do experimento Ponto de Orvalho"	
	51
<b>Gráfico 10</b> – Resultado da variação de cores em relação a absorção da luz	55
Gráfico 11 - Resultado do nível de dificuldade da montagem do experimento:	
"Caixa e Cores"	56
Gráfico 12 – Resultado do nível de dificuldade em relação a execução do	
experimento "Caixa e Cores"	56
<b>Gráfico 13</b> – Resultado do nível de contribuição do experimento "Caixa e Cores"	57
<b>Gráfico 14</b> – Variação de temperatura dos "Materiais Construtivos" exposto ao sol	
	61
Gráfico 15 – Resultado do nível de dificuldade da Montagem do experimento	
"Materiais Construtivos"	61
Gráfico 16 – Resultado do nível de dificuldade durante a execução do experimento	
"Materiais Construtivos"	62
Gráfico 17 - Resultado do nível de contribuição do experimento "Materiais	62
Construtivos"	

## LISTAS DE TABELAS

Tabela 01 – Valores encontrados pelos estudantes, "Capacidade Térmica".	38
Tabela 02 - Resultado dos valores do calor específico, encontrados pelos	
estudantes, na realização de experimento 02.	44
Tabela 03 - URA%, registrada pelo site Clima Tempo e encontrada pelos	
estudantes.	50
Tabela 04 - Aspectos Gil – Pérez e Castro verificadas durante as intervenções	
pedagógicas	65

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resultados dos aspectos negativos relacionados a realização do	
experimento	41
Quadro 2 - Resultados referentes aos aspectos positivos relacionados a	
realização do experimento	41
Quadro 3 – Resultados das sugestões dos estudantes para melhorar à realização	
do experimento	42
Quadro 4 – Resultados dos aspectos negativos relacionados a realização do	
experimento	47
Quadro 5 – Resultados dos aspectos positivos relacionados a realização do	
experimento	47
Quadro 6 – Resultados das sugestões dos estudantes para melhorar à realização	
do experimento	48
Quadro 7 – Resultados dos aspectos negativos relacionados a realização do	
experimento	52
Quadro 8 – Resultados dos aspectos positivos relacionados a realização do	
experimento	52
Quadro 9 – Resultados das sugestões dos estudantes para melhorar à realização	
do experimento	53
Quadro 10 – Resultados dos aspectos negativos relacionados a realização do	
experimento	57
Quadro 11 – Resultados dos aspectos positivos relacionados a realização do	
experimento	58
Quadro 12 – Resultados das sugestões dos estudantes para melhorar à realização	
do experimento	58
Quadro 13 – Resultados dos aspectos negativos relacionados a realização do	
experimento	63
Quadro 14 – Resultados dos aspectos positivos relacionados a realização do	
experimento	63
Quadro 15 – Resultados das sugestões dos estudantes para melhorar à realização	
do experimento	64

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Ponto zero das escalas termométricas	18
Figura 02 - Funções escalas termométricas na reta	19
Figura 03 - Calor.	19
Figura 04 - Lei Arrefecimento de Newton	22
Figura 05 - Construção do termômetro de baixo custo	29
Figura 06 - Materiais utilizados pelos estudantes para construção da garrafa	30
térmica de baixo custo	
Figura 07 - Montagem da garrafa térmica de baixo custo - Parte 1	30
Figura 08 - Montagem da garrafa térmica de baixo custo - Parte 2	31
Figura 09 - Montagem da garrafa térmica de baixo custo - Parte 3	31
Figura 10 - Materiais utilizados pelos estudantes para construção do Calorímetro	33
Figura 11 - Experimento Ponto de Orvalho	34
Figura 12 - Experimentos Caixa de Cores e Materiais Construtivos	34
Figura 13 - Modelo do questionário aplicado aos estudantes após a intervenção	
pedagógica	35
Figura 14 - Termômetro Digital de Baixo Custo (TDBC) e o Calorímetro de	
Baixo Custo (CBC)	37
Figura15 - Professora pesquisadora orienta os estudantes na realização do	
experimento	37
Figura 16 - Estudantes realizando o experimento	38
Figura 17 - Estudantes calculando a capacidade térmica	38
Figura 18 - Aparatos utilizados no experimento 02, Termômetro Digital de	43
Baixo Custo e Calorímetro de Baixo Custo e moedas de 0,50 centavos	
Figura 19 - Dados coletados pelos estudantes	43
Figura 20 - Estudantes realizando o experimento e o cálculo realizado pelo	
estudante 01	44
Figura 21- Experimento realizado pelo ES 01, às 12h	49
Figura 22 - Umidade Relativa fornecida pelo Clima Tempo e os cálculos do	
estudante número 01	49
Figura 23 - Aparato caixa de cores	54
Figura 24 - Reunião com os estudantes	55
Figura 25 - Materiais Construtivos, utilizados no experimento	59

1	1	١
	ш	L

Figura 26 - Aparato "Materiais Construtivos" exposto ao sol	60
Figura 27- Reunião com os estudantes	60

## SUMÁRIO

1.	INT	TRODUÇÃO	. 13
TE	MPE	ERATURA E CALOR	. 16
1	1	TEMPERATURA	16
1	2	CALOR	19
	2.2.	1 Calor e temperatura	. 20
2.	RE	FERENCIAL TEÓRICO	. 23
3.		TODOLOGIA	
3	3.1	CONSTRUÇÃO DO TERMÔMETRO DIGITAL DE BAIXO CUSTO	27
3	3.2	CONSTRUÇÃO DOS DEMAIS APARATOS EXPERIMENTAIS	28
3	3.3	OS ROTEIROS EXPERIMENTAIS E SEUS RESPECTIVOS EXPERIMENTOS	30
	4.3.	1 Experimento – 01:	. 30
	4.3.	2 Experimento – 02:	. 30
	4.3.	3 Experimento – 03:	. 31
	4.3.	4 Experimento – 04:	. 31
	4.3.	5 Experimento – 05:	. 31
	4.4	REALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS "CAPACIDADE TÉRMICA" E "CALOR ESPECÍFICO"	" 31
	4.5	REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO "PONTO DE ORVALHO"	32
	4.6	REALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS "CAIXAS DE CORES E "MATERIAIS CONSTRUTIVO	OS" 33
4	l. RE	SULTADOS E ANÁLISES DOS RESULTADOS	. 35
5	.co	NSIDERAÇÕES FINAIS E POSSIBILIDADES DE EXPERIMENTOS	
F	TUTU	JROS COM O USO DO TDBC	. 68
F	REFE	ERÊNCIAS	. 71
A	APÊN	NDICE – A: PRODUTO EDUCACIONAL	. 73
/	\ PÊN	DICE – R. OHESTIONARIO DE AVALICÃO DAS INTERVENÇÕES	\$126

### INTRODUÇÃO

Calor e temperatura estão presentes no nosso dia a dia desde sempre, por isso se faz necessário estudar e entender como funcionam e como se relacionam. Segundo Silva através da história sabemos que o homem já tinha o domínio do fogo por volta de 1200 a.C. Os gregos foram os primeiros a estudarem calor e temperatura. A partir de 1600 começou-se a estudar calor e temperatura com mais profundidade. Em 1697, George Stahl propôs a teoria do flogisto, ou seja, todos os corpos continham uma substância invisível e sem peso, chamada flogisto, que era responsável pela combustão e ferrugem. Essa teoria durou mais de meio século até que Joseph Black propôs que a combustão e a transferência de calor ocorriam em razão da presença de um fluido, ao qual denominou calórico, que podia passar de um corpo para outro.

Segundo Hewitt, o cientista Rumford nasceu em Woburn, Massachusetts em 1753 com o nome de Benjamim Thompson. Aos 13 anos demonstrava uma habilidade incomum para lidar com dispositivos mecânicos. Logo ele estava assistindo aulas de ciências na Universidade de Harvard. Aos 19 anos já era diretor da escola em Concord. Aos 26 anos foi eleito membro da prestigiosa Royal Society devido suas experiências na fabricação de canhões. Rumford ficou intrigado com as enormes quantidades de calor liberadas no processo. A noção de calor que se tinha naquela época, concebido como um fluido hipotético chamado calórico, não se ajustava às evidências. Se a broca estava cega, a quantidade de calor liberado era ainda maior. E, desde que os cavalos mantivessem a broca em movimento, mais e mais calor era liberado. A fonte de calor não era algo dentro do metal, mas o movimento dos cavalos. Essa descoberta ocorreu antes que o atrito fosse considerado uma força, e antes que o conceito de energia e sua conservação fossem compreendidos. As medições cuidadosamente feitas por Rumford convenceram-no de que a teoria do calor como calórico era falsa. Apesar disso, a teoria do calórico para o calor manteve-se em uso por muitos anos. Durante esse tempo, seus experimentos foram repetidos, e levaram à conexão entre calor e trabalho. O primeiro "medidor térmico", o termômetro, foi inventado por Galileu, em 1602. (p.285).

Como vemos os estudos relacionados a temperatura e calor começaram por volta de 1600. Ainda hoje há poucos estudos relacionados a esta área. Abordaremos os termos científicos relacionados ao tema de acordo com Hewitt para fundamentar os termos utilizados no decorrer de todos os Roteiros Experimentais.

Os professores, principalmente das escolas públicas de Ensino Médio, têm muita dificuldade para encontrar propostas de experimentos para abordarem conteúdos relacionados ao Calor e a Temperatura. Utilizaremos um termômetro digital de baixo custo e fácil construção para realizar experimentos sobre:

- Capacidade Térmica de um calorímetro.
- Calor Específico de um corpo metálico.
- Determinar a temperatura do ponto de orvalho.
- -Variação de temperatura mediante o aquecimento de corpos de cores diferentes.
- -Variação de temperatura mediante o aquecimento de materiais diferentes.

#### Hipóteses

Acreditamos que os estudantes conseguirão montar os experimentos, coletar dados e construir conhecimentos relacionados aos fenômenos físicos relacionados as práticas experimentais trabalhadas

#### Objetivo geral

Realizar experimentos utilizando um termômetro digital de baixo custo implementando práticas experimentais no ensino de física no nível médio.

Os **Objetivos** específicos estão relacionados a cada um dos experimentos abordados na intervenção pedagógica.

#### Experimento - 01

Determinação da capacidade térmica de um calorímetro utilizando um termômetro digital de baixo custo: implementando práticas experimentais no ensino de física no nível médio

#### Experimento – 02

Determinação do calor específico de um corpo metálico utilizando um termômetro digital de baixo custo: implementando práticas experimentais no ensino de física no nível médio

#### Experimento – 03

Determinando a temperatura do ponto de orvalho utilizando um termômetro digital de baixo custo: implementando práticas experimentais no ensino de física no nível médio

#### Experimento - 04

Estudando a variação de temperatura mediante o aquecimento de corpos de cores diferentes utilizando um termômetro digital de baixo custo: implementando práticas experimentais no ensino de física no nível médio

#### Experimento – 05

Estudando a variação de temperatura mediante o aquecimento de materiais diferentes utilizando um termômetro digital de baixo custo: implementando práticas experimentais no ensino de física no nível médio

#### Justificativa

A execução de cinco roteiros experimentais relacionadas a calor e temperatura balizam as intervenções pedagógicas implementadas nesta pesquisa.

No primeiro roteiro experimental a atividade proposta visa a determinação da Capacidade Térmica de um calorímetro, considerando a lei zero da termodinâmica (equilíbrio térmico).

No segundo roteiro experimental a atividade visa determinar do calor específico de um corpo metálico analisando na prática a relação existente entre calor específico e capacidade térmica, ou seja, a quantidade de calor fornecida a um corpo e a variação de temperatura sofrida por ele.

Na terceira SD o experimento é para determinação do ponto de orvalho, analisando na prática as medições para encontrar a URA (Umidade Relativa do Ar) no local onde o experimento está sendo realizado.

No quarto roteiro experimental a atividade visa estudar a variação de temperatura mediante o aquecimento de corpos de cores diferentes.

No quinto roteiro experimental a atividade visa estudar a variação de temperatura mediante o aquecimento de materiais diferentes, verificando como eles se comportam mediante aquecimento.

#### TEMPERATURA E CALOR

Neste capítulo serão abordados conceitos relacionados a Temperatura e Calor que serão utilizados nos roteiros experimentais trabalhados nesta pesquisa.

#### 1.1 TEMPERATURA

Temperatura, trata-se de uma grandeza que determina a agitação das moléculas de um corpo, indicando quão frio ou quente ele se apresenta quando a medimos.

Toda matéria – sólida, líquida ou gasosa – é composta por átomos ou moléculas em constante agitação. Em virtude desse movimento aleatório, os átomos ou moléculas da matéria possuem energia cinética. A energia cinética média dessas partículas individuais produz um efeito que podemos sentir – a sensação de quente. A quantidade que informa quão quente ou frio é um objeto em relação a algum padrão é chamada de temperatura. (HEWITT, 2015, p. 285).

Conforme citação podemos perceber que temperatura está relacionada com as nossas sensações de calor e frio.

Temperatura é uma grandeza relacionada com as nossas sensações de calor e frio. É medida usando um instrumento conhecido como termômetro que contém uma substância com uma propriedade mensurável, como comprimento ou pressão, que varia de forma regular quando a substância é aquecida ou resfriada, (HALLIDAY E RESNICK, 2016 p. 413).

Para medição da temperatura utilizamos um instrumento de medição chamado termômetro. Segundo publicação de Silva, Domiciano Correa Marques no site Mundo Educação, o primeiro termômetro foi inventado por Galileu em 1602. O termômetro era composto de uma parte de vidro arredondada, chamada de bulbo, e um fino "pescoço", também de vidro, que servia para ser imerso em um recipiente que contivesse água e corante.

Galileu aquecia o bulbo de vidro retirando parte do ar que estava dentro para, assim, poder emborcar o tubo dentro da água. Após mergulhar o tubo dentro da vasilha com água e corante, a temperatura do bulbo voltava a seu valor normal, fazendo com que a água subisse através do tubo até certa altura. Galileu podia comparar temperaturas de vários objetos que eram colocados em contato com o bulbo, pois a altura da coluna de água dependia exatamente da temperatura do objeto, ou seja, quanto maior a temperatura, maior a coluna de água. Galileu, quando inventou seu termoscópio, realizava medições de temperatura de maneira indireta por comparação. As variações de temperatura eram indicadas pela dilatação ou contração de uma porção (massa) de ar que empurrava uma coluna se liquido. Baseado no termoscópio de Galileu, o médico francês Jean Rey construiu o primeiro termômetro de líquido, em 1637, semelhante aos que são usados hoje. Alguns anos mais tarde, o Duque de Toscana, Fernando II, contribuiu

inventando outro termômetro, parecido com o de Rey, que era capaz de medir temperaturas inferiores ao ponto de solidificação da água. Para isso, ele utilizou como substância termométrica o álcool, que congela a uma temperatura bem mais baixa que a água.

Vários cientistas, como Torricelli (1672), se dedicaram à construção de termômetros, todos baseados na dilatação de líquidos e gases. Hoje utilizamos o termômetro digital para medirmos a temperatura.

#### 2.1.1 Escalas termométricas

Utilizamos três escalas termométricas para realizar as medições de temperatura. As escalas Celsius, Fahrenheit e Kelvin.

Na escala mais utilizada mundo afora, a escala internacional, o número 0 é assinalado à temperatura na qual a água congela, e o número 100, à temperatura na qual a água entra em ebulição (numa pressão atmosférica normal). O espaço entre esses dois números é dividido em 100 partes iguais, chamadas de graus; daí um termômetro calibrado dessa maneira ter sido chamado de termômetro centígrado (de centi, que significa "centésimo", e graus, que significa "grau"). Entretanto, ele é atualmente chamado de termômetro Celsius, em homenagem ao homem que primeiro sugeriu tal escala, o astrônomo sueco Anders Celsius (1701-1744), (HEWITT, 2015, p. 286).

Na escala Celsius o valor 0 é o ponto no qual a água congela. No valor 100 a água entra em ebulição. O espaço entre esses dois valores é dividido em 100 partes denominados graus. Os dois principais pontos de referência são o 0 e 100.

Outra escala de temperatura é popular nos Estados Unidos. Nessa escala, o número 32 é assinalado como a temperatura na qual a água congela, e o número 212 como a temperatura na qual a água ferve. Essa é a escala que forma um termômetro Fahrenheit, assim denominado em homenagem a seu ilustre criador, o físico alemão Gabriel Daniel Fahrenheit (1686-1736), (HEWITT, 2015, p. 286).

Na escala Fahrenheit o valor 32 é o ponto no qual a água congela. No valor 212 a água entra em ebulição.

Na escala Kelvin o valor zero se refere ao ponto onde a substância não tem energia cinética, esse valor zero absoluto é denominado -273°C. a temperatura de fusão do gelo é 273K.

A escala de temperatura escolhida pelos cientistas é a escala Kelvin, uma homenagem ao físico escocês William Thomson, Primeiro Barão Kelvin (1824-1907). Essa escala é calibrada não em termos dos pontos de congelamento e de ebulição da água, mas em termos de energia mesmo. O número zero é assinalado como a mais baixa temperatura possível — o zero absoluto, na qual qualquer substância não tem absolutamente qualquer energia cinética para fornecer.2 O zero absoluto corresponde a –273°C na escala Celsius. As divisões da escala Kelvin possuem o mesmo tamanho que os graus da escala Celsius, de modo que a temperatura de fusão do gelo é 273 K. Não existem números negativos na escala Kelvin, (HEWITT, 2015, p. 286).

Para convertermos valores de temperaturas de uma escala para outra, se faz necessário utilizar a função, colocando o valor conhecido e calcula-se a incógnita sabendo que

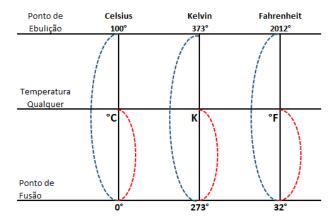
C= Temperatura em Graus Celsius (°C)

F= Temperatura em Graus Fahrenheit (°F)

K = Temperatura em Kelvin (K)

Segue a dedução aritmética da razão entre as escalas para se chegar na função para conversão das escalas termométricas

Figura 01 – Ponto zero das escalas termométricas.



Fonte: Acervo da autora

A função para conversão das escalas se dá através da razão entre a diferença da temperatura procurada com o ponto de fusão da mesma e a diferença do ponto de ebulição com o ponto de fusão. Veja exemplo:

$$\frac{{}^{\circ}C - 0}{100 - 0} = \frac{K - 273}{373 - 273} = \frac{{}^{\circ}F - 32}{212 - 32} \tag{1}$$

Desenvolvendo a equação obtemos:

$$\frac{{}^{\circ}C}{100} = \frac{K - 273}{100} = \frac{{}^{\circ}F - 32}{180} \tag{2}$$

Dividindo os denominadores por 20 obtemos a função de conversão das escalas.

$$\frac{{}^{\circ}C}{5} = \frac{K - 273}{5} = \frac{{}^{\circ}F - 32}{9} \tag{3}$$

Veja as funções das escalas termométricas na reta em relação a escala Celsius.

Figura 02- Funções escalas termométricas na reta.

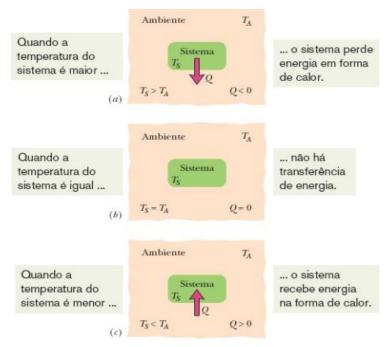
Fonte: <a href="http://professordanilo.com/teoria/aula301\_ESCALAS.html">http://professordanilo.com/teoria/aula301\_ESCALAS.html</a>

#### 1.2 CALOR

Hewitt (2015, p. 287) apresenta uma definição de calor fácil de ser assimilada por estudantes, até mesmo da Educação Básica.

Quando você toca numa estufa aquecida, a energia passa para sua mão, porque a estufa está mais quente do que ela. Por outro lado, quando você encosta sua mão num pedaço de gelo, a energia sai de sua mão para o gelo, que é mais frio. O sentido da transferência espontânea de energia é sempre do corpo que está mais quente para um vizinho mais frio. A energia transferida de uma coisa para outra por causa de uma diferença de temperatura entre elas é chamada de calor (HEWITT, 2015, p. 287)

Figura 03 – Referente ao Calor.



Fonte: Halliday e Resnick, (2016, p, 430).

#### 2.2.1 Calor e temperatura

O calor e a temperatura estão relacionados, porém, o calor é energia, que pode ser trocada entre os corpos e a temperatura está relacionada a agitação das moléculas.

Generalizando essa situação, descrevemos o refrigerante ou o café como um sistema (à temperatura TS) e as partes relevantes da cozinha como o ambiente (à temperatura TA) em que se encontra o sistema. O que observamos é que, se TS não é igual a TA, TS varia (TA também pode variar um pouco) até que as duas temperaturas se igualem e o equilíbrio térmico seja estabelecido. Essa variação de temperatura se deve a uma mudança da energia térmica do sistema por causa da troca de energia entre o sistema e o ambiente. (Lembre-se de que a energia térmica é uma energia interna que consiste na energia cinética e na energia potencial associadas aos movimentos aleatórios dos átomos, moléculas e outros corpos microscópicos que existem no interior de um objeto.) A energia transferida é chamada de calor e simbolizada pela letra Q. O calor é positivo se a energia é transferida do ambiente para a energia térmica do sistema (dizemos que o calor é absorvido pelo sistema). O calor é negativo se a energia é transferida da energia térmica do sistema para o ambiente, dizemos, que o calor é cedido ou perdido pelo sistema, (HALLIDAY E RESNICK, 2016, p. 429).

#### 2.2.2 Capacidade Térmica

A Capacidade Térmica de um corpo está relacionada com a variação de temperatura deste corpo ao receber ou doar calor.

A capacidade térmica C de um objeto é a constante de proporcionalidade entre o calor Q recebido ou cedido pelo objeto e a variação de temperatura  $\Delta T$  do objeto, ou seja, em que Ti e Tf são as temperaturas inicial e final do objeto, respectivamente. A capacidade térmica C é medida em unidades de energia por grau ou energia por kelvin, (HALLIDAY E RESNICK, 2016, p. 431).

#### 2.2.3 Calor específico

Calor específico é uma grandeza física que está relacionada a quantidade de energia necessária para alterar (diminuir ou aumentar) a temperatura de um corpo. Sendo a variação de 1°C de 1g de substância.

O calor específico de qualquer substância é definido como a quantidade de calor requerida para alterar a temperatura de uma unidade de massa da substância em um grau. Podemos pensar no calor específico como sendo uma espécie de "inércia térmica". Lembre-se de que inércia é um termo empregado na mecânica para significar a resistência de um objeto a mudanças em seu estado de movimento. O calor específico é uma espécie de inércia térmica, porque significa a resistência de uma substância a mudanças em sua temperatura, (HEWITT, 2015, p.290).

#### 2.2.4 Arrefecimento de Newton

A lei de arrefecimento de Newton determina que a taxa de variação da temperatura do esfriamento, ou a velocidade do esfriamento (em °C/s ou K/s, por exemplo) é diretamente proporcional a uma constante de proporcionalidade e à diferença de temperatura entre o corpo e o meio ambiente.

Newton estabeleceu que o resfriamento obedece à seguinte função:

$$\frac{dT}{dt} = K.\left(T - Ta\right) \tag{4}$$

Ou seja, a taxa de variação da temperatura do esfriamento, ou a velocidade do esfriamento (em °C/s ou K/s, por exemplo) é diretamente proporcional a uma constante de proporcionalidade e à diferença de temperatura entre o corpo e o meio ambiente. Ele chegou a essa conclusão analisando dois corpos com temperaturas diferentes submetidas a uma mesma temperatura ambiente em que:

dT = Temperatura do corpo

dt = Tempo

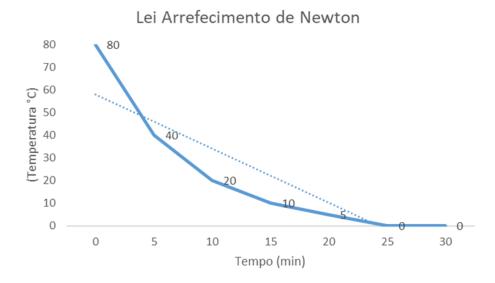
Ta = Temperatura ambiente

K = Constante que depende do material ao qual o corpo foi construído.

A taxa de resfriamento de um objeto – seja por condução, convecção ou radiação – é aproximadamente proporcional à diferença de temperatura T entre o objeto e sua vizinhança. Taxa de resfriamento T. Isso é conhecido como a lei de Newton do resfriamento. A lei vale também para o aquecimento. Se um objeto está mais frio do que sua vizinhança, sua taxa de aquecimento será também proporcional a T. A comida congelada se aquecerá mais rapidamente em uma sala aquecida do que numa sala fria. A taxa de resfriamento que experimentamos em um dia frio pode ser aumentada pela convecção adicional devido ao vento. Nos referimos a isso como a sensação térmica do vento, (HEWITT, 2015, p. 312).

A figura – 04 mostra a Lei de Arrefecimento de Newton.

Figura – 04: Arrefecimento de Newton



Fonte: Acervo da autora

Como mostra o gráfico, na lei de arrefecimento de Newton, os objetos que estão trocando calor tendem a alcançar uma temperatura comum.

Um objeto que está a uma temperatura diferente da temperatura de sua vizinhança termina alcançando uma temperatura em comum com ela. Um objeto relativamente quente esfria enquanto esquenta sua vizinhança. A taxa de resfriamento de um objeto depende de quanto mais quente ele está em relação a sua vizinhança. A variação de temperatura por minuto de uma torta de maçã quente será maior se a torta for colocada no interior de um congelador, em vez de na mesa da cozinha. Quando a torta resfria dentro do congelador, a diferença entre sua temperatura e a da vizinhança é maior do que no outro caso. Similarmente, a taxa segundo a qual uma casa aquecida perde energia interna para o exterior frio depende da diferença entre as temperaturas interior e exterior (HEWITT, 2015, p. 311).

Podemos concluir que o objeto mais quente perde calor mais rápido em um ambiente mais frio, devido a diferença de temperatura.

#### REFERENCIAL TEÓRICO

As práticas experimentais de Física no Ensino Médio nas escolas públicas podem variar de acordo com as condições e recursos disponíveis em cada escola. No entanto, é importante que os estudantes tenham a oportunidade de realizar experimentos práticos como parte de sua educação em Física.

Essas práticas experimentais podem envolver atividades como medições, montagem de circuitos elétricos simples, estudo de movimento, realização de experiências com forças e estudo de calor, temperatura e fenômenos ópticos. O objetivo dessas atividades é proporcionar aos estudantes uma compreensão mais profunda dos conceitos físicos e ajudálos a desenvolver habilidades de observação, análise e resolução de problemas.

Idealmente, as escolas públicas devem fornecer recursos adequados, como equipamentos de laboratório e materiais experimentais, para apoiar as práticas experimentais de física. Além disso, é importante que os professores recebam capacitação adequada para conduzir essas atividades e orientar os estudantes de maneira segura e eficaz.

No entanto, é importante ressaltar que a implementação das práticas experimentais de Física pode variar de escola para escola e de região para região, dependendo dos recursos disponíveis e das políticas educacionais específicas.

Para Araújo e Abid (2003, p. 176) "As dificuldades e problemas que afetam o sistema de ensino em geral e particularmente o ensino de Física não são recentes e tem sido diagnosticado há muitos anos." Para o estudante, o maior impasse na compreensão da Física, é não conseguir associar a teoria apresentada na sala de aula com a Física presente no seu cotidiano, isto é, não conseguir compreendê-la como uma ciência que está presente no seu dia a dia. No ensino dito como tradicional, é recorrente o professor apresentar apenas os conceitos e fórmulas e cabe ao estudante copiar e memorizar todas as informações e no final deste processo, o estudante reproduz todos os dados nas avaliações que, ao seu término, são esquecidas. Na perspectiva de Moreira, (2012, p.3) essa "é a forma clássica de ensinar e aprender, baseada na narrativa do professor e na aprendizagem mecânica do estudante."

Entretanto, para Séré (2003):

Graças às atividades experimentais, o aluno é incitado a não pernanecer no mundo dos conceitos e no mundo das "linguagens", tendo a oportunidade de relacionar esses dois mundos com o mundo empírico. Compreende-se, então, como as atividades experimentais são enriquecedoras para o aluno, uma vez que elas dão um verdadeiro sentido ao mundo abstrato e forma1 das linguagens [...] (SÉRÉ,2003, p. 39)

Ao mesmo tempo o conceito faz parte da experimentação, a mesma só terá eficácia se o estudante tiver conhecimento sobre o que está sendo trabalhado. Para Séré (2003, p.41) "Em todos os casos, a teoria se torna realmente útil para manipular e experimentar".

Um outro caso ainda em que a teoria está a serviço da prática é quando se escolhe um instrumento de medida. O próprio princípio dos instrumentos de medida repousa sobre considerações teóricas. Compreendê-los e manipulá-los supõe compreender os modelos e teorias subjacentes. (SÉRÉ,2003, p. 41)

O processo de aprendizagem é tão importante quanto aprender os conceitos/conteúdos. No entanto, haverá apenas aprendizado e desenvolvimento desses conteúdos, se houver ação do estudante durante a resolução de problemas em questão. Diante das questões levantadas pelo professor, os estudantes devem refletir, buscar explicar e participar com mais ou menos intensidade (dependendo da atividade docente proposta e seus objetivos) etapas no processo que leva à solução de problemas proposto, enquanto o professor muda de postura e deixa de atuar como disseminador de informações conhecimento, atuando como um intermediário.

Neste contexto, pode-se dizer que as atividades experimentais propostas nos roteiros experimentais, contribuíram usando o Termômetro Digital de Baixo Custo (TDBC) como aparato principal pois permitiram legitimar o conhecimento científico produzido através de um processo dinâmico e aberto, que convida os estudantes a participar da construção de seu próprio conhecimento.

Na tentativa de legitimar o uso da experimentação em nossa pesquisa, buscou-se em Gil Perez e Castro (1996, p. 158) alguns aspectos importantes da atividade científica que podem e têm sido explorados em atividades de pesquisa experimental, sendo de extrema relevância para o Ensino de Física na Educação Básica.

Segundo os autores, há aspectos significativos que permitem uma orientação investigativa das práticas de laboratório, ou seja, eles ajudam a transformar a prática de laboratório em um trabalho mais próximo da pesquisa científica. Esses aspectos incluem:

- ✓ Abordar questões científicas reais: As atividades devem ser direcionadas para questões científicas autênticas e significativas, que possam despertar o interesse dos estudantes.
- ✓ Integração de múltiplos aspectos: Além do aspecto experimental, as práticas de laboratório devem incorporar outros aspectos essenciais da atividade científica, como análise qualitativa, interpretação dos resultados, revisões de hipóteses e designs experimentais, consideração de perspectivas futuras, entre outros.

- ✓ Uso de tecnologia atual: É recomendado o uso da tecnologia atual, como computadores, smartphones, câmeras de vídeo e automação, nos designs experimentais, para proporcionar aos estudantes uma visão mais adequada da atividade científica contemporânea.
- ✓ Estímulo à reflexão e questionamento: Deve-se incentivar a realização de análises qualitativas que auxiliem na compreensão das situações e na formulação de perguntas operacionais. Isso ajuda a evitar abordagens simplistas e a promover um pensamento crítico.
- ✓ Relevância e sentido da tarefa: É importante que os estudantes compreendam a relevância e o propósito da tarefa proposta, para que possam se envolver de forma mais significativa e ter uma abordagem mais funcional das relações entre ciência, tecnologia e sociedade.
- ✓ Comunicação e compartilhamento: A comunicação e a apresentação dos resultados do trabalho realizado durante o curso são incentivadas, por meio de publicações dos diários de bordo, sessões de comunicação oral e pôsteres. Isso contribui para o interesse e proporciona uma visão mais precisa do trabalho científico, que envolve a comunicação de resultados.

Os dez aspectos para uma orientação investigativa das práticas de laboratório, segundo Gil Perez e Castro (1996) são:

- 1. Apresentar situações-problema abertas e conceituais;
- 2. Favorecer a reflexão dos estudantes sobre a relevância e o possível interesse das situações propostas;
- 3. Potencializar análises qualitativas, significativas, que ajudem a compreender e acatar as situações planejadas e a formular perguntas operativas sobre o que se busca;
- 4. Considerar a elaboração de hipóteses como atividade central de investigação científica, sendo este processo capaz de orientar o tratamento das situações e de fazer explícitas as preconcepções dos estudantes:
- 5. Considerar as análises, com atenção para os resultados (sua interpretação física, confiabilidade, dentre outras.), a partir dos conhecimentos disponíveis, das hipóteses manejadas e dos resultados das demais equipes de estudantes;
- 6. Conceder uma importância especial às memórias científicas que reflitam o trabalho realizado e possam ressaltar o papel da comunicação e do debate na atividade científica;
- 7. Ressaltar a dimensão coletiva do trabalho científico, por intermédio de grupos de trabalho, que interajam entre si;

- 8. Promover o esforço de integração da pesquisa com os resultados, bem como possíveis implicações em outras áreas do conhecimento;
- 9. Dar grande importância ao desenvolvimento do trabalho realizado, e destacar a importância do papel da comunicação;
- 10. Proporcionar o trabalho científico coletivo, e criar equipes de trabalho e facilitar a interação entre as equipes e a comunidade científica.

Ainda, os autores ressaltam que as atividades de investigação devem compreender as seguintes características: apresentar aos estudantes situações problemáticas abertas, em um nível de dificuldade adequado à zona de desenvolvimento potencial dos educandos; favorecer a reflexão dos estudantes sobre a relevância das situações-problema apresentadas; emitir hipótese como atividade indispensável à investigação científica; elaborar um planejamento da atividade experimental; contemplar as implicações Ciência, Tecnologia e Sociedade do estudo realizado; proporcionar momentos para a comunicação do debate das atividades desenvolvidas e potencializar a dimensão coletiva do trabalho científico.

No sentido de contemplar os aspectos elencados acima, nossa pesquisa procurou se apoiar nas exigências metodológicas e epistemológicas na construção do conhecimento científico no momento da elaboração dos roteiros experimentais que compõem o produto educacional dessa pesquisa, pois acredita-se que essas atividades experimentais abertas e conceituais podem envolver os estudantes de forma mais ativa no processo de aprendizagem, permitindo-lhes explorar fenômenos físicos reais e aplicar conceitos científicos na resolução de problemas. Ao usar o Termômetro Digital de Baixo Custo como ferramenta principal na obtenção dos dados coletados, os estudantes terão a oportunidade de obter dados com boa precisão e que sejam relevantes para suas investigações, o que pode contribuir para legitimar o conhecimento científico e incentivar sua participação na construção de seu próprio conhecimento.

#### **METODOLOGIA**

A pesquisa foi implementada com nove estudantes voluntários de uma turma do 2º ano do Ensino Médio de uma escola estadual localizada na região sul de Minas Gerais. As intervenções pedagógicas, relacionadas aos temas Calor e Temperatura, foram baseadas em roteiros experimentais, que contemplam Práticas Experimentais, e realizadas com a utilização de aparatos de baixo custo e de fácil montagem.

Para realização das práticas experimentais foi utilizado um termômetro digital de baixo custo de fácil construção e utilização. Passaremos a descrever os procedimentos para a construção deste termômetro e de outros aparatos experimentais utilizados neste trabalho.

#### 1.3 CONSTRUÇÃO DO TERMÔMETRO DIGITAL DE BAIXO CUSTO

Para construção do Termômetro Digital de Baixo Custo (TDBC) são utilizados os seguintes materiais:

- ✓ Multímetro digital- modelo LWJ-108,
- √ Fio paralelo AWG20 -2m
- ✓ Durepox -20g
- ✓ Conector de bateria 9V,
- ✓ Bateria 9V.
- ✓ Tubo de caneta.
- ✓ Fita isolante
- ✓ Termistor

Para a construção do Termômetro Digital de Baixo Custo (TDBC), primeiramente com muito cuidado pegar o termistor para unir as pontas aos fios, pegar o lado chanfrado (reto) voltado para si e colocar de acordocom à seguinte sequência de cores; verde e preto na direita, amarelo no meio e vermelhona esquerda, depois com a fita isolante isolar as perninhas do transistor, sempre com muito cuidado pois elas são muito sensíveis. Neste momento cuidado: Observar se os fioscabem no tubo da caneta, em seguida com a parte oposta do transistor introduzir o fio notubo da caneta e com o durepox ir assertando, moldando, fazendo com que as perninhas do transistor fiquem bem escondidas, deixando somente a pontinha do transistor para fora, e de maneira que não penetre água no seu interior, pois se isso acontecer fecha curto.

Depois com uma faca cortar o fio "somente a capa branca do cabo" tirar os fios vermelhoe preto deixando somente o verde e amarelo dentro da capa branca. Com um pedaço

de fita isolante isolar o verde e amarelo. Pegar os fios preto e vermelho e ligar ao conector de bateria, preto com preto e vermelho com vermelho e novamente isolar os fios onde foi feito a emenda.

OBS.: Os fios por serem muito finos podem quebrar, se ocorrer a quebra descasque um pedaço do fio novamente.

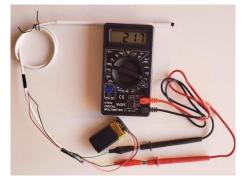
Feito isso pegar o multímetro e conectar os cabos do multímetro, vermelho no pino do meio e o preto no primeiro pino de baixo para cima. Para testar o multímetro, basta coloca-lo em resistência e encostar um ponta na outra, feito isso, observar o leitor, ele vai começar a mudar o valor, ocorrendo isso está funcionado.

Posteriormente pegar os fios verde e amarelo pra conectar na ponta do cabo do multímetro, colocar o fio verde na ponta de prova preta e o fio amarelo na ponta de prova vermelha, feito isso posicionar a chave do multímetro em DC em 200m, e verificar no leitor o valor da temperatura. Está pronto seu termômetro para começar o seu trabalho.

Link.: (construção do termômetro) <a href="https://youtu.be/aV2o7wH2-K0">https://youtu.be/aV2o7wH2-K0</a>



Figura 05- Construção do termômetro de baixo custo



Fonte: Acervo da autora

## 1.4 CONSTRUÇÃO DOS DEMAIS APARATOS EXPERIMENTAIS.

Um aparato de baixo custo utilizados em dois experimentos foi o Calorímetro de Baixo Custo (CBC). Para construção do calorímetro utilizamos:

- ✓ Duas garrafas PET de 510 ml ou 600 ml idênticas, com tampa Reserve uma dasgarrafas para fazer o comparativo como na figura 06;
- ✓ Folhas (umas 4 ou 5) de jornal, papel toalha <u>esse é o melhor</u> ou sulfite (usadas);
- ✓ Fita adesiva transparente;
- ✓ Um rolo de papel alumínio.

Assista ao vídeo para a construção do seu CBC.

https://www.youtube.com/watch?v=JqJcKtNS1zM – acesso em 20 de abril de 2021.

OBS.: Não é necessário revestir seu CBC com outra garrafa como propõe o vídeo em 1:32 min.

Separe os materiais a serem utilizados no experimento:

Figura 06 – Materiais utilizados pelos estudantes na construção da garrafa térmica de baixo custo

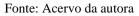


Fonte: Acervo da autora

Envolva uma das garrafas com papel alumínio, como mostra na figura 2.

Figura 07- Montagem da garrafa térmica de baixo custo-Parte 1







Após envolver a garrafa com papel alumínio, envolva-a com papel toalha conforme figura 3.

Figura 08– Montagem da garrafa térmica de baixo custo-Parte 2





Fonte: Acervo da autora

Envolver a garrafa com mais uma camada de papel alumínio.

Figura 09 – Montagem da garrafa térmica de baixo custo-Parte 3





Fonte: Acervo da autora

#### 1.5 OS ROTEIROS EXPERIMENTAIS E SEUS RESPECTIVOS EXPERIMENTOS

Na sequência apresentamos os cinco experimentos realizado pelos estudantes nas intervenções pedagógicas.

#### **4.3.1 Experimento – 01:**

Determinação da Capacidade Térmica de um Calorímetro utilizando um Termômetro Digital de Baixo Custo: Implementando Práticas Experimentais no Ensino de Física no Nível Médio

(O roteiro experimental referente a este experimento está disponível no APENDICE – A)

#### **4.3.2 Experimento – 02:**

Determinação do Calor Específico de um corpo metálico utilizando um Termômetro Digital de Baixo Custo: Implementando Práticas Experimentais no Ensino de Física no Nível Médio

(O roteiro experimental referente a este experimento está disponível no APENDICE – A)

#### **4.3.3 Experimento** – **03**:

Determinando a Temperatura do Ponto de Orvalho utilizando um Termômetro Digital de Baixo Custo: Implementando Práticas Experimentais no Ensino de Física no Nível Médio

(O roteiro experimental referente a este experimento está disponível no APENDICE – A)

#### **4.3.4 Experimento – 04:**

Estudando a variação de temperatura mediante o aquecimento de corpos de cores diferentes utilizando um Termômetro Digital de Baixo Custo: Implementando Práticas Experimentais no Ensino de Física no Nível Médio

(O roteiro experimental referente a este experimento está disponível no APENDICE – A)

#### 4.3.5 Experimento -05:

Estudando a variação de temperatura mediante o aquecimento de materiais diferentes utilizando um Termômetro Digital de Baixo Custo: Implementando Práticas Experimentais no Ensino de Física no Nível Médio

(O roteiro experimental referente a este experimento está disponível no APENDICE – A)

4.4 REALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS "CAPACIDADE TÉRMICA" E "CALOR ESPECÍFICO".

Os experimentos de Capacidade Térmica e Calor Específico foram programados para serem realizados em sala de aula convencional de forma presencial com estudantes do segundo ano do ensino médio, em uma escola Estadual no Sul de Minas Gerais.

Com supervisão do professor pesquisador, cada estudante construiu seu calorímetro de baixo custo com os materiais cedidos pelo professor, (lista de materiais descritas no roteiro experimental do Apêndice — A). Os estudantes realizaram o passo a passo do roteiro experimental utilizando 400 ml de água aquecida aproximadamente a 70° C para determinar a capacidade térmica do calorímetro através da observação do ponto de equilíbrio térmico e da Lei Arrefecimento de Newton.

Também foi realizado experimento para encontrar o calor específico da moeda utilizando o mesmo calorímetro construído no experimento anterior. As moedas cunhadas de 2002 a 2022 foram introduzidas no calorímetro com água morna a aproximadamente 60°C para através da Lei do Equilíbrio térmico – Lei zero da Termodinâmica, ser encontrado o valor do calor específico da moeda.

Figura 10 – Materiais utilizados pelos estudantes para construção do Calorímetro



Fonte: Acervo da autora

## 4.5 REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO "PONTO DE ORVALHO"

O experimento do Ponto de Orvalho foi planejado para acontecer de forma remota, onde cada estudante recebeu um termômetro para levar para sua residência e realizar o experimento. Através das orientações remotas do professor e o passo a passo do roteiro experimental, com a utilização de uma caneca de alumínio e gelo triturado, os estudantes realizaram o experimento e através da função exponencial de Umidade com as temperaturas do ponto de orvalho e temperatura ambiente. Em seguida compararam o valor encontrado da Umidade Relativa do ar com pesquisa no site Climatempo que mostra a Umidade Relativa do ar em tempo real na região onde foi realizado o experimento.

Figura 11 – Experimento Ponto de Orvalho



Fonte: Acervo da autora

## 4.6 REALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS "CAIXAS DE CORES E "MATERIAIS CONSTRUTIVOS"

Para realização dos experimentos "Caixas de Cores e "Materiais Construtivos" o professor pesquisador gravou um vídeo com termômetro realizando as medições da variação da temperatura dos materiais para cada experimento. Cada vídeo foi enviado separadamente para os estudantes analisarem e anotarem todas as medições contidas no vídeo. Os estudantes realizaram as análises em sua residência observando as variações de temperatura em minutos diferentes do vídeo. Com os dados coletados foi construído gráfico mostrando a variação de temperatura ocorrida no experimento. A partir do gráfico foi realizada análise com os estudantes da absorção de calor pelas caixas de cores e dos materiais construtivos.

Figura 12- Experimentos Caixa de Cores e Materiais Construtivos



Fonte: Acervo da altura

A avaliação da pesquisa acontece em duas etapas:

Etapa – 01: Análise dos resultados dos experimentos realizados pelos estudantes.

Etapa – 02: Análise das respostas dos estudantes em relação a um questionário sobre cada um dos experimentos realizados nas intervenções pedagógicas.

#### 4.6.1 Resultados dos experimentos realizados pelos estudantes

Nesta avaliação haverá uma análise dos resultados obtidos pelos estudantes, ao realizarem os experimentos, durante as intervenções pedagógicas.

#### 4.6.2 Questionário aplicado para avaliação da intervenção pedagógica

Para avaliar cada intervenção pedagógica foi aplicado, após a realização do experimento, um questionário para verificar a opinião dos estudantes sobre o processo. A figura

12 traz duas questões referentes ao experimento "caixas e cores". O questionário sobre Capacidade Térmica foi transcrito na integra no APÊNDICE – F.

Figura 13: Modelo do questionário aplicado aos estudantes após a intervenção pedagógica



Fonte: Acervo da autora

Após cada intervenção foi aplicado o questionário de avaliação referente a atividade do respectivo roteiro experimental. As perguntas de respostas múltiplas continham 9 opções de resposta (0-8). Estas 9 opções foram agrupadas em apenas três. Para as questões apresentadas na figura – 13 foram classificadas como fácil as respostas 0, 1 e 2; como média as respostas 3, 4 e 5 e difícil as repostas 6, 7 e 8. Esta metodologia de tratamento de dados encontra referência em Pinto, Braga e Ramos (2018).

#### RESULTADOS E ANÁLISES DOS RESULTADOS

Em todas as intervenções pedagógicas, foi seguido um programa de execução das atividades presentes nos roteiros experimentais, com intuito de obter êxito na aplicação do experimento e contribuir com a aprendizagem dos estudantes. No primeiro momento da intervenção, foi realizado uma explicação teórica acerca do conteúdo presente no roteiro experimental, com intuito de fazer um resgate dos conceitos que eles já aprenderam e as equações que serão usadas no decorrer do experimento. Além disso, foram explicados o aparato experimental utilizado e as características do Termômetro Digital de Baixo Custo (TDBC).

Após isso, foi realizado um segundo momento, no qual foi questionado aos estudantes questões, em busca das concepções iniciais sobre o assunto trabalhado. O terceiro momento, foi realizado o experimento, no qual os estudantes participaram de todo processo e execução e realizaram a coleta de dados. Em seguida, foi feito um tratamento matemático e a explicação do resultado obtido. O quarto e último momento, foi resgatado novamente as questões prévias, a fim de esclarecer as concepções iniciais que os estudantes possuíam antes da intervenção pedagógica e desta forma, concluindo a intervenção pedagógica relacionada ao experimento realizado.

Os roteiros experimentais presentes nesta dissertação apresentam um tratamento matemático adequado ao Ensino Médio. É importante destacar, que em escolas em que há uma dificuldade maior de aprendizagem, os experimentos podem ser adaptados à realidade dos estudantes, evitando um tratamento matemático mais elaborado.

Para melhor compreensão e análise dos resultados apresentados a seguir, identificou os estudantes como ES 01- referente ao estudante 1, ES 02 – estudante 2, ES 03 – estudante 3, e assim sucessivamente.

Nos próximos tópicos, apresentam-se as análises dos resultados experimentais obtidos durante as intervenções pedagógicas, as análises dos resultados obtidos no questionário.

#### 1.6 EXPERIMENTO "CAPACIDADE TÉRMICA"

O objetivo principal do experimento Capacidade Térmica é encontrar a capacidade térmica de um "Calorímetro de Baixo Custo".

# 5.1.1 Resultados encontrados pelos estudantes no experimento "Capacidade Térmica"

Na realização do experimento, foi utilizado as seguintes ferramentas, o calorímetro de baixo custo e o termômetro digital de baixo custo para determinar a Capacidade Térmica.

Figura 14 - Termômetro Digital de Baixo Custo (TDBC) e o Calorímetro de Baixo Custo (CBC)



Fonte: Acervo da autora

A princípio a professora pesquisadora orientou os estudantes de como proceder com os materiais, pois nesse experimento utilizamos água com temperaturas que variaram 60°C à 73°C, como proceder no momento de colocar a água dentro do calorímetro, evitando a dissipação do calor para o ambiente e ficar atento para identificar o momento que a água e o calorímetro entre em equilíbrio térmico. E fazer as anotações dos dados necessários para calcular a capacidade térmica do Calorímetro de Baixo Custo.

Figura 15 - Professora pesquisadora orienta os estudantes na realização do experimento.



Fonte: Acervo da pesquisadora

A professora pesquisadora, observou que alguns dos estudantes encontraram dificuldades em registrar o momento do ponto de equilíbrio água e calorímetro por conta disso ela os orientou a repetiram o experimento para uma melhor compreensão. Alguns estudantes apresentaram algumas dificuldades de

resolver os cálculos da equação trabalhada, com as orientações da professora pesquisadora eles conseguiram resolver, obtendo sucesso.

Figuras 16: Estudantes realizando o experimento





Fonte: Acervo da autora

Depois de anotar os dados necessários, os estudantes realizam os cálculos utilizando a equação

 $Q_{CBC} + Q_{\text{água}} = 0$  (Equilíbrio Térmico)

Figuras 17 - Estudantes calculando a capacidade térmica





\* Colorinate in Base Enels.

\* Colorinate in Base Enels.

\* Comparisant iteman ?

\* items initial itemate in CBC - 23,9°C

\* items initial items in Base III.

\* items initial items in Base II.

\* items initial items in Base II.

\* items initial initial in Base II.

\* items initial initial in Base II.

\* items in initial init

A tabela 01 apresenta os valores encontrados pelos estudantes:

Tabela 01- Valores encontrados pelos estudantes no Experimento "Capacidade Térmica"

Estudantes	Capacidade Térmica Cal/°C
ES 01	27,89
ES 02	20,92
ES 03	26,49
ES 04	29,21
ES 05	33,96
ES 06	29,62
ES 07	30

ES 08	19,64
ES 09	30,5

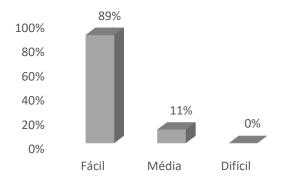
Os valores encontrados pelos estudantes no experimento 01, foram utilizados no experimento 02 para encontrar o calor específico do aço inox.

# 5.1.2 Resultados do questionário de avaliação da Intervenção Pedagógica realizada pelos estudantes no experimento Capacidade Térmica.

Vamos analisar as respostas dos estudantes referentes ao experimento "Capacidade Térmica". É importante relatar que esse experimento foi realizado por 09 estudantes do 2º Ano do Ensino Médio, com duração de 03 aulas.

A montagem do experimento "Capacidade Térmica" foi:

Gráfico 01- Resultado do nível de dificuldade da Montagem do experimento "Capacidade Térmica".



Fonte: Acervo da autora

A montagem do experimento "Capacidade Térmica" foi:

As manifestações dos estudantes referentes a dificuldade na "Montagem do Experimento" foram positivas. De forma geral os estudantes acharam fácil fazer a montagem do experimento. 89% dos estudantes classificaram como fácil,11% em média dificuldade e nenhum estudante apontou, ao responder o questionário, que a montagem foi difícil.

A execução do experimento "Capacidade Térmica" foi:

100%
80%
67%
60%
20%
0%
Fácil Média Difícil

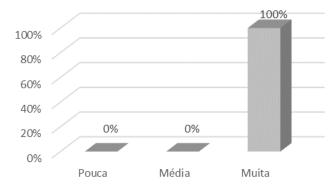
Gráfico 02- Resultado do nível de dificuldade da Execução do experimento

No quesito "Execução do Experimento", 67% dos estudantes relatam "média dificuldade" em realizar o experimento, enquanto 33% apontaram esta execução como "fácil". As dificuldades encontradas pelos estudantes ao realizar o experimento "Capacidade Térmica", percebidas pela pesquisadora foram, no momento de encontrar o ponto de equilíbrio da água com o calorímetro e algumas dificuldades no momento dos cálculos.

Nenhum estudante apontou, ao responder o questionário, que teria sido "difícil" a execução do experimento

O experimento "Capacidade Térmica" contribuiu para sua compreensão sobre equilíbrio térmico.

Gráfico 03 - Resultado do nível de contribuição do experimento



Fonte: Acervo da autora

Em relação a questão "Contribuição do Experimento na Compreensão do Equilíbrio Térmico" todos os estudantes relatam que o experimento propiciou "muita" compreensão sobre equilíbrio térmico

No questionário, havia também questões abertas para que os estudantes manifestassem suas considerações. Em seguida, pode-se observar as respostas obtidas pelos estudantes a respeito do experimento "Capacidade Térmica".

Quadro	Quadro 1: Aponte aspectos negativos relacionados a realização do experimento "Capacidade		
Térmic	Térmica" em sala de aula		
Est 01	Não ouve aspectos negativos		
Est 02	Não encontrei aspectos negativos.		
Est 03	Tive um pouco de dificuldade de entender as contas no começo, mas depois ocorreu tudo bem.		
Est 04	Não		
Est 05	Não apresenta aspectos negativos		
Est 06	Não		
Est 07	Não		
Est 08	Não encontrei aspectos negativos		
Est 09	Nenhum		
Fonte: Acervo da autora			

No experimento de "Capacidade Térmica" somente o estudante 03 relatou certo impasse ao realizar os cálculos. De forma geral não mencionaram dificuldades.

_	2: Aponte aspectos positivos relacionados a realização do experimento "Capacidade" em sala de aula
Est 01	Compreendi o que é calor e temperatura, ajudou muito a experiência a entender tudo bem mais fácil
Est 02	Ajuda os alunos a entender sobre calor
Est 03	Achei muito interessante esse experimento por usarmos o multímetro que eu nunca havia usado antes e não entendia muito bem como ele funcionava, a professora nos ajudou em tudo o que foi preciso
Est 04	E melhor para entendimento dos alunos
Est 05	Esse aparato realizado dentro de uma sala de aula pode fornecer um ensino mais eficaz aos alunos em relação a Capacidade Térmica
Est 06	Tive facilidade de manusear o aparato, compreendi o que é calor, transmissão de calor e a função do calorímetro
Est 07	Aprendi sobre o calorímetro a fazer as contas e aprendi rápido com as explicações da professora
Est 08	Aprendi muita coisa, montei um calorímetro, fiz cálculos novos, e me adaptei fácil
Est 09	Entendi o que é compreensão de calor, ajuda a explicar sobre o equilíbrio térmico

Fonte: Acervo da autora

Em respostas a este questionamento os estudantes elencaram os seguintes aspectos positivos: a compreensão dos conceitos de calor e temperatura (por parte dos estudantes 1,2,4 e 9); o manuseio de aparelhos medidores de grandezas como multímetro e calorímetro (por parte dos estudantes 3,5,6,7 e 8) e; a aprendizagem e realização de cálculos teóricos que comprovam as práticas experimentais realizadas (por parte dos estudantes 7 e 8).

Quadro	3:Aponte sugestões para melhorar à realização do experimento "Capacidade
Térmica	" em sala de aula.
Est 01	Estava tudo ótimo
Est 02	Encontrei dificuldade durante o trabalho no desenvolvimento dos cálculos.
Est 03	Acho que esse experimento em sala de aula seria meio complicado de ser aplicado por termos pouco tempo em sala de aula, se a professora desse esse experimento em um sábado letivo por exemplo
Est 04	Encontrei dificuldade durante os exercícios
Est 05	Não há como melhorar
Est 06	
Est 07	Não é um trabalho difícil de montar, fácil de compreender e tranquilo para fazer
Est 08	Não foi um trabalho difícil para se adaptar, foi um experimento de fácil manuseio, e na minha opinião não tenho sugestões para melhoria do trabalho pois foi tranquilo de se fazer
Est 09	Não foi um trabalho difícil, não há nada para melhorar

Fonte: Acervo da autora

Quanto às sugestões para a melhoria do experimento trabalhado somente o estudante 0 3 propôs um maior tempo para sua realização. A pesquisadora avalia que esta sugestão é bem pertinente. Os demais estudantes ou não apresentaram sugestões ou se abstiveram de responder esta questão.

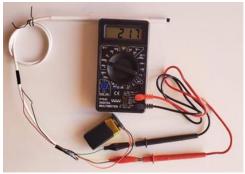
# 1.7 EXPERIMENTO "CALOR ESPECÍFICO"

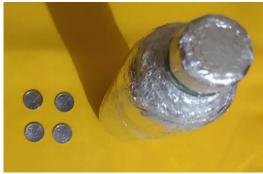
Neste experimento, trabalhou-se o roteiro experimental "Calor Específico", com o objetivo de encontrar o calor específico de uma moeda de 50 centavos (corpo metálico), utilizando o calorímetro de baixo custo (CBC). A Capacidade Térmica dos calorímetros foi encontrada pelos estudantes no experimento anterior.

# 1.7.1 Resultados encontrados pelos estudantes

No experimento 02, utilizou se os mesmos aparatos do experimento 01, apenas acrescentou as moedas de 0,50 centavos, cunhadas depois de 2002, para calcular o calor específico do aço inox. Também foi utilizado uma balança para determinar a massa das moedas e da água que serão utilizadas na realização do experimento.

Figura 18 - Aparatos utilizados no experimento 02, Termômetro Digital de Baixo Custo e Calorímetro de Baixo Custo e moedas de 0,50 centavos.





Fonte: Acervo da autora

A professora pesquisadora orientou os estudantes de como proceder na realização do experimento, também os alertou sobre o cuidado com o estilete ao cortar a parede do calorímetro para introduzir as moedas.

Após as orientações, eles iniciaram o experimento, fazendo as coletas de dados para em seguida iniciar os cálculos.

Figuras 19 - Dados coletados pelos estudantes







Fonte: Acervo da autora

Após realizar as coletas dos dados os estudantes, encontram o equilíbrio térmico (moeda, água e calorímetro) e utilizando também a equação do equilíbrio térmico e a capacidade térmica do calorímetro encontrada no experimento 01, calcularam o calor específico do aço inox.

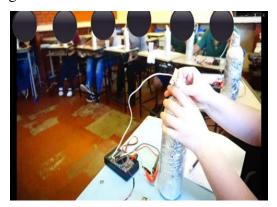
Tabela 02 - Resultado dos valores do calor específico, encontrados pelos estudantes, na realização de experimento 02.

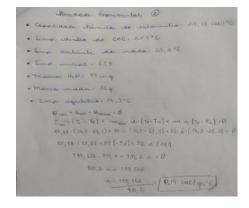
		Calor Específico (aço inox)
Estudantes	Capacidade Térmica Cal/°C	cal/g·°C
ES 01	27,89	0,14

ES 02	20,92	0,13
ES 03	26,49	0,19
ES 04	29,21	O,18
ES 05	33,96	0,15
ES 06	29,6	0,21
ES 07	30	0,16
ES 08	19,64	0,20
ES 09	30,5	0,17

O valor do calor específico do aço inox é c=0,11 cal/g·°C. Os valores encontrados pelos estudantes, não é igual, mas estão próximos ao valor real, considerando alguns fatores que podem interferir em todo processo de coleta de dados, exemplo perda de calor no momento de colocar as moedas dentro do calorímetro, e tem outros fatores que interferem, devido a isso os valores encontrados pelos estudantes são consideráveis.

Figura 20





Fonte: Acervo da autora

Durante a realização do experimento 02, os estudantes encontraram algumas dificuldades, devido a rápida perda de calor para o ambiente no momento de colocar as moedas dentro do calorímetro e identificar a temperatura de equilíbrio entre os materiais. A professora pesquisadora novamente os orientou para repetir o experimento, tomando alguns cuidados, como por exemplo a maneira de inserir a moeda, mais agilidade e não deixando a moeda cair. Assim fizeram e tiveram sucesso nos novos resultados.

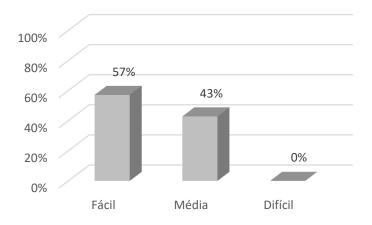
# 5.2.2 Resultados do questionário de avaliação da intervenção

Os próximos resultados obtidos no questionário se referem ao experimento que coleta dados, temperaturas do corpo metálico e dentro do calorímetro, para determinar o "Calor

Específico) do aço inox (moeda de 0,50 centavos). A seguir os resultados obtidos são referentes a montagem e execução do experimento "Calor Específico"

A montagem do experimento "Calor específico" foi:

Gráfico 04 - Resultado do nível de dificuldade da Montagem do experimento "Calor Específico"

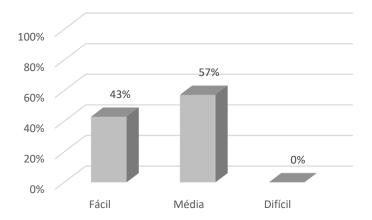


Fonte: Acervo da autora

Analisando as respostas dadas, em relação a montagem do experimento "Calor Específico", podemos observar que os estudantes não encontraram grandes dificuldades nesta atividade. Para 57% a montagem foi considerada "fácil", enquanto os outros 43% relatam média dificuldade. A pesquisadora observou que durante a montagem alguns estudantes encontraram um pouco de dificuldade para fazer o corte no calorímetro devido as várias camadas de papel toalha e papel alumínio e no momento de encontrar/observar o ponto de equilíbrio entre água e moeda.

A execução do experimento "Calor específico" foi:

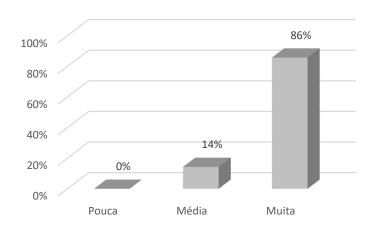
Gráfico 05 - Resultado do nível de dificuldade da Execução do experimento "Calor Específico"



Na questão "Execução do Experimento" pode se constatar que 43% dos estudantes consideraram a realização da atividade "fácil", enquanto 57% relatam média dificuldade. A pesquisadora observou que a principal dificuldade encontrada pelos estudantes ao realizar o experimento "Calor Específico", foi no momento de encontrar o ponto de equilíbrio da água com a moeda.

O experimento "Calor Específico" contribui para sua compreensão sobre a variação da Temperatura relacionada a Quantidade de Calor.

Gráfico 06 - Resultado do nível de contribuição do experimento "Calor Específico"



Fonte: Acervo da autora

Analisando as respostas dadas pelos estudantes referentes a contribuição do experimento "Calor Específico" para melhor compreensão sobre equilíbrio térmico, 85% relatam muita contribuição e 14% estudantes média contribuição. De forma geral os estudantes

reconhecem que esta atividade experimental propiciou grande contribuição para a uma melhor compreensão do tema trabalhado.

Como mencionado anteriormente, no questionário havia também questões abertas no qual os estudantes manifestariam suas opiniões, sugestões, pontos positivos e negativos. A seguir, pode-se analisar quais foram as avaliações realizadas pelos estudantes a respeito do experimento "Calor Específico":

_	Quadro 4: Aponte aspectos negativos relacionados a realização do experimento "Calor específico" em sala de aula.		
Est 01	Dificuldade em encontrar o calor específico pois tudo diferencia		
Est 02	Dificuldade de encontrar o calor específico.		
Est 04	Não encontrei nenhum aspecto negativo		
Est 05	Não apresenta aspectos negativos		
Est 07	Não		
Est 08	Não encontrei nenhum aspecto negativo		
Est 09	Dificuldade na rápida perda de calor		

Fonte: Acervo da autora

No experimento "Calor Específico" foram destacadas pelos estudantes 1 e 9 dificuldades na medição relacionadas a rápida perda de calor. Os demais estudantes ou não encontraram dificuldades ou se abstiveram de responder esta questão.

Quadro	5: Aponte aspectos positivos relacionados a realização do experimento "Calor
específic	co" em sala de aula.
Est 01	A compreensão e aprendizado em toda a matéria
Est 02	Melhor experiência de aplicar na hora que está fazendo os cálculos.
Est 04	Melhor entendimento
Est 05	Melhor entendimento em relação ao Calor, temperatura
Est 07	Melhor entendimento, entender o que está sendo aplicado para fazer os cálculos
Est 08	Melhor compreensão de calor e temperatura, entender o que está sendo aplicado na hora de fazer os cálculos.
Est 09	Melhor compreensão de calor e temperatura

Fonte: Acervo da autora

De maneira geral os estudantes apontaram que existe uma maior facilidade na compreensão dos conteúdos teóricos quando eles são realizados em paralelo a atividades com práticas experimentais.

Quadro 6: Aponte sugestões para melhorar à realização do experimento "Calor específico" em sala de aula.		
Est 01	Estava tudo de fácil compreensão	
Est 02	Não tem melhorias.	
Est 04	Não tem melhorias	
Est 05	Não necessita de melhorias	
Est 07	Não precisa de melhorias	
Est 08	Não precisa de melhorias	
Est 09	Nenhum	

Os estudantes não destacaram nenhum elemento para a melhoria deste experimento ou então se abstiveram de responder esta questão.

#### 1.8 EXPERIMENTO "PONTO DE ORVALHO"

O terceiro roteiro experimental, "O Ponto de Orvalho", foi realizada pelos estudantes em suas residências, onde eles determinaram o "ponto de orvalho" (água e gelo) em três horários diferentes (7:00h, 12h e 18h) durante o dia. Para comparar os resultados encontrados nos experimentos eles registraram o valor da umidade relativa do ar fornecida pelo site "Clima Tempo".

#### 5.3.1 Resultados encontrados pelos estudantes

No experimento 03, o objetivo foi determinar o Ponto de Orvalho, através do embaçamento da caneca de alumínio ao colocar o gelo picado e a umidade relativa do ar. Ao embaçar a caneca os estudantes anotavam o valor da temperatura registrada, e também pesquisava no site Clima Tempo o valor da umidade relativa do ar naquele instante em que realizava o experimento, para que no término dos cálculos utilizando a temperatura registrada do ponto de orvalho, encontrariam a Umidade Relativa do Ar, sendo o valor próximo ao fornecido pelo site clima tempo. O valor encontrado pelo estudante não é exato com o do Clima Tempo, devido a que o valor fornecido pelo site é um valor calculado em uma região maior, e com alguns fatores que também interferem no valor e a registrada pelo ponto de orvalho, é em um ponto específico. No endereço do site Clima Tempo é possível visualizar o valor da umidade relativa do ar, na região onde você se encontra.

➤ Site Clima Tempo: <a href="https://www.climatempo.com.br/mapas">https://www.climatempo.com.br/mapas</a>

Figura 21 - Experimento realizado pelo ES 01, às 12h.





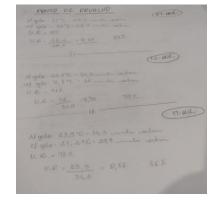
A URA também pode ser expressa operacionalmente como a razão entre a pressãode vapor saturado da água na temperatura do ponto de orvalho pela pressão de vapor saturado da água na temperatura ambiente. Os estudantes utilizaram o gráfico Pressão (mili atm) x Temperatura(°C), para determinar a URA, o mesmo se encontra no roteiro experimental 03-Ponto de Orvalho e também a expressão:

$$URA \cong e^{4900 \left(\frac{1}{T_{amb.}} - \frac{1}{T_{orv.}}\right)}$$

No quadro a seguir, encontra se a Umidade Relativa do Ar, às 12H fornecida pelo site Clima Tempo e o cálculo realizado pelo estudante número 01, com os dados coletados no experimento, em três períodos diferentes, às 7:00H, às 12H e às 18H.

Figura 22 - Umidade Relativa fornecida pelo Clima Tempo e os cálculos do estudante número  $01\,$ 





Fonte: Acervo da autora

A tabela 03, traz os valores da Umidade Relativa do Ar, encontrada pelos estudantes durante a realização do experimento e os valores fornecidos pelo site Clima Tempo.

Tabela 03 - URA%, registrada pelo site Clima Tempo e encontrada pelos estudantes.

Estudantes	URA % /	7:00h	URA % / 12:00h		URA % / 18:00h	
Estudantes	Clima Tempo	Estudante	Clima Tempo	Estudante	Clima Tempo	Estudante
ES 01	97%	88%	71%	79%	78,9%	86%
ES 02	95%	86%	64%	65%	74%	70%
ES 03	85%	79%	92%	86%	85%	86%
ES 04	91%	84%	87%	82%	78%	71%
ES 05	94%	81%	89%	86%	74%	75%
ES 06	96%	91%	90%	85%	67%	60%
ES 07	92%	86%	57%	68%	72%	66%
ES 08	90%	86%	69%	77%	61%	65%
ES 09	95%	91%	64%	69%	74%	68%

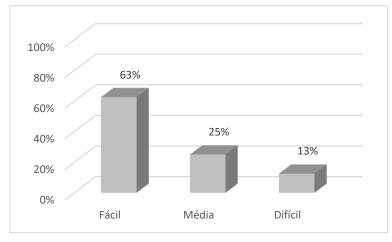
Os experimentos foram realizados pelos estudantes em suas residências, considerando que alguns moram na cidade de Congonhal-MG, porém em pontos distintos e outros moram na zona rural. .

# 5.3.2 Resultados do questionário de avaliação da intervenção

Em relação a montagem do experimento "Ponto de Orvalho", os resultados obtidos pelos estudantes no questionário podem ser vistos a seguir:

A montagem do experimento "Ponto de orvalho" foi:

Gráfico 07- Resultado do nível de dificuldade da Montagem do experimento "Ponto de Orvalho"



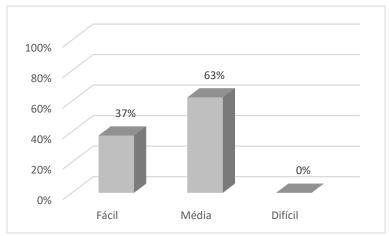
Fonte: Acervo da Autora

A montagem do experimento, Ponto de Orvalho" foi considerada "fácil" para 63% dos estudantes. Tiveram "média" dificuldade 25% dos estudantes, enquanto 13%

consideraram esta montagem "dificil". As dificuldades relatadas pelos estudantes foram para determinar o momento exato de registrar o "ponto de orvalho" e o de encontrar o local apropriado para realizar o experimento.

A execução do experimento "Ponto de orvalho" foi:

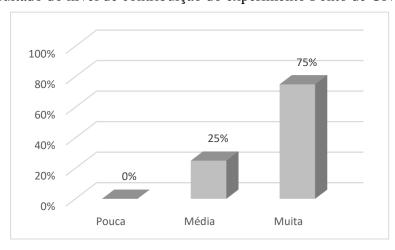
Gráfico 08 - Resultado do nível de dificuldade em relação a execução do experimento "Ponto de Orvalho".



Fonte: Acervo da autora

A execução deste experimento foi considerada "fácil" para 37% dos estudantes, enquanto 63% apontaram como sendo "média" a sua dificuldade. Alguns estudantes relataram a pesquisadora que tiveram dificuldades em determinar o exato momento de medir o ponto de orvalho. Outra dificuldade relatada foi para realizar os cálculos. O experimento "Ponto de Orvalho" contribui para sua compreensão sobre a relação entre a Temperatura do Ponto de Orvalho e a Unidade Relativa do Ar.

Gráfico 09 - Resultado do nível de contribuição do experimento Ponto de Orvalho".



Fonte: Acervo da autora

Para 75% dos estudantes o experimento "Ponto de Orvalho", propiciou "muito contribuição" para a compreensão do equilíbrio térmico, enquanto para 25% contribuição foi "média". A pesquisadora observou que os estudantes apresentaram em primeiro momento dificuldade em determinar o "ponto de orvalho" (tempo de espera), e optou por repetir o experimento, alcançando êxito nos resultados.

A seguir, os resultados do questionário em relação da contribuição do experimento "Ponto de Orvalho" para compreensão da relação entre a Temperatura do Ponto de Orvalho e a Unidade Relativa do Ar.

Quadro	7: Aponte aspectos negativos relacionados a realização do experimento "Ponto de
orvalho'	" em sala de aula
Est 02	Somente na hora de espera
Est 03	Tive dificuldade na hora de descobrir o ponto de orvalho porque acabei esperando um tempo a mais do que o necessário
Est 04	Não encontrei nada de negativo pois foi super tranquilo realizar o experimento
Est 05	Acho que um dos aspectos negativos é dificuldade de achar a umidade relativa com precisão
Est 06	Nenhum
Est 07	Não teve pontos negativos, foi fácil é compreensível de fazer
Est 08	Tivemos que repetir o experimento pois o ponto de orvalho tem que ser marcado no momento exato
Est 09	Tive dificuldade de encontrar o ponto de orvalho
	•

Fonte: Acervo da autora

No experimento "Ponto de Orvalho" foi destacada de maneira geral pelos estudantes a dificuldade de encontrar com exatidão o ponto de orvalho e realizar as medições necessárias para esta atividade prática. Não encontraram pontos negativos os estudantes 4, 6 e 7.

_	Quadro 8: Aponte aspectos positivos relacionados a realização do experimento "Ponto de orvalho" em sala de aula				
Est 02	Colocar gelo na água				
Est 03	Achei o experimento muito interessante pois não sabia que dava para descobrir a umidade relativa através do ponto de orvalho				
Est 04	Melhor aprendizado e entendimento				
Est 05	É um experimento que relativamente é fácil de se fazer, e que nos ajuda a compreender como a temperatura da água e a umidade relativa do ar mudam conforme o horário do dia				
Est 06	Entender melhor sobre o ponto de orvalho				
Est 07	Foi bem legal de fazer, é interessante				

Est 08	Aprendemos sobre as diferentes temperaturas do dia a dia com o ponto de orvalho, e também a
	umidade relativa do ar
Est 09	Aprendemos sobre clima, calor e ponto de orvalho

De maneira geral os estudantes destacaram a percepção de que a temperatura dos Materiais utilizados no experimento varia de acordo com o passar do tempo e, com as mudanças climáticas.

Quadro	Quadro 9: Aponte sugestões para melhorar à realização do experimento "Ponto de orvalho"				
em sala de aula.					
Est 02	Não precisa melhorar				
Est 03	Acho que para fazer o experimento em sala de aula seria bem mais trabalhoso por que nem todos estariam interessados, e depois na hora da interpretação do gráfico surgiriam mais dificuldades				
Est 04	Nada				
Est 05	Acho que esse experimento foi bem eficaz, e não precisa de melhoras				
Est 06	Nenhuma				
Est 07	O trabalho já está bom assim				
Est 08	Na minha opinião não há nada para melhorar				
Est 09	Não há necessidade de melhoria				

Fonte: Acervo da autora

O estudante 03 afirmou a necessidade de empenho, interesse e disciplina da parte de quem realiza o experimento para que, o mesmo possa ser realizado com eficácia. Os demais estudantes disseram que não a nada a ser acrescido.

# 1.9 EXPERIMENTO "CAIXAS E CORES"

No experimento "Caixa e Cores" os resultados obtidos se referem a coleta dados, observados em um vídeo feito pela professora pesquisadora onde registra a variação de temperatura, em relação ao tempo, em caixas de diferentes cores.

# 5.4.1 Resultados encontrado pelos estudantes.

A atividade proposta no roteiro experimental 04, aconteceu de forma diferente das anteriores. A atividade foi realizada de forma síncrona e assíncrona.

A professora pesquisadora gravou um vídeo, onde foi colocado seis caixinhas de cores diferentes (branca, preta, azul, vermelha, amarela e verde) em todas elas colocou se um

termômetro na parte de baixo, e parte aberta voltada para baixo e um termômetro para coletar a temperatura ambiente, como mostra a figura.

Figura 23 - Aparato caixa de cores.



Fonte: Acervo da autora

O aparato, ficou exposto ao sol no período das 11:30H às 13:30H; por mais ou menos, durante esse período foi feito a filmagem do aparato, ficando registrado no vídeo as variações da temperatura de acordo com a absorção da luz, às caixas de cores.

O vídeo foi enviado aos estudantes através de aplicativo de mensagem, após analisarem o vídeo, eles fizeram o registro das variações de temperatura durante a gravação.

A professora pesquisadora dividiu os estudantes em grupos, fazendo que cada grupo coletassem a variação de temperatura em tempos diferentes.

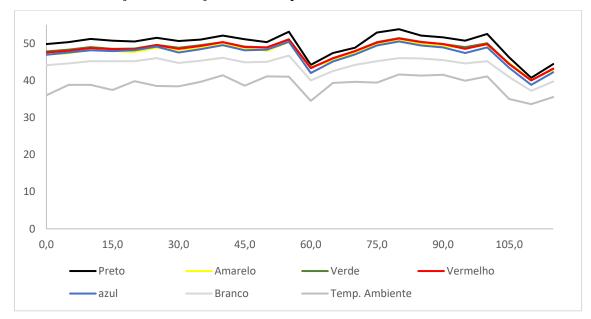
- > Os estudantes 01, 02 e 03, coletaram de 04 em 04 minutos;
- > Os estudantes 04, 05 e 06, coletaram de 05 em 05 minutos;
- > Os estudantes 07,08 e 09, coletaram de 06 em 06 minutos.

Após registro dos estudantes, a professora pesquisadora organizou reuniões com os estudantes, para sanar dúvidas e orienta lós, na construção do gráfico.

Figura 24 - Reunião com os estudantes



Gráfico 10 - Variação da absorção de Calor, pelas caixas de cores.



Fonte: Acervo da autora

Os gráficos foram construídos no Excell, cada grupo construiu o gráfico referente aos dados da sua coleta, depois apresentaram seus gráficos e foi realizada à análise dos gráficos em tempos diferentes, observando as alterações visíveis.

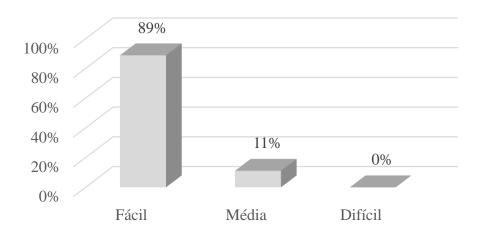
# 5.4.2 Resultados do questionário de avaliação da intervenção

A seguir, será analisado as respostas dos estudantes obtidas através do questionário aplicado após a intervenção pedagógica com o experimento "Caixa e Cores".

No gráfico a seguir, está exposto os resultados referentes a dificuldade na montagem do experimento "Caixa e Cores":

A montagem do experimento "Caixas e Cores" foi:

Gráfico 11- Resultado do nível de dificuldade da Montagem do experimento: Caixa e Cores;

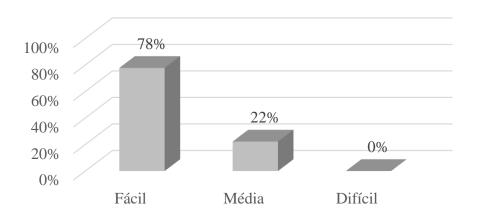


Fonte: Acervo da autora

Neste experimento, 89% dos estudantes disseram que foi fácil a montagem e 11% manifestaram uma dificuldade média. Alguns estudantes tiveram dificuldade em abrir o vídeo. A pesquisadora reuniu com os estudantes para sanar estas dúvidas.

A execução do experimento "Caixas e Cores" foi:

Gráfico 12 Resultado do nível de dificuldade em relação a execução do experimento "Caixa e Cores"



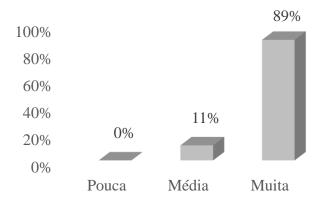
Fonte: Acervo da autora

Analisando as respostas dadas pelos estudantes em relação a execução do experimento "Caixa e Cores", observa-se que 78% classificaram como sendo fácil e 22% como média dificuldade. As dificuldades relatadas por eles, no primeiro momento, foi de visualizar e anotar

a temperatura apresentada no visor dos multímetros. A pesquisadora sugeriu que parassem o vídeo para anotar as temperaturas.

O experimento "Caixas e Cores" contribuiu para sua compreensão sobre absorção de calor relacionada a cor da superfície

Gráfico 13- Resultado do nível de contribuição do experimento "Caixa e Cores".



Fonte: Acervo da autora

O experimento "Caixas e Cores" contribuiu para compreensão sobre absorção de calor relacionada a cor da superfície. Para 89% dos estudantes o experimento propiciou muita contribuição para a compreensão, enquanto para 11% a contribuição para a compreensão foi média.

A seguir, está exposto no quadro os aspectos negativos relacionados a realização do experimento "Caixa e Cores" em sala de aula, apontados pelos estudantes:

_	Quadro 10: Aponte aspectos negativos relacionados a realização do experimento "Caixas e Cores" em sala de aula					
Est 01						
Est 02	Dificuldade para entender					
Est 03	Achei meio complicado no começo pra poder pegar os números das temperaturas, mas depois deu tudo certo					
Est 04	Não encontrei nenhum					
Est 05	A possibilidade de anotar alguma temperatura de forma errada					
Est 06	Nenhum					
Est 07	Não tem nenhum ponto negativo!					
Est 08	Não achei nenhum aspecto negativo no experimento					

Est 09	Não há aspectos negativos
--------	---------------------------

No experimento "Caixas e Cores" o estudante 01, não respondeu a questão apresentada, já os estudantes 03 e 05 encontraram dificuldades em ler os resultados apresentados nos multímetros, através do vídeo. Os demais estudantes não encontraram pontos negativos. A pesquisadora recomenda uma aproximação maior dos visores dos termômetros durante as filmagens, para facilitar a coleta de dados.

Quadro 11: Aponte aspectos positivos relacionados a realização do experimento "Caixas e Cores" em sala de aula Est 01 Com o experimento consegui compreender melhor sobre a temperatura é as cores como por exemplo ver que a caixa que estava pintada de preta tinha temperaturas maiores que as demais Est 02 Fácil de analisar Est 03 É bem legal ver que as cores realmente interferem na quantidade de calor que recebemos e com esse experimento podemos ver isso Est 04 Melhor aprendizado Est 05 Nos ajudou a compreender que diferentes tipos de cores absorvem diferentes temperaturas Est 06 Contribuiu para o entendimento sobre o experimento Est 07 Nos ajuda a compreender a absorção das cores Est 08 Aprendi sobre as diferentes temperaturas ambientes Est 09 Ajudou a compreender sobre o calor e a variação de temperatura de cada cor

Fonte: Acervo da autora

De acordo com a questão, apontar os aspectos positivos do experimento, o estudante 02 relatou facilidade em analisar o vídeo, o estudante 03 relatou que ficou encantado em ver como as cores interferem na absorção de calor. Os demais estudantes destacaram, que com o experimento houve melhor compreensão e entendimento, na variação de temperatura dos corpos de cores diferentes.

Quadro 12: Aponte sugestões para melhorar à realização do experimento "Caixas e Cores" em sala de aula.					
Est 01					
Est 02	Não precisa melhorar				
Est 03	Esse experimento é bem fácil de ser feito então fazer várias atividades em sala com ele				

Est 04	Sem sugestão ótimo experimento	
Est 05	Não há o que melhorar.	
Est 06	Nenhuma	
Est 07	Não precisa	
Est 08	Não vejo nada para melhorar, do jeito que está, ficou perfeito	
Est 09	Não necessita de melhorias	
Fonte: Acervo da autora		

Na questão todos os estudantes relatam na direção ser um experimento de fácil realização não necessitando de melhorias. O estudante 03 acrescenta a possibilidade de realizar outras atividades experimentais neste formato.

# 1.10 EXPERIMENTO "MATERIAIS CONSTRUTIVOS"

experimento "Materiais Construtivos", também acontece a coleta de dados, observando um vídeo feito e disponibilizado pela pesquisadora onde o estudante registraria a variação de temperatura, em relação ao tempo, em diferentes materiais construtivos, (tijolo comum, bloco de cimento, tijolo baiano, bloco de isopor)

# 5.5.1 Resultados encontrados pelos estudantes

No quinto roteiro experimental, trabalhamos com Materiais Construtivos, nessa atividade utilizamos a mesma metodologia do roteiro experimental 04, a professora pesquisadora gravou um vídeo, por mais ou menos 2h, registrando a variação de temperatura registrada pelos termômetros.

Figura 25 - Materiais Construtivos, utilizados no experimento



Fonte: Acervo da autora

A professora pesquisadora, organizou os materiais em copos de isopor de 100ml, colocando o termômetro bem no centro, como mostra a figura 26.

Figura 26 - Aparato "Materiais Construtivos" exposto ao sol.

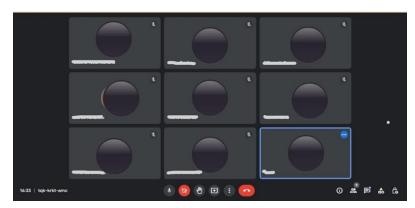


Fonte: Acervo da autora

Em seguida enviei ao grupo de estudantes a filmagem, foi dividido os estudantes em grupos também, para fazer as coletas dos dados e construção do gráfico da variação de temperatura x materiais construtivos.

As reuniões, para explicação e esclarecimentos foram realizadas através do Google Meet, e também orientações para construção do gráfico no Excel.

Figura 27 - Reunião com os estudantes.



Fonte: Acervo da autora

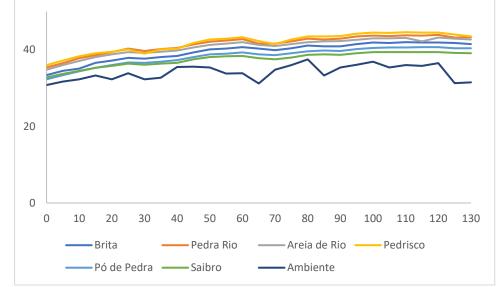


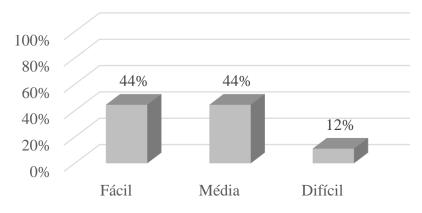
Gráfico 14 - Variação de temperatura dos "Materiais Construtivos" exposto ao sol.

# 5.5.2 Resultados do questionário de avaliação da intervenção

Neste tópico será analisado e discutido as respostas dos estudantes ao questionário referente a intervenção pedagógica com o experimento "Materiais Construtivos".

A montagem do experimento "Materiais Construtivos" foi:

Gráfico 15 - Resultado do nível de dificuldade da Montagem do experimento "Materiais Construtivos"

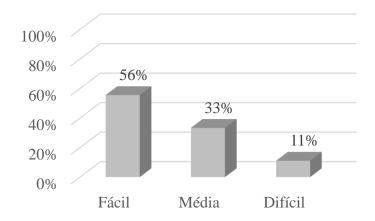


Fonte: Acervo da autora

A montagem do experimento foi considerada difícil por 12% dos estudantes. 44% relatam ser fácil esta montagem, enquanto os outros 44% consideraram a montagem como de média dificuldade. A dificuldade encontrada por alguns estudantes também foi no momento da leitura das temperaturas nos multímetros.

A execução do experimento "Materiais Construtivos" foi:

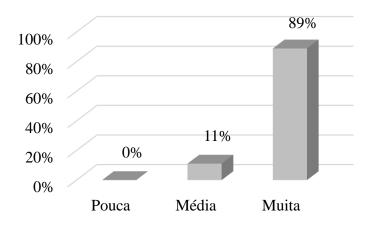
Gráfico 16 - Resultado do nível de dificuldade durante a execução do experimento "Materiais Construtivos"



Fonte: Acervo da autora

Em relação a execução do experimento, 56% dos estudantes relataram ser fácil, enquanto 33% consideraram esta exceção como de média dificuldade. Para 11 % dos estuantes esta execução foi considerada difícil

Gráfico 17- Resultado do nível de contribuição do experimento "Materiais Construtivos"



Fonte: Acervo da autora

De forma geral os estudantes reconhecem que o experimento "Materiais Construtivos" contribuiu para sua compreensão sobre absorção de calor de diferentes materiais. Para 89% o experimento propiciou muita contribuição para sua compreensão, enquanto 11% apontaram média contribuição.

No quadro 5.1 estão presentes os aspectos negativos apontado pelos estudantes sobre a realização do experimento "Materiais Construtivos" em sala de aula.

-	Quadro 13: Aponte aspectos negativos relacionados a realização do experimento "Materiais Construtivos" em sala de aula				
Est 01	Nenhum				
Est 02	Nenhum				
Est 03	Não tem				
Est 04	Em certos momentos havia uma certa dificuldade em ver a temperatura do material				
Est 05	Não tem aspecto negativos				
Est 06	Não houve aspectos negativos durante a realização do experimento				
Est 07	Acho que ele seria um pouco demorado pra se fazer em sala de aula, a não ser que ele se tornasse um projeto sobre ele				
Est 08	Não encontrei nenhum aspecto negativo				
Est 09	Nenhum				

Fonte: Acervo da autora

No experimento "Materiais Construtivos" os estudantes não apontaram aspectos negativos em relação a realização do experimento, porém o estudante 07, colocou que para realizar esse experimento em sala de aula seria demorado, sugerindo trabalhar como projeto.

_	Quadro 14: Aponte aspectos positivos relacionados a realização do experimento "Materiais Construtivos" em sala de aula					
Est 01	Nos ajudou no conhecimento sobre a absorção de calor de determinados materiais construtivos.					
Est 02	Nenhum					
Est 03	A melhor compreensão dos alunos sobre absolvição de Calor					
Est 04	Contribuiu para podermos notar que diferentes materiais absorvem diferentes temperaturas quando estão expostos ao sol					
Est 05	Tudo perfeito					
Est 06	Nos ajudou a compreender melhor sobre a temperatura de cada material					
Est 07	É um experimento muito legal de se fazer por que deu pra ver a variação certinho ao decorrer do tempo em cada material					
Est 08	Todos os aspectos foram positivos					
Est 09	Melhor entendimento					

Fonte: Acervo da autora

Nesta questão os estudantes 04 e 07 disseram que é um experimento muito interessante de realizar e tiveram uma melhor visualização e compreensão da variação de temperatura nos diferentes materiais construtivos quando expostos ao sol. Os demais estudantes apontaram melhor entendimento no conteúdo, com exceção do estudante 02 que não relatou nenhum ponto positivo no experimento.

_	Quadro 15: Aponte sugestões para melhorar à realização do experimento "Materiais Construtivos" em sala de aula				
Est 01	Nenhuma				
Est 02	Não precisa melhorar				
Est 03	Não tem				
Est 04	Não há o que melhorar, o experimento teve bom êxito				
Est 05	Está ótimo, não precisa de melhorar				
Est 06	Não precisa de melhoria				
Est 07	Acho que ele está bom assim, só mudaria o tempo de espera em cada parte dele, para que ficasse igual para todos				
Est 08	Na minha opinião não acho que nada precise melhorar				
Est 09	Está perfeito				

Fonte: Acervo da autora

Nesta questão todos os estudantes disseram que não há necessidades de melhorias, e o estudante 07 sugeriu que deveria aumentar o "tempo de espera".

# 1.11 OS ASPECTOS DE GIL-PÉREZ E CASTRO NAS INTERVENÇÕES PEDAGÓGICAS

Como mencionado neste trabalho, Gil-Pérez e Castro (1996) apontam algumas considerações relevantes para uma atividade experimental de investigação, no qual potencializa o processo de aprendizagem dos estudantes, são dez aspectos que podem ser explorados durante as intervenções pedagógicas. A seguir, pode-se observar uma tabela com os cinco roteiros experimentais que foram aplicadas durantes as intervenções pedagógicas referente a cada experimento e as dez considerações de Gil-Pérez e Castro. O intuito dessa tabela é verificar quais aspectos foram perceptíveis durante as intervenções pedagógicas.

Tabela 04 - Aspectos de Gil-Perez e Castro										
Sequências	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Capacidade Térmica										
Calor Específico										
Ponto de Orvalho										
Caixa e Cores										
Materiais Construtivo										

# Legenda

Total	Parcial	Ausência

Significado dos 10 aspectos de Gil-Pérez e Castro:

- 1. Apresentar situações-problema abertas e conceituais;
- 2. Favorecer a reflexão dos estudantes sobre a relevância e o possível interesse das situações propostas;
- 3. Potencializar análises qualitativas, significativas, que ajudem a compreender e acatar as situações planejadas e a formular perguntas operativas sobre o que se busca;
- 4. Considerar a elaboração de hipóteses como atividade central de investigação científica, sendo este processo capaz de orientar o tratamento das situações e de fazer explícitas as preconcepções dos estudantes;
- 5. Considerar as análises, com atenção para os resultados (sua interpretação física, confiabilidade, dentre outras.), a partir dos conhecimentos disponíveis, das hipóteses manejadas e dos resultados das demais equipes de estudantes;
- 6. Conceder uma importância especial às memórias científicas que reflitam o trabalho realizado e possam ressaltar o papel da comunicação e do debate na atividade científica;
- 7. Ressaltar a dimensão coletiva do trabalho científico, por intermédio de grupos de trabalho, que interajam entre si;
- 8. Promover o esforço de integração da pesquisa com os resultados, bem como possíveis implicações em outras áreas do conhecimento;
- 9. Dar grande importância ao desenvolvimento do trabalho realizado, e destacar a importância do papel da comunicação;
- 10. Proporcionar o trabalho científico coletivo, e criar equipes de trabalho e facilitar a interação entre as equipes e a comunidade científica;

Analisando a tabela 04, observamos que a cor verde representa o aspecto que foi explorado em sua totalidade durante a intervenção pedagógica, a cor amarela representa que foi explorada parcialmente e o vermelho representa ausência de exploração.

Observando a tabela 04, verificamos que os aspectos de Gil-Perez e Castro (1996) foi mais explorado "cor verde" trabalhado, alcançando com maior satisfação os aspectos nas atividades experimentais: Capacidade Térmica, Ponto de Orvalho, Caixa e Cores e Materiais Construtivos. Durante as atividades os estudantes conseguiram assimilar e enxergar as situações do nosso dia a dia.

No entanto na atividade experimental de número dois, Calor Específico os estudantes encontraram alguns empasse ao realizar, atingindo parcialmente os aspectos 2,3 e 6 trabalhado. Cada estudante realizou seu experimento, no entanto estávamos todos juntos, proporcionando discussões, comparações e relatos sobre o que acontecia em cada experimento. Porém alguns estudantes não conseguiram atingir totalmente todos os aspectos trabalhados de acordo com a tabela.

Analisando detalhadamente a aplicação de cada roteiro experimental, conseguimos identificar com mais clareza os "Aspectos de Gil-Peres e Castro.

Trazer situações problemas para a sala de aula. Foi explorado em todos os roteiros experimentais, antes de cada atividade, foi colocada para os estudantes questões norteadoras, com o objetivo de investigar, ver qual o entendimento deles sobre o tema a ser trabalhado, e com isso apresentar aos estudantes, para que eles consigam ter uma visão, compreender melhor qual o objetivo do trabalho.

Favorecer a reflexão do estudante sobre situações do dia a dia. No primeiro momento de todas as Atividades Experimentais, foi apresentada para os estudantes, situações do cotidiano deles, para que eles consigam compreender como ocorre determinados fenômenos e com isso consigam trazer para sua realidade, favorecendo a reflexão do tema trabalhado.

Análise quantitativa e qualitativa. Em relação ao item em questão foi trabalhado tanto qualitativo como quantitativo, em todas as Atividades Experimentais foram coletados dados, através de equações conseguiram determinar "valores" de acordo com os temas trabalhados e através de vídeos, construirão tabelas construíram gráficos, tabelas e também cálculos para determinar alguns valores desconhecidos no trabalho.

Elaboração de hipóteses; em todo as atividades realizadas foi feito um levantamento com questões previas, onde os estudantes colocavam sua visão sobre o tema em questão, e, ao desenrolar a atividade procurei mostrar aos estudantes qual o verdadeiro sentido do que estava sendo trabalhado, finalizando as atividades considerando a hipótese inicial do estudante mostrar a ele o verdadeiro sentido do que está sendo trabalhado, fazendo com que ele entenda de maneira clara.

Análise quantitativa; em todas as atividades, depois de seguir todo o roteiro, chegando aos cálculos ou construção das tabelas, mostrei confiabilidades dos resultados, porque o Termômetro Digital de Baixo Custo, foi validado com isso os resultados obtidos nas atividades experimentais eram confiáveis.

No aspecto em questão, em um primeiro momento fiz com eles um resgate teórico, levando aos estudantes, toda a história do tema trabalhado, resgatando a importância das memorias científicas mostrando a eles o sentido do tema proposto.

Ressaltar a dimensão do trabalho coletivo científico; para o item em questão, meu trabalho não atende a esse aspecto. Porém para trabalhos futuros o professor pode se organizar para trabalhar com o Termômetro Digital de Baixo Custo, incorporando referências para que possa trabalhar na linha CTS, na atualidade fazer a discussão na linha de CTSA. Considerando o Termômetro Digital De Baixo Custo (TDBC), material construído pela professora pesquisadora, possíveis perspectivas, busca para trabalhos futuros com conforto térmico, diante da realização da intervenção pedagógica "Materiais Construtivos" que levou os estudante a questionar sobre o conforto térmico para construções em residências que atendam essas características, e eles conseguiram associar a teoria apresentada com o seu cotidiano e geraram diversas reflexões, apresentaram situações-problemas conceituais.

Esforço de Integração, nesse item foi trabalhado algumas questões de forma oral, realizamos a atividade experimental em seguida eles colocam seu ponto de vista e com isso, diante das questões, coloquei pra eles as definições físicas dos temas em questão.

Comunicação: a comunicação foi bem diversificada, feita de várias formas, presencial, onde a professora pesquisadora se reúne com os estudantes pra realizar algumas das atividades, esclarecer dúvidas, através de vídeos, teve momento remoto síncrono, momento assíncrono e também por mensagens via aplicativo de mensagens. Todos os meios de comunicação citado foram utilizados para realização das atividades propostas.

Trabalho Coletivo; o trabalho desenvolvido foi realizado de maneira coletiva, desde o início na construção dos calorímetros, os estudantes interagiam entre si, uns auxiliando aos outros, na realização das atividades experimentais não foi diferente, eles sempre interagiam, auxiliavam uns aos outros, nos cálculos, comparação dos valores encontrados. Nas duas últimas sequências como era de observação, foi dividido em grupos de maneira que as observações e valores coletados fossem diferentes para que todos observassem as variações em tempos diferentes, atingindo um resultado mais satisfatório.

Em geral, a maioria dos aspectos de Gil-Pérez e Castro foram observados e explorados em todas as intervenções pedagógicas, buscando garantir a aprendizagem dos estudantes.

# CONSIDERAÇÕES FINAIS E POSSIBILIDADES DE EXPERIMENTOS FUTUROS COM O USO DO TDBC

# 6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido aos fatos e dados mencionados neste trabalho, foi possível verificar que os estudantes tiveram concepções iniciais sobre o conceito de "Calor e Temperatura" e que foram "corrigidas" por meio de práticas experimentais. Além disso, durante a análise das respostas dos estudantes no questionário aplicado após as intervenções pedagógicas, fica claro que eles preferem aulas práticas, pois, segundo eles, a visualização do processo experimental contribui para seu aprendizado.

Durante o desenvolvimento das práticas experimentais foi possível esclarecer as dificuldades expostas por meio de conversas, em sala de aula e por meio de aplicativos de mensagens, isso demonstra a importância da intervenção didática pedagógica do professor no acompanhamento da realização de experimento e explanando os conceitos físicos.

É válido destacar que mediante as análises dos trabalhos e questionários, as intervenções pedagógicas foram eficazes para o aprendizado dos conceitos de "Termologia", pois proporcionou a interação entre os estudantes e o professor, além de permitir as visualizações fornecidas pelos gráficos construídos pelos estudantes, as manipulações dos aparatos e soluções das questões prévias contidas em cada uma das intervenções trabalhadas. Pode-se dizer que em cada intervenção, ao fazer o uso do Termômetro Digital de Baixo Custo, como aparato experimental, levou os estudantes a se comprometerem com seu próprio aprendizado, favorecendo para um ambiente fundamental e rico com situações novas e desafiadoras, mostrando uma alternativa ao ensino tradicional, além de ampliar as possibilidades de elaboração de novos conhecimentos e desenvolvimento de habilidades e competências relacionadas a Ciência.

Após a analisar os dados desta pesquisa, é de extrema importância, ver que os estudantes precisaram lidar em resolver situações-problemas, no qual forneceram elementos que requerem habilidades distintas que estão presentes no seu cotidiano. Como mencionado neste trabalho, o intuito do uso de práticas experimentais em aulas de Física é aprimorar a qualidade da transposição didática dos conceitos científicos e isso ficou visível nas falas dos estudantes, no qual eles dizem que alguns conceitos eles já conheciam, porém não haviam compreendido o real conceito e que após as intervenções pedagógicas ficou claro e favoreceu o aprendizado.

Assim, demonstra que o docente necessita de outras metodologias de ensino, pois o aprendizado é adquirido de formas diferentes para cada indivíduo e que a atividade experimental é uma boa alternativa para ser adotar em seus planejamentos.

Após as intervenções pedagógicas e a leitura das falas dos estudantes apresentadas nos questionários, percebe-se que eles participaram de todas as etapas como: explicação dos aparatos de material de baixo custo e fácil aquisição, coleta de dados, análise e discussão. Desta forma, eles conseguiram formular hipóteses e propor soluções para o problema proposto, desenvolvendo seu raciocínio lógico e habilidades cognitivas importantes para a construção do conhecimento em Física e para a sua formação como ser humano. Diante disso, pode-se dizer que após a realização desta dissertação, verificou-se ser possível a implementação de práticas experimentais em aula de Física. E que o aparato Termômetro Digital de Baixo Custo; é um aliado indispensável na coleta de dados de temperatura em diversas atividades experimentais de Termologia, além de ser confeccionado com materiais de baixo custo, e é um equipamento robusto de grande precisão. Neste sentido, os resultados obtidos nesta pesquisa mostram que o uso do Termômetro Digital de Baixo Custo, em atividades experimentais no ensino de Física se torna viável para professores que atuam no Ensino Médio, sendo uma das possibilidades para acrescentar em sua formação continuada.

#### 6.2 POSSIBILIDADES DE EXPERIMENTOS FUTUROS COM O USO DO TDBC

Expansão térmica de materiais: Solicitar aos estudantes que investiguem a expansão térmica de diferentes materiais, como metal, vidro e plástico. Eles podem medir as mudanças nas dimensões dos materiais quando são aquecidos ou resfriados usando o Termômetro Digital de Baixo Custo (TDBC). Os estudantes podem analisar os dados e chegar a conclusões sobre a relação entre temperatura e expansão térmica.

Trocas de calor: Propor aos estudantes que realizem experimentos para investigar como ocorrem as trocas de calor entre diferentes objetos em contato térmico. Eles podem usar o TDBC para medir as temperaturas iniciais e finais dos objetos e entender como o calor flui de um objeto para outro.

Ciclo de aquecimento e resfriamento: Desafiar os estudantes a estudar o comportamento do TDBC quando submetido a ciclos de aquecimento e resfriamento repetidos. Eles podem observar possíveis variações na precisão do termômetro à medida que é submetido a mudanças de temperatura frequentes.

Condução de calor em diferentes materiais: Requerer aos estudantes que investiguem a condução de calor em diferentes materiais sólidos. Eles podem usar o TDBC para medir as temperaturas em diferentes pontos de uma barra de metal, por exemplo, após aquecer um de seus extremos. Isso permitirá que eles observem a taxa de condução de calor em materiais diferentes.

Equilíbrio térmico: Propor aos estudantes a montagem de um experimento para estudar o equilíbrio térmico entre dois objetos a diferentes temperaturas. Eles podem usar o TDBC para aferir as temperaturas iniciais e acompanhar a evolução até que ambos os objetos atinjam a mesma temperatura.

Estudo de mudanças de estado: Desafiar os estudantes a investigar como o TDBC pode ser usado para estudar mudanças de estado da matéria, como a fusão e a solidificação de um material. Eles podem medir as temperaturas enquanto aquecem ou resfriam o material para observar como a temperatura varia durante essas mudanças.

# REFERÊNCIAS

ALISON, R. B.; LEITE, A. E. **Possibilidades e dificuldades do uso da experimentação no ensino da física.** Paraná, 2016. Artigo. Disponível em:

<a href="http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes\_pde/2016/2016\_artigo\_fis\_utfpr\_rosanebrumalison.pdf">http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes\_pde/2016/2016\_artigo\_fis\_utfpr\_rosanebrumalison.pdf</a> acesso em: 04/02/2022.

BATISTA, M. C. **A utilização da experimentação no ensino de física**: modelando um ambiente de aprendizagem, Maringá, 2009. Repositório. Disponível em: <a href="http://repositorio.uem.br:8080/jspui/bitstream/1/4415/1/000180901.pdf">http://repositorio.uem.br:8080/jspui/bitstream/1/4415/1/000180901.pdf</a> Acesso em: 01/02/2022.

DESCARTES, R. Discurso do método. São Paulo: Martins Fortes, 1996.

GIL-PÉREZ, D.; CASTRO, P. V. La orientacion de las practicas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. Enseñanza de las Ciencias, v. 14, n. 2, p. 155-163, 1996.

HEWITT, P. G. Física Conceitual. 12. ed. – Porto Alegre BOOKMAN, 2015.

HIGA, I.; OLIVEIRA, O. B. **A experimentação nas pesquisas sobre o ensino de Física**: fundamentos epistemológicos e pedagógicos, 1. ed. Curitiba, 2012. Artigo. Disponível em: https://www.scielo.br/j/er/a/DVVS9ZjvmP64MLCqHWsKyXK/?format=pdf&lang=pt>acesso em: 06/02/2022.

LIMA, D. "**Noção intuitiva de temperatura e calor**". Professor Danilo. Site. Disponível em: <<u>http://professordanilo.com/teoria/aula301\_ESCALAS.html>.</u> Acesso em 05 de novembro de 2021.

NUNES, A. D.; COELHO, S. M. **O papel da experimentação no ensino da física**. PUCRS, 2003. Periódico. Disponível em:

<a href="https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6560/6046">https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6560/6046</a>> acesso em: 03/02/2022.

PINTO, J. A.; PEDROSO, L. S. **Práticas experimentais para o ensino de ciência**. 1° ed. BAGAI, Curitiba-PR, 2021.

PINTO, J. A.; BRAGA, L. R.; RAMOS, I. J. **Quem quer ser Professor?** Verificando o interesse de estudantes do último ano do Ensino Médio pela profissão docente. In: LASERA 2018, Guayaquil. LASERA 2018.

HALLIDAY, D; RESNICK, R.; WALKER, J. Fundamentos da física gravitação, ondas e termodinâmica. 10° edição – Rio de Janeiro GEN 2016.

SANTOS, E. I. **Atividades experimentais lúdicas e com material de baixo custo**. USP, 2003. Disponível em:

<file:///C:/Users/flavi/OneDrive/%C3%81rea%20de%20Trabalho/Trabalhos%20Mestrado%2

0Leila/Artigos/2003DosSantos%20F%C3%ADsica%20Experimental.pdf> Acesso em 05 de nov de 2021.

SILVA, D. C. M. "Conceitos de calor através da história"; Brasil Escola. Disponível em: <a href="https://brasilescola.uol.com.br/fisica/conceitos-calor-atraves-historia.htm">https://brasilescola.uol.com.br/fisica/conceitos-calor-atraves-historia.htm</a>. Acesso em 02 de nov de 2021.

SILVA, D. C. M. "**Termômetros**" Mundo Educação" Site. Disponível em<a href="https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/termometros.htm#:~:text=O%20term%C3%B4metro%20era%20composto%20de,o%20tubo%20dentro%20da%20%C3%A1gua>. Acesso em 02 de nov de 2021.

## APÊNDICE - A: PRODUTO EDUCACIONAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS - DEPARTAMENTO DE FÍSICA MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

POLO 28

## LEILA DE FÁTIMA PEREIRA FERREIRA

### PRODUTO EDUCACIONAL

O ENSINO DE FÍSICA ATRAVÉS DE PRÁTICAS EXPERIMENTAIS: O USO DE UM TERMÔMETRO DIGITAL DE BAIXO CUSTO NA ABORDAGEM DE FENÔMENOS RELACIONADOS A TEMPERATURA E CALOR

Alfenas

2023

LEILA DE FÁTIMA PEREIRA FERREIRA

# O ENSINO DE FÍSICA ATRAVÉS DE PRÁTICAS EXPERIMENTAIS: O USO DE UM TERMÔMETRO DIGITAL DE BAIXO CUSTO NA ABORDAGEM DE FENÔMENOS RELACIONADOS A TEMPERATURA E CALOR

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: O ensino de física através de práticas experimentais: O uso de um termômetro digital de baixo custo na abordagem de fenômenos relacionados a Temperatura e Calor, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 28 – UNIFAL-MG, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

#### Orientadores:

Prof. Dr. José Antônio Pinto

Prof. Dr. Luciano Soares Pedroso

Alfenas

2023

## **AGRADECIMENTOS**

O presente trabalho foi realizado con	n o apoio da Co	oordenação de A	Aperfeiçoamento de
---------------------------------------	-----------------	-----------------	--------------------

# **SUMÁRIO**

76
77
79
80
90
90
96
26

## 1. INTRODUÇÃO

Este produto educacional contém cinco roteiros experimentais que abordam conteúdos relacionados a Calor e Temperatura. A abordagem destes conteúdos acontece através de implementação de práticas experimentais utilizando um Termômetro Digital de Baixo Custo (TDBC).

O primeiro roteiro experimental tem por objetivo construir um calorímetro de baixo custo (CBC) que será utilizado para estudar a lei de arrefecimento de Newton e determinar a capacidade térmica deste calorímetro. A Lei do resfriamento de Newton ou Lei do arrefecimento de Newton estabelece que a taxa devariação da temperatura do esfriamento, ou a velocidade do esfriamento (em °C/s ou K/s, por exemplo) é diretamente proporcional a uma constante de proporcionalidade e à diferença de temperatura entre o corpoe o meio ambiente.

No segundo roteiro experimental utilizamos o CBC construído durante a realização da atividade indicada no roteiro experimental anterior para calcular o calor específico do aço inox utilizando moedas de 50 centavos cunhadas após o ano de 2002.

O terceiro roteiro experimental contido neste produto educacional aborda o "ponto de orvalho" com o objetivo de determinar a umidade relativa do ar local (onde os estudantes realizaram o experimento).

Todos os dias assistimos nos noticiários informações relacionadas à umidade relativa do ar (URA) e suas consequências à saúde humana. Por esse motivo faz-se necessário conhecer como a URA é calculada e quais instrumentos de medidas estão associados a essa grandeza física.

A URA é a relação entre a quantidade de água existente no ar (umidade absoluta) e a quantidade máxima que poderia haver na mesma e isso depende da temperatura dele. Quanto mais quente, mais expandida fica a molécula de ar e mais água cabe nele. Portanto, se a umidade absoluta está baixa, devido à presençade uma massa de ar seco e a temperatura está muito alta, a URA fica muito baixa.

Durante a execução do roteiro experimental responderemos o que é umidade relativa do ar, qual sua relação com a temperatura, como se calcula a URA através do método do ponto de orvalho e o vapor saturado.

O quarto roteiro experimental aborda uma atividade relacionando a absorção de calor e a cor da superfície. As cores que enxergamos são formadas pelos raios de luz que os objetos não conseguem absorver. Neste experimento foram utilizadas seis caixas de cores diferentes expostas ao sol durante um período entorno de 2 horas. Cada caixa estava assoada a um TDBC onde sua temperatura poderia ser medida a todo momento. O sistema foi filmado pela pesquisadora e o vídeo enviado aos estudantes. De posse do vídeo os estudantes estudaram a variação da temperatura em cada uma das caixas expostas ao sol.

O quinto roteiro experimental apresenta uma atividade trazendo um experimento semelhante ao do roteiro experimental anterior. Neste experimento a finalidade foi estudar a variação de temperatura de materiais diferentes (areia, areia lavada, pedra brita, pedra de rio, pedrisco e saibro). Cada material se comporta de forma diferente quando expostos ao aquecimento e essas características são importantes e determinantes para a escolha do material na construção civil.

# 2. EXPERIMENTOS

Neste capítulo serão apresentados os 5 experimentos utilizados nesta pesquisa.

## 2.1 EXPERIMENTO 01: "CAPACIDADE TÉRMICA"

Determinação da Capacidade Térmica de um calorímetro utilizando um Termômetro Digital de Baixo Custo: Implementando práticas experimentais no Ensino de Física no Nível Médio

Autor: Leila de Fátima Pereira Ferreira leila.ferreira@sou.inifal-mg.edu.br

Resumo

A professora pesquisadora preparou o material utilizado nesta prática experimental e realizou previamente os experimentos e encontrou resultados dentro das expectativas. A atividade proposta neste roteiro experimental foi dividida em duas. A primeira atividade consiste no estudo do arrefecimento da água em calorímetros com capacidades térmicas diferentes. Nesta atividade os estudantes observaram a diferença de velocidade da queda de temperatura entre dois calorímetros diferentes. Para a medida de temperatura foi utilizado um Termômetro Digital de baixo construído previamente pela professora pesquisadora, em número suficiente para todos os estudantes realizarem o experimento. Na sequência foi utilizado o calorímetro de baixo custo construído pelos próprios estudantes para realizar uma prática experimental onde determinaram a capacidade térmica do referido calorímetro. Os resultados encontrados pelos estudantes foram compatíveis com os resultados esperados. O experimento foi realizado em uma turma de estudantes do segundo ano do Ensino Médio de uma Escola da Rede Estadual de Minas Gerais, localizada no município de Congonhal.

**Palavras-chave:** Ensino de Física; Termômetro Digital de Baixo Custo; Calorímetro de Baixo Custo; Arrefecimento; Equilíbrio Térmico.

## INTRODUÇÃO

Galileu Galilei foi um cientista, físico, astrônomo, escritor, filósofo e professor italiano que deixou legado importante em diversas áreas. Galileu Galilei nasceuem 15 de fevereiro de 1564 na cidade de Pisa, na <u>Itália</u> e morreu em 8 de janeiro de 1642,em Arcetri, na Itália, deixando importantes estudos, pois foi cientista pioneiro na arte decriar e desenvolver teorias acerca do funcionamento do Universo que ajudaram nos ramosda Física e da Astronomia.

Segundo publicação de Silva, (2021) no site Mundo Educação, o primeiro termômetro foi inventado por Galileu em 1602. O termômetro era composto de uma parte de vidro arredondada, chamada de bulbo, e um fino "pescoço", também de vidro, que servia para ser imerso em um recipiente que contivesse água e corante. Galileu aquecia o bulbo de vidro retirando parte do ar que estava dentro para, assim, poder emborcar o tubo dentro da água.

Após mergulhar o tubo dentro da vasilha com água e corante, a temperatura do bulbo voltava a seu valor normal, fazendo com que a água subisse através do tubo até certa altura. Galileu podia comparar temperaturas de vários objetos que eram colocados em contato com o bulbo, pois a altura da coluna de água dependia exatamente da temperatura do objeto, ou seja, quanto maior a temperatura, maior a coluna de água. Galileu, quando inventou seu termoscópio,

realizava medições de temperatura de maneira indireta por comparação.

As variações de temperatura eram indicadas pela dilatação ou contração de uma porção (massa) de ar que empurrava uma coluna se líquido. Baseado no termoscópio de Galileu, o médico francês Jean Rey construiu o primeiro termômetro de líquido, em 1637, semelhante aos que são usados hoje. Alguns anos mais tarde, o Duque de Toscana, Fernando II, contribuiu inventando outro termômetro, parecido com o de Rey, que era capaz de medir temperaturas inferiores ao ponto de solidificação da água. Para isso, ele utilizou como substância termométrica o álcool, que congela a uma temperatura bem mais baixa que a água. Vários cientistas, como Torricelli, se dedicaram à construção de termômetros, todos baseados na dilatação de líquidos e gases. Hoje utilizamos o termômetro digital para medirmos a temperatura.

Segundo Hewitt (2015, p. 311), a lei de arrefecimento de Newton determina que a taxa de variação da temperatura do esfriamento, ou a velocidade do esfriamento (em °C/s ou K/s, por exemplo) é diretamente proporcional a uma constante de proporcionalidade e à diferença de temperatura entre o corpo e o meio ambiente. Demonstraremos na prática esse arrefecimento através da construção e experimentação de um calorímetro de baixo custo. Utilizaremos a equação para os cálculos com a constante C.

$$T = T\alpha + C. e^{kt}$$
 (1)

#### **METODOLOGIA**

Para construção do calorímetro utilizaremos:

- a) Duas garrafas PET de 510ml ou 600ml idênticas, com tampa Reserve uma das garrafas para fazer o comparativo como na imagem da figura- 01;
- b) Folhas (umas 4 ou 5) de jornal, papel toalha (esse é o melhor) ou sulfite (usadas);
- c) Fita adesiva transparente;
- d) Um rolo de papel alumínio.

Assista ao vídeo para a construção do seu CBC.

https://www.youtube.com/watch?v=JqJcKtNS1zM – acesso em 20 de abril de 2021.

Obs.: Não é necessário revestir seu CBC com a outra garrafa como propõe o vídeo em 1:32 min.

Conforme figura 01, separe os materiais a serem utilizados no experimento.

Figura 01- Montagem da garrafa térmica de baixo custo



Envolva uma das garrafas com papel alumínio, como mostra na figura 02.

Figura 02- Montagem da garrafa térmica de baixo custo





Fonte: Acervo da autora

Após envolver a garrafa com papel alumínio, envolva-a com papel toalha conforme figura 03.

Figura 03- Montagem da garrafa térmica de baixo custo (Calorímetro de baixo custo)





Fonte: Acervo da autora

Envolver a garrafa com mais uma camada de papel alumínio conforme a figura 04.

Figura 04- Montagem da garrafa térmica de baixo custo





Posicione as garrafas para comparativo conforme a figura 05.

Figura 05- Montagem da garrafa térmica de baixo custo





Fonte: Acervo da autora

### Procedimento Experimental

Faça a montagem do experimento mostrado na figura 06. Neste experimento será comparado variação de temperatura com o tempo entre a garrafa preparada para funcionar como CBC e uma outra garrafa similar sem a mesma preparação.

- 1) Faça um furo nas tampas das garrafas de modo que dê para passar o seu TDBC;
- 2) Aqueça cerca de 800ml de água até atingir temperatura de  $\pm$  60 ° C;
- 3) Divida igualmente o volume de água nas duas garrafas;
- 4) Afira a temperatura inicial nas duas garrafas com seu Termômetro Digital de Baixo Custo TDBC e anote em uma tabela (cerca de 12 medidas são suficientes);
- 5) Complete a tabela comparativa (tabela -01) preenchendo a temperatura medida a cada 2,0 minuto.

Tabela 01: Temperaturas.

Data do experimento		
Temperatura ambiente		
Temperatura água aque	ecida	
Tempo (min)	Temperatura da garrafa térmica	Temperatura da garrafa pet n

Tempo (min)	Temperatura da garrafa térmica (CBC) (°C)	Temperatura da garrafa pet normal (°C)
00		
02		
04		
06		
08		
10		
12		
14		
16		

Figura 06- Experimento CBC





Fonte: Acervo da autora

Figura 07- Experimento CBC





Fonte: Acervo da autora

# RESULTADOS

A tabela – 02 traz a variação da temperatura em ambas as garrafas.

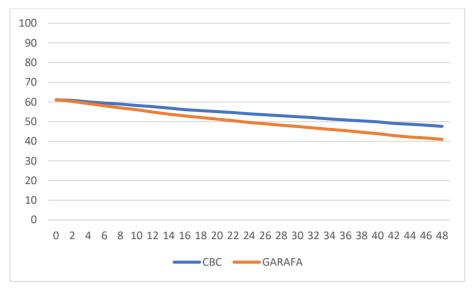
Tabela 02: Anotações das aferições das temperaturas feitas pela professora pesquisadora ao realizar o experimento.

Data do experiment	:0	26/07/2021		
Temperatura ambiente		17,3 °C		
Temperatura água aquecida		61,1 °C		
Tempo (min)	Temperatura da garrafa térmica (°C)	Temperatura da garrafa pet normal (°C)	Variação (°C)	
0	61,1	61,1	0	
2	60,8	60,3	0,5	
4	60,1	59,2	0,9	
6	59,4	58	1,4	
8	58,9	57	1,9	
10	58,2	56,1	2,1	
12	57,6	54,9	2,7	
14	56,9	53,8	3,1	
16	56,1	52,9	3,2	
18	55,6	52,1	3,5	
20	55,1	51,3	3,8	
22	54,6	50,5	4,1	
24	54	49,6	4,4	
26	53,5	48,9	4,6	
28	53	48,2	4,8	
30	52,5	47,5	5	
32	52	46,8	5,2	
34	51,4	46,1	5,3	
36	50,9	45,4	5,5	
38	50,4	44,6	5,8	
40	49,9	43,9	6	
42	49,1	42,9	6,2	
44	48,7	42,2	6,5	
46	48,2	41,7	6,5	
48	47,6	41	6,6	

Fonte: Acervo da autora

O gráfico – 01 traz o comparativo do resfriamento entre as garrafas

Gráfico - 01- Comparativo entre CBC e garrafa comum



## Apresentação dos cálculos:

Lei de resfriamento de Newton. T=Ta+C. e  $^{Kt}$ 

## 1° Passo:

C=?

$$T = Ta + C. e^{Kt}$$

$$61,1-17,7,3=C$$

$$C = 43.8 \, ^{\circ}C$$

## 2° Passo:

**K**?

Para: Tempo = 10 min, Temperatura =  $58.2 \, ^{\circ}\text{C} \, 58.2 = 17.3 + 43.8. \, \text{e}^{10\text{K}}$ 

$$58,2 - 17,3 = 43,8. e^{10k}$$

$$e^{10k} = 0.933789954$$

 $k = \ln 0.933789954/10$ 

$$k \sim -0.007$$

### 3° Passo:

Conhecendo os valores de C e K, podemos calcular a temperatura após de 20 minutos do início do experimento.

T = ?

t = 20 min

$$T = 17.3 + 43.8$$
.  $e^{-0.14}$ 

$$T = 17,3 + 43,8.0,8693$$

$$T = 17,3 + 38,1$$

$$T = 55.4 \, ^{\circ}C$$

O valor encontrado no experimento foi de 55,1 °C.

Capacidade térmica do CBC.

Para a determinação da capacidade térmica do CBC, vamos proceder à seguinte experimentação:

O calorímetro é um recipiente que dificulta as dissipações de calor e que é usado para medir trocas de calor entre substâncias colocadas em seu interior.

Para fazer medidas mais precisas é necessário conhecer quanto calor foi absorvido pelo calorímetro. O calor que o calorímetro absorve para mudar em 1°C a sua temperatura é a constante térmica do calorímetro ou sua capacidade térmica. Para determinar a constante térmica do CBC você deve colocar 100 mL de água da torneira no CBC e medir a temperatura desta água. Derrame 100 mL de água morna, com temperatura aproximadamente 20°C maior que a temperatura ambiente e misture bem as duas quantidades de água. O calor cedido pela água morna será recebido pela água a temperatura ambiente e pelo calorímetro. Dividindo o calor absorvido pelo calorímetro pela variação de temperatura dele você calcula/encontra a Constante/Capacidade térmica do calorímetro.

Um exemplo de experimento pode ser visualizado em:

https://www.youtube.com/watch?v=Nm\_4LlSU7CI – acesso em 20 de abr. de 2022.

Vamos considerar:

$$Q_{cbc} + Q_{H_2O} = 0$$

$$C_{cbc}$$
.  $\Delta T_{cbc} + m_{H_2O}$ .  $c_{H_2O}$ .  $\Delta T_{H_2O} = 0$  (2)

$$C_{cbc}$$
.  $(T_f - T_{ambiente}) + m_{H_2O}$ .  $C_{H_2O}$ .  $(T_f - T_i) = 0$ 

Tabela 03: Dados do experimento

Dados	
Temperatura inicial dentro do CBC	18,0°C
Temperatura ambiente 100ml água	18,1°C
Temperatura 100 ml água morna	53,0°C
Temperatura de equilíbrio dentro CBC	33,1°C

Apresentando os cálculos:

$$Qcbc + QH2O + QH2O(morna) = 0$$

Ccbc. 
$$(Tf - Ta) + mH20$$
.  $cH20$ .  $(Tf - Ti) + mH20$ .  $cH20$ .  $(Tf - Ti) = 0$ 

Ccbc. 
$$(33,1-18) + 103,1.(33,1-18,1) + 103,1.(33,1-53) = 0$$

$$Ccbc.(15,1) + 103,1.(15) + 103,1(-19,9) = 0$$

15,1. Ccbc. 
$$+ 1546,5 - 2051,7 = 0$$

15,1. Ccbc. 
$$-505,2=0$$

$$15,1.$$
 Ccbc =  $505,2$ 

Ccbc = 502,2/15,1

 $Ccbc = 33.5 \text{ cal/}^{\circ}C$ 

Questões para discussão:

- a) Por que não é conveniente usar água quente (fervente) para fazer esta experiência?
- O que motivou sua resposta?
- b) Determinar o valor da Capacidade Térmica do seu calorímetro.
- c) Qual o significado do resultado obtido da Capacidade Térmica do seu CBC?
- d) A lei de Newton do arrefecimento se aplica tanto ao aquecimento como aoresfriamento?

## Considerações finais

O experimento foi executado previamente pela pesquisadora mostrando-se adequado a aplicação em sala de aula. Fazer o experimento do arrefecimento, comparando as duas garrafas é muito relevante para que o estudante entenda a necessidade de preparar o calorímetro antes

de utilizá-lo para calcular a capacidade térmica.

O experimento teve como objetivo principal ilustrar a importância da preparação adequada do calorímetro antes de usá-lo para calcular a capacidade térmica de um objeto. Essa metodologia incentivou os estudantes a compreenderem a relevância de controlar variáveis experimentais para obter resultados com boa precisão pois ao comparar as duas garrafas e observar como cada uma resfria ao longo do tempo, visualizaram diretamente o processo de arrefecimento e como ele é influenciado pelas propriedades térmicas dos materiais e pela preparação do calorímetro.

O fato de que o experimento ser previamente executado por esta pesquisadora e considerado adequado para a aplicação em sala de aula ressalta sua viabilidade e eficácia como uma ferramenta educacional para o ensino de conceitos de Termodinâmica. Essa situação motivou os estudantes, pois sabiam que estão realizando um experimento com resultados confiáveis.

#### REFERÊNCIAS

SILVA, Domiciano Correa Marques. **Mundo Educação**. Site. Disponível em: site.https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/termometros.htm#:~:text=O%20primeiro%20term%C3% B4metro%20foi%20inventado%20por%20Galileu%20em%201602.&text=Dessa%20forma%2C%20Galileu%20podia%20comparar,maior%20a%20coluna%20de%20%C3%A1gua. Visitado em 22 de abril de 2021.

MÜLLER, Ingo. A history of thermodynamics: the doctrine of energy and entropy. Springer Science & Business Media, 2007.

SANTOS, Zanoni Tadeu Saraiva dos. Ensino de Entropia: um enfoque histórico e epistemológico. 2010.

HEWITT, Paul G. Física Conceitual. 12. ed. – Porto Alegre BOOKMAN, 2015.

90

2.2 EXPERIMENTO 02: "CALOR ESPECÍFICO"

Determinação do calor específico de um corpo metálico utilizando um Termômetro Digital de

Baixo Custo: Implementando práticas experimentais no Ensino de Física no Nível Médio

Autor: Leila de Fátima Pereira Ferreira leila.ferreira@sou.inifal-mg.edu.br

**RESUMO** 

Neste roteiro experimental apresentaremos uma atividade para calcular o Calor Específico de uma substância

(moedas de R\$ 0,50). Utilizaremos um calorímetro de baixo custo, que já teve sua Capacidade Térmica aferida

na atividade descrita no roteiro experimental 01. Utilizaremos o Termômetro Digital de Baixo Custo, também

utilizado no roteiro experimental anterior. Para o cálculo do Calor Específico adotamos uma aproximação

considerando que o calorímetro não troca calor com o meio ambiente, ou seja, todo calor cedido pela água morna

será absorvido pelo calorímetro ( $Q = C \Delta T$ ) e pelas substâncias contidas no calorímetro ( $Q = mc\Delta T$ ). Os resultados

encontrados pelos estudantes foram compatíveis com os resultados esperados. O experimento foi realizado em

uma turma de estudantes do segundo ano do Ensino Médio de uma Escola da Rede Estadual de Minas Gerais,

localizada no município de Congonhal.

Palavras-chave: Calor; Capacidade Térmica; Calor específico; Temperatura.

INTRODUÇÃO

O calor específico (c) é uma grandeza física que está relacionada com a quantidade de

calor que produz uma variação térmica, sendo uma característica de cada material. Dessa forma,

ele determina a quantidade de calor necessária para a variação de 1 °C de 1g da substância.

Cada substância apresenta um calor específico. Outro conceito que está relacionado com o calor

específico é o de capacidade térmica (C). Essa grandeza física é determinada pela quantidade

de calor fornecida a um corpo e a variação de temperatura sofrida por ele. Ela pode ser calculada

pela seguinte fórmula:

 $C = O/\Delta T$ 

Onde:

C: capacidade térmica (cal/°C ou J/K)

Q: quantidade de calor (cal ou J)

ΔT: variação de temperatura (°C ou K)

É importante salientar que nem sempre que fornecemos calor a uma substância ela

aumenta a temperatura. O calor latente (L) que corresponde a quantidade de calor recebida ou

cedida por um corpo não provoca uma mudança na temperatura do corpo. Neste caso o corpo

recebe ou doa calor enquanto passa de um estado físico para outro. Por exemplo, um cubo de

gelo derretendo, a temperatura da água em estado sólido e líquido é a mesma. Nessa experiência, a temperatura do metal aumenta (Calor Sensível), no entanto, seu estado físico (sólido) não se altera".

Utilizaremos a definição de Filho e Silva (2013, p. 74 e 75) de equilíbrio térmico. "A medida de um corpo é uma medida do grau de agitação de seus átomos ou moléculas e o conceito de dois corpos com diferentes temperaturas trocarem calor até uma temperatura comum damos o nome de equilíbrio térmico".

Para Filho e Silva (2013, p. 77),

A medida da temperatura de um corpo é sempre indireta. De fato, mede-se outra grandeza (propriedade) que está relacionada com a temperatura. As grandezas que variam em função da temperatura recebem o nome de grandezas termométricas. Como exemplo de grandezas termométricas, podemos citar o volume de um corpo, sua densidade, solubilidade, resistência elétrica, entre outras.

Para realização deste experimento utilizaremos as seguintes funções:

$$Qcbc + QH2O + Qmoeda = 0 (1)$$

Ccbc. 
$$(Tf - Tamb) + mH20$$
.  $cH20$ .  $(Tf - Ti) + mmoedas$ .  $cmoedas$ .  $(Tf - Tamb) = 0$ 

Através deste roteiro experimental poderemos entender como se dá o equilíbrio térmico e responderemos as questões norteadoras desta pesquisa.

#### Metodologia

Esse roteiro experimental será trabalhado em duas aulas.

1ª Aula: Trabalhar com os estudantes questões norteadoras, para que eles reflitam e compreenda o tema calor e temperatura e organização dos materiais;

2ª Aula: Coleta de dados e realização dos cálculos.

Para realização deste experimento utilizaremos:

- a) Calorímetro de baixo custo (Construído pela professora pesquisadora no roteiro experimental 01)
- b) Obs.: Com um estilete, fazer um pequeno corte próximo ao gargalo da garrafa (calorímetro de baixo custo) de maneira que consiga introduzir as moedas dentro do CBC – mantenha seu CBC tampado para evitar correntes de convecção.
- c) Termômetro digital de baixo custo TDBC;
- d) 4 moedas de 50 centavos cunhadas após 2002;
- e) 50 ml de água;
- f) Balança para medir massa das moedas e da água.

Conforme figura 01, separe os materiais a serem utilizados.

Figura 01– Calorimetro e moedas de 50 centavos, copo de medida e balança.







Figura 02- Medida da massa e da temperatura dos 50 ml de água. .

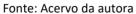


Fonte: Acervo da autora.



Figura 03: Medida da temperatura das moedas e temperatura ambiente.







# Especificações da moeda

Moedas de 50 centavos cunhadas a partir de 2002

Diâmetro: 23mm

Peso: 7,81g

Espessura: 2,85mm

Material: Aço Inoxidável

## Realização do experimento

- 1°- Com um estilete fazer um pequeno corte na parte de cima da garrafa, de maneira que consiga inserir as moedas no calorímetro;
- 2°- Medir as massas da água e das moedas;
- 3°- Aquecer 50ml de água; (±60 °C)
- 4°- Inserir as moedas dentro do calorímetro;
- 5°- Com cuidado, colocar a água aquecida dentro do Calorímetro de Baixo Custo;
- 6°- Aguardar alguns minutos para atingir o equilíbrio térmico, calorímetro, água e o material da moeda.

OBS: O tempo de espera é de aproximadamente 10 minutos.

### **RESULTADOS**

Os valores apresentados na tabela 01 foram coletados pela pesquisadora durante a preparação do experimento.

Tabela 01 para anotação das medições.

Capacidade térmica do CBC. cal/°C	Temperatura Ambiente dentro do calorímetro °C	Temperatura de equilíbrio térmico (Tf) após colocar a água e as moedas no TBC	Massa da água 50g	Temperatura inicial da água (Ti) °C	Massa das moedas g	Calor específico do aço Inox da moeda – experimental
33,4	19.4	37,9	54	50,4	32	0,11

Obs: Levou aproximadamente 10 minutos para atingir o equilíbrio térmico.

### Cálculos:

$$\begin{aligned} &Q_{cbc} + Q_{H_2O} + Q_{moeda} = 0 & (1) \\ &C_{cbc}. (T_f - T_{amb}) + m_{H_2O}. \, c_{H_2O}. \, (T_f - T_i) + \, m_{moedas}. \, c_{moedas}. \, (T_f - T_{amb}) = 0 \\ &33.5. \, (37.9-19.4) + 54.1. \, (37.9-50.4) + 32.c_{\rm m}. \, (37.9-21.5) = 0 \\ &33.5. \, (18.5) + 54.1(-12.5) + 32c(16.4) = 0 \\ &619.8 - 675 + 524.8c = 0 \\ &-55.2 + 524.8c = 0 \end{aligned}$$

c = 55,2/524,8

 $c = 0.105 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$ 

As figuras 02 e 03 ilustram medições de massa e temperatura.

Figura 04– Medições para realização do experimento.









Figura5– Medições para realização do experimento.







## Questões para discussão.

- a) Em uma sala a 25°C, o café quente que está em uma garrafa térmica esfria de 75°C para 50°C em 8 horas. Explique como você consegue prever que, após outras 8 horas, sua temperatura será de 37,5°C.
- b) Em um laboratório, você submerge 100 g de pregos de ferro a 40°C em 100 g de água a 20°C (o calor específico do ferro e de 0,12 cal/g °C).

Igualando o calor ganho pela água ao calor recebido pelos pregos você encontra que a temperatura final da água será de 22,1°C.

Seu colega de laboratório fica surpreso com o resultado e afirma que, uma vez que as massas de água e de ferro são iguais, a temperatura final da água deveria situar-se mais próxima de 30°C, a meio caminho das temperaturas iniciais. Que explicação você lhe dá?

c) Caso utilizássemos 200 mL de água, você acredita que os resultados teriam o mesmo nível de confiança? Explique.

# **CONSIDERAÇÃO FINAIS**

O experimento foi executado previamente pela pesquisadora mostrando-se adequado a aplicação em sala de aula.

## REFERÊNCIAS

FILHO, B. B.; SILVA C. X. Física aula por aula. Editora FTD S.A. São Paulo, 2013.

HEWITT, Paul G. Física Conceitual. 12. ed. – Porto Alegre BOOKMAN, 2015.

96

2.3 EXPERIMENTO 03: "PONTO DE ORVALHO"

Determinando a temperatura do ponto de orvalho utilizando um Termômetro Digital de Baixo

Custo: Implementando práticas experimentais no Ensino de Física no Nível Médio

Autor: Leila de Fátima Pereira Ferreira leila.ferreira@sou.inifal-mg.edu.br

**RESUMO** 

Todos os dias assistimos nos noticiários informações relacionadas à umidade relativa do ar

(URA). Por esse motivo faz-se necessário conhecer como a URA é calculada e quais

instrumentos de medidas estão associados a essa grandeza física. Neste roteiro experimental

determinaremos a Umidade Relativa do AR através do experimento "ponto de orvalho". Para a

medida de temperatura foi utilizado um Termômetro Digital de baixo construído previamente

pela professora pesquisadora, em número suficiente para todos os estudantes realizarem o

experimento. Os resultados encontrados pelos estudantes foram compatíveis com os resultados

esperados. O experimento foi realizado em uma turma de estudantes do segundo ano do Ensino

Médio de uma Escola da Rede Estadual de Minas Gerais, localizada no município de

Congonhal.

Palavras-chave: Ensino de Física; Temperatura; Umidade Relativa do Ar; Vapor

saturado.

INTRODUCÃO

A umidade do ar ou atmosférica é a quantidade de água existente no ar na forma de vapor.

Trata-se, dessa forma, de um dos mais relevantes elementos que atuam naatmosfera, pois a sua

presença em maior ou menor grau influência nas temperaturas, no regime de chuvas, na

sensação térmica e até mesmo na nossa saúde.

Existem vários fatores que determinam ou influenciam diretamente na quantidade de

umidade existente no ar em determinada região como exemplo a variação da umidade emum

local é a movimentação das massas de ar. Se as massas de ar estão carregadas de umidade, a

tendência é aumentar os índices de chuva na região afetada, enquanto massasde ar seco tendem

a conservar o ambiente igualmente sem umidade.

A vegetação, em alguns casos, também interfere na presença de umidade. A Floresta

Amazônica, por exemplo, emite uma grande quantidade de água para a atmosfera atravésda evapotranspiração — uma espécie de "bombeamento" da água da superfície e tambémdo solo para o ar. Com isso, essa região tende a apresentar índices de umidade maiores durante o ano, ao mesmo tempo em que a floresta também é responsável pela geração de umidade para outras regiões, uma vez que todo esse vapor d'água gerado é deslocado para outras áreas do país.

Há também os efeitos da umidade sobre a sensação térmica, pois quanto mais úmido for o ambiente, maiores serão os efeitos da temperatura sobre nós. Assim sendo, onde estiver fazendo calor, se a umidade aumentar, aumentará o "abafamento", fazendo com que a sensação térmica seja bem superior à temperatura real do ar. Por outro lado, se está fazendo frio e a umidade é acentuada, os efeitos do frio tendem a ser maiores, diminuindo ainda mais a sensação térmica. O ideal, para muitos, é o frio seco e o calor seco, embora seja importante que os níveis de umidade não sejam extremamente baixos.

A umidade do ar é classificada de duas maneiras:

Umidade Absoluta do Ar: quantidade total de vapor de água existente no ar.

Umidade Relativa do Ar: quantidade de vapor de água existente no ar e que pode variar de 0% (ausência de vapor d'agua) a 100% (quantidade máxima de vapor d'agua). Quando está a 100%, o ar atinge o ponto de saturação, ou seja, a quantidade máxima de vapor de água que ele pode conter. Nesse caso, ocorrerá a precipitação desse excesso de água. O instrumento que mede a umidade do ar é chamado de higrômetro.

"O primeiro instrumento de medição da umidade atmosférica, percursor do higrômetro mais moderno, foi um instrumento criado por Johann Heinrich Lambert (1728 – 1777). Os suíços Horace Bénédict de Saussure (1740 – 1799) e Jean-André de Luc (1727 – 1817) também contribuíram para a elaboração de diferentes higrômetros. Existem cinco grandes grupos de higrômetros: os psicrômetros, os higrômetros de absorção, os higrômetros de condensação, os higrômetros elétricos e os higrômetros químicos".

Para ilustrar a importância de se aferir a URA diariamente, coletamos dados do inverno de 2015, onde várias localidades do país atingiram valores inferiores a 20% de URA, conforme a figura 1 (com dados extraídos das estações automáticas do INMET - InstitutoNacional de Meteorologia). Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) para valores entre 30 e 40% a região fica em estado de observação, para valores entre 20 e 30% em estado de atenção, entre 12% e 20% em estado de alerta e de emergência para valores abaixo de 12%.

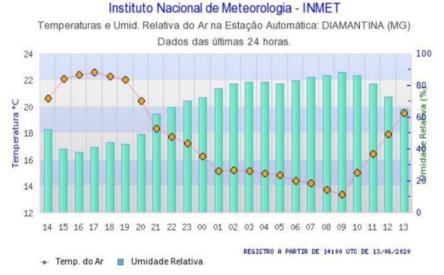
Figura 01– Imagem de satélite



Fonte: Climatempo

Na figura 2 observa-se a relação entre a temperatura ambiente e a Umidade Relativa do Ar ao longo do dia na cidade de Diamantina, MG.

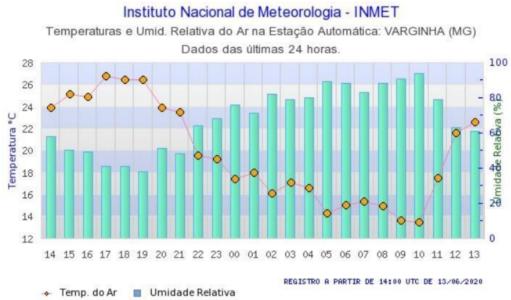
Figura 02- Instituto de Metereologia- INMET Diamantina



Fonte: http://www.inmet.gov.br/sonabra/pg\_iframe.php?codEst=A537&mesAno=2020

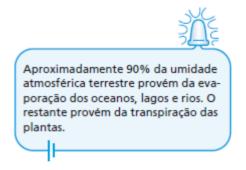
Já na figura 3 observa-se a relação entre a temperatura ambiente e a Umidade Relativa do Ar ao longo do dia na cidade de Varginha, MG.

Figura 03– Instituto de Metereologia- INMET Varginha



Fonte: http://www.inmet.gov.br/sonabra/pg\_iframe.php?codEst=A515&mesAno=2020

Figura 04– Proveniência da umidade atmosférica terrestre.

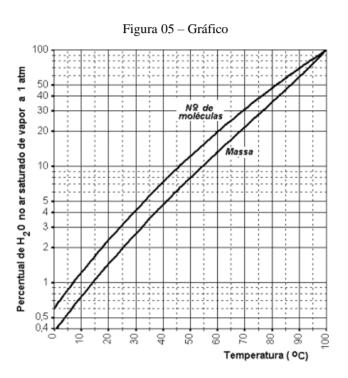


Fonte: Hewitt, página 321. Cálculo da URA

Segundo Hewitt (2015, p. 323 e 324), o ar contém em alguma quantidade, entre outras substâncias, água no estado de vapor. Entretanto se a quantidade de vapor no ar for aumentada, ocorrerá a saturação, istoé, a uma determinada temperatura existe um percentual máximo de moléculas de água no ar em estado de vapor. Ultrapassado este percentual inicia-se a condensação do vapor deágua.

Na temperatura ambiente a saturação do ar ocorre com um percentual baixo de água no ar, seja em número de moléculas, seja em massa. O gráfico da figura 5, mostra como o percentual de água no ar saturado de vapor de água (a 1 atm) varia com atemperatura. Por

exemplo, a 30 °C a saturação ocorre quando em número de moléculas aproporção de água é apenas 4% (ou um pouco menos de 3% em massa). Quando o ambiente se encontra a 10 °C estes percentuais caem para 1,3% ou 0,7%, mostrando queo ar não comporta muito vapor de água em temperaturas inclusive consideradas como quentes. Note que para que se possa ter até 10% de água no ar o ambiente deve estar a cerca de 45 °C.



Usualmente o ar ambiente possui menos vapor do que o máximo possível. É apenas em situações extremas que encontramos de fato ar saturado de vapor de água, porexemplo, quando nos encontramos no meio da neblina. Neste caso extremo já existe no ar pequeníssimas gotas de água líquida, caracterizando a condensação ou liquefação do vapor que atingiu a saturação. Estas pequeníssimas gotas produzem espalhamento (*scattering*) da luz branca, conferindo a cor esbranquiçada característica da neblina.

Existem diversas formas e aparelhos para se determinar a UR. Abordar-se-á nesse trabalho um método simples, chamado "Método do ponto de Orvalho".

O método requer uma caneca de metal (sem revestimento), de alumínio ou de aço brilhante com água à temperatura ambiente, um termômetro e um pouco de gelo picado. Inicialmente se determina a temperatura da água ambiente. Depois, muito lentamente, se adiciona um pouco de gelo picado à água na caneca, homogeneizando se (misturando) sempre

a água. O termômetro dentro da caneca permite medir a temperatura ali dentro e, portanto, da parede fria da caneca.

Ao se baixar lentamente a temperatura da caneca, e sendo a superfície brilhante, é fácil observar quando a parede externa da caneca fica opaca, identificando a condensação do vapor do ar sobre ela. A temperatura na qual se inicia a condensação é denominada de ponto de orvalho. Portanto o objetivo do experimento é determinar:

- 1- A temperatura ambiente.
- 2- O ponto de orvalho.
- 3- Com essas duas temperaturas calcular e encontrar através do gráfico 05 a URA.

Para tanto se utiliza das curvas que expressam a pressão de vapor saturado da águaem função da temperatura, ou seja, as curvas que são obtidas experimentalmente ou a partir da "Lei de Clausius-Clapeyron".

A URA também pode ser expressa operacionalmente como a razão entre a pressãode vapor saturado da água na temperatura do ponto de orvalho pela pressão de vapor saturado da água na temperatura ambiente.

Ao determinar recentemente na cidade de São Sebastião do Paraíso - MG a URA, quando a temperatura ambiente era 29,0° C, obteve-se para o ponto de orvalho a uma temperatura de 21,0° C.

A temperatura ambiente corresponde em um dos gráficos a pressão de vapor saturado de cerca de 46 mili atm e ao ponto orvalho corresponde cerca de 29,5 miliatm, como se observa nos gráficos 2 e 3 da figura 06:

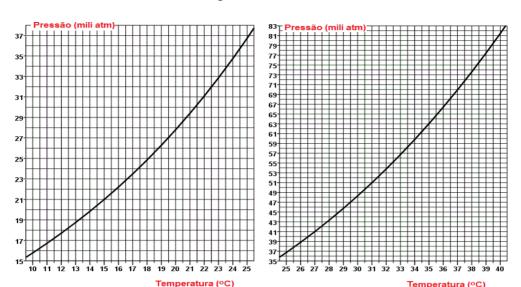


Figura 06- Gráfico

Assim sendo, o valor da URA pode ser encontrado dividindo-se 29,5 mili atm por46 mili atm, chegando a 0,64 ou 64%.

Uma outra maneira de se obter a URA é partindo da Lei de Clausius-Clapeyron.

Segundo Atkins e De Paula (2012), a lei de Clausius-Clapeyron pode ser utilizada para se obter a umidade relativa do ar conforme nosso experimento aponta.

O nosso experimento possibilitou obter uma expressão para se calcular a URA apenas com as duas temperaturas na **e**scala kelvin.

$$URA \cong e^{4900 \left(\frac{1}{T_{amb.}} - \frac{1}{T_{orv.}}\right)} \quad (1)$$

Onde *e* representa o número neperiano, T<sub>amb.</sub>. a temperatura ambiente da água dentro da caneca e T<sub>orv</sub>. a temperatura indicada pelo termômetro quando a superfície externa da caneca se torna opaca pela condensação do vapor de água na atmosfera.

Com os dados coletados na cidade de São Sebastião do Paraíso – MG e utilizando-se da expressão (1) encontrou-se 0,64 ou 64%.

Quando falamos de umidade relativa, comparamos a umidade real, que é verificada por aparelhos como o higrômetro, e o valor teórico, estimado para aquelas condições. A umidade relativa pode variar de 0% (ausência de vapor de água no ar) a 100% (quantidademáxima de vapor de água que o ar pode dissolver, indicando que o ar está saturado).

Em regiões onde a umidade relativa do ar se mantém muito baixa por longos períodos, as chuvas são escassas. Isso caracteriza uma região de clima seco.

A atmosfera com umidade do ar muito alta é um fator que favorece a ocorrência de

chuva. Quem mora, por exemplo em Manaus sabe bem disso. Com clima úmido, na capital amazonense o tempo é frequentemente chuvoso.

Ainda, de acordo com a OMS (Organização Mundial da Saúde), valores de umidade abaixo de 20% oferecem risco à saúde, sendo recomendável a suspensão de atividades físicas, principalmente das 10 às 15horas. A baixa umidade do ar, entre outros efeitos no nosso organismo pode provocar sangramento nasal, em função doressecamento das mucosas.

No entanto, também é comum as pessoas não se sentirem bem em dias quentes e em lugares com umidade do ar elevada. Isso acontece porque, com o ar saturado de vaporde água, a evaporação do suor do corpo se torna difícil, inibindo a perda de calor. E nossocorpo se refresca quando o suor que eliminamos evapora, retirando calor da pele.

Através da implementação deste roteiro experimental poderemos entender como se dá a Umidade Relativa do Ar e responderemos as questões norteadoras desta pesquisa.

#### **METODOLOGIA**

Para realização deste experimento utilizaremos:

- a) Uma caneca (tipo copo) de alumínio ou aço bem limpa e brilhante pelo lado de fora;
- b) TDBC;
- c) Água;
- d) Gelo picado.

#### PROCEDIMENTO:

Coloque água corrente (da torneira) até 80% da capacidade da caneca e aguarde por 15 minutos até a água passar a ter a temperatura do ambiente (equilíbrio térmico).

Utilizando o termômetro digital, meça a temperatura da água que você colocou nacaneca (temperatura ambiente) e anote na tabela 01.

OBS.: não se esqueça de anotar a data e o horário da realização do experimento. Fotografe o resultado indicado pelo termômetro juntamente com a montagem da sua experimentação e acrescente as imagens aqui!

Tabela: Dados coletados pela professora pesquisadora durante a preparação da atividade

Data	Hora	Temperatura ambiente	Temperatura Equilíbrio	Temperatura H2o + gelo picado	Percentual URA obtida %
22/07/2021	07:00	6,7 °C / 279,85 K	8,8 °C / 281,95 K	2,90 °C / 276,05 K	68%
22/07/2021	12:00	24 °C/ 297,15 K	21,8 °C / 294,95 K	6,8 °C / 279,95 K	41%
22/07/2021	18:00	15 °C / 288,15 K	17,5 °C / 290,65 K	3,9 °C / 277,05 K	43%

Obs. Não retire o termômetro de dentro da caneca em nenhum momento!

Pegue dois cubos de gelo na geladeira e um prato e quebre em pedaços pequenoscom a ajuda de um macete de carne ou martelo.

Acrescente o gelo picado à água em porções pequenas (com uma colher) e agite (misture – gradiente de temperatura) devagar (peça ajuda da família para essa etapa).

Observe atentamente o lado de fora da caneca e no momento em que ela ficar "embaçada" (figura 7 ponto de orvalho) por completa, anote na tabela o resultado indicado pelo termômetro digital.

Figura 07– Caneca embaçada



Fonte: Acervo da autora

OBS.: não se esqueça de fotografar (Caso prefira, você pode fazer um vídeo de tudoe colocar o link do seu drive do Google aqui) o resultado indicado pelo termômetrojuntamente com a montagem (caneca embaçada) da sua experimentação!

Com os dados coletados, proceda da seguinte maneira:

- 1. Obtenha o valor da URA com o auxílio dos gráficos 05.
- 1.1 Procure no gráfico o valor encontrado na temperatura ambiente. Digamos que você encontrou 27,0 °C para a temperatura ambiente. Este valor corresponde no gráfico a uma pressão de vapor de 41 mm atm. Supondo que a temperatura para o "ponto de orvalho" tenha sido de 22,0° C, no gráfico essa temperatura equivale a uma pressão de vapor de 31 mm atm.

Calcule a razão entre o menor valor de pressão e o maior valor de pressão, ou seja,  $URA = \frac{31}{41} = 0.76 = 76\%$ . Isso significa que a umidade relativa do ar naquele dia e horário eram/é de 76%.

A temperatura ambiente no dia 08 de julho de 2020, às 8 horas era de 20,50 °C e obtevese a temperatura de orvalho igual a 15,15 °C. Observando-se o gráfico obteve-se o valor das pressões, sendo a pressão equivalente a temperatura ambiente de aproximadamente 28 mili atm, e para a temperatura de orvalho a pressão foi de 21 mili atm. Desta forma secalculou a URA:

$$URA = \frac{21}{28} = 0.75 = 75\%$$

- 2. Com a equação (1) é possível encontrar o valor da URA para aquela data e horário.
- 2.1 Faça esse cálculo com uma calculadora científica ou Excel;
- 2.2. Primeiramente converta as temperaturas que estão em Célsius para Kelvin, basta adicionar 273 (caso queira mais precisão e exatidão, acrescente 273,15) a cada uma das temperaturas, por exemplo:

27,0°C + 273 = 300 K e 22,0 °C + 273 = 295 K (a escala Célsius não pertence ao S.I., devemos converter para Kelvin.

Construa, no Excel, uma planilha dinâmica com os dados da equação (1) – realize 3 experimentos em um mesmo dia, porém em horários diferentes (uma medida de manhã bem cedo, outra próxima as 12:00h e a última próxima as 18:00h).

#### Resoluções:

07:00 horas. (Satélite = 68%)  $URA \sim e^{4900}$  (1/281,95 - 1/276,05) (0,003546728 - 0,003622532)

4900. (0,000075804)

 $0.3714396 = 0.68 \sim 68\%$ 

12:00 horas. (Satélite = 25%)  $_{URA} \sim e^{4900} (1/294,95-1/279,95)(0,003390405-0,003572066)$ 

4900.(-0,00018166)

 $-0890134 = 0.41 \sim 41\%$ 

18:00 horas. (Satélite = 31%)  $_{URA} \sim e^{4900}$  (1/290,65– 1/277,05) (0,003440564 – 0,003609456)

4900. (-0,000168892)

-0,827561=0,43 ~ 43%

# Experimento

Prepare o copo de alumínio com água e gelo conforme figura 8.

Figura 08– Copo com água e gelo







Fonte: Acervo da autora

Figura 09 – Ponto de orvalho 07:00.







Fonte: Acervo da autora

Figura 10 – Ponto de orvalho 12:00.







Figura 11– Ponto de orvalho 18:00.







Fonte: Acervo da autora

Para obter o valor da URA nas proximidades de sua cidade/casa, você pode utilizar o sitedo clima tempo:

Figura 12-Climatempo



Fonte: <a href="https://www.climatempo.com.br/mapas">https://www.climatempo.com.br/mapas</a>

- 1 Selecione UMIDADE RELATIVA
- 1.1 Vá dando ZOOM no mapa de Minas Gerais e clique sobre a cidade que quer verificara umidade.

Figura 13- Climatempo



Fonte: <a href="https://www.climatempo.com.br/mapas">https://www.climatempo.com.br/mapas</a>



Figura 14- Climatempo

Fonte: <a href="https://www.climatempo.com.br/mapas">https://www.climatempo.com.br/mapas</a>

3. Vá dando ZOOM e clique sobre a cidade ou comunidade rural para obter a URA conforme a Estação Meteorológica que está nas proximidades.

OBS.: Localize com boa precisão a sua localidade! Vá dando ZOOM até encontraro local bem próximo!

E depois clique nas proximidades de sua casa:

Observe que é possível verificar a URA pelo horário que você realizou o experimento.

Basta clicar sobre o horário em destaque na imagem (figura 15).



Figura 15– Climatempo

Fonte: <a href="https://www.climatempo.com.br/mapas">https://www.climatempo.com.br/mapas</a>

### RESULTADOS

Aqui os resultados deverão ser apresentados utilizando a melhor forma para o entendimento. Deverão ser usadostabelas, gráficos e ilustrações que facilitam o entendimento daqueles que vierem a implementar este roteiro experimental.

Considerações finais

Conforme mostra no experimento realizado, há uma discrepância entre os valores encontrados no experimento e os valores encontrados no site clima tempo. Essa diferença se dá devido ao experimento ser realizado em um ponto específico. No site essa medição é mais abrangente medindo a partir do estado e consequentemente a cidade a qual se deseja obter a URA englobando toda a região zona urbana e zona rural.

O experimento é de fácil acesso, de simples execução e de baixo custo, tornando-se interessante para o aprendizado prático em sala de aula.

O experimento ofereceu aos estudantes a oportunidade de vivenciar o processo científico real, desde a formulação de uma pergunta de pesquisa, passando pela coleta minuciosa dos dados até chegar à interpretação de dados experimentais, além de utilizarem as Tecnologias Digitais de Comunicação e Informação na verificação dos resultados encontrados. A ênfase na preparação adequada de todos os passos do aparato experimental destaca a importância da metodologia adotada nesta pesquisa e do controle de variáveis para obter resultados confiáveis e precisos, pois relacionar o experimento com o cotidiano dos estudantes e com a aplicação prática do conhecimento científico ajudou a tornar os conceitos abstratos mais tangíveis e significativos.

# REFERÊNCIAS

BATISTA, C. Toda Matéria **Calor específico** disponível em:<a href="https://www.todamateria.com.br/calor-especifico/">https://www.todamateria.com.br/calor-especifico/</a>> acesso em 01 de abr. 2021.

DE PAULA, R. F. N., **Termologia Info escola** disponível em:<a href="https://www.infoescola.com/fisica/termologia/">https://www.infoescola.com/fisica/termologia/</a> > acesso em 01 de abr. 2021.

FILHO, B. B.; SILVA C. X. Física aula por aula. Editora FTD S.A. São Paulo, 2013.

PENA, R. F. A., Toda Matéria **Umidade do ar disponível em:**<a href="mailto:https://www.todamateria.com.br/umidade-do-ar/">https://www.todamateria.com.br/umidade-do-ar/</a> acesso em 11 de mai. 2021.

HEWITT, Paul G. Física Conceitual. 12. ed. – Porto Alegre BOOKMAN, 2015.

RIBEIRO, D., casa das ciências **Higrômetro** disponível em:<<u>https://abre.ai/cH4W</u>> acesso em 13 de mai. 2021.

RESNICK, HALLIDAY E WALKER **Fundamentos de Física**. Vol. 2. LTC. 4ª Edição.LTC. RJ. 1996.

VAN WYLEN. **Fundamentos da Termodinâmica Clássica**, Editora Edgard BlücherLtda., São Paulo, 2014.

YOUNG, H.D.; FREEDMAN, R.A.; Sears e Zemansky. **Física 3: Termodinâmica**,12.Ed., São Paulo: Ad-Adison Wesley (2008).

ATKINS, Peter; DE PAULA, Julio. Físico-Química. [S1]. 2012.

111

2.4 EXPERIMENTO 04: "CAIXAS E CORES"

Estudando a variação de temperatura mediante o aquecimento de corpos de cores diferentes utilizando um Termômetro Digital de Baixo Custo: Implementando práticas experimentais no

Ensino de Física no Nível Médio

Autor: Leila de Fátima Pereira Ferreira leila.ferreira@sou.inifal-mg.edu.br

**RESUMO** 

Cor e temperatura são relacionadas. As cores que enxergamos são formadas pelos raios de luz

que os objetos não conseguem absorver. As ondas absorvidas pelos objetos aumentam a sua

temperatura. Nesta prática experimental estudaremos a variação de temperatura em caixas com

cores diferentes. Utilizamos para medir a temperatura um Termômetro Digital De Baixo Custo

construído previamente pela professora pesquisadora para cada um dos estudantes

participantes. Este experimento foi realizado com nove estudantes do segundo ano do Ensino

Médio de uma Escola Estadual localizada na cidade de Congonhal. A prática experimental

aconteceu parcialmente de forma remota, onde os estudantes coletaram dados em um vídeo

elaborado pela professora. Os resultados encontrados pelos estuantes e suas análises referentes

a estes resultados foram adequadas e dentro das perspectivas dos elaboradores desta pesquisa.

Palavras-chave: Ensino de Física; termômetro digital; cor; temperatura, aquecimento.

INTRODUÇÃO

Segundo Halliday e Resnick (2016), a temperatura é uma das sete grandezas

fundamentais do Sistema Internacional de Unidade de Medidas e está relacionada com as nossas

sensações e percepções de calor e frio. Os estudos de temperatura e calor estão presentes na

sociedade desde 1600. As cores também são objetos de estudos antigos, Da Vinci, Isaac

Newton, Goethe e outros estudiosos estudaram a teoria das cores e como elas se formam, como

a compreendemos no cérebro.

As cores também possuem frequência e por isso possuem temperatura. A luz é formada por ondas, cada frequência de onda representa uma cor que podemos enxergar. Quanto mais energia, mais alta é a frequência, ou seja, mais calor.

Temperatura é uma grandeza relacionada com as nossas sensações de calor e frio. É medida usando um instrumento conhecido como termômetro que contém uma substância com uma propriedade mensurável, como comprimento ou pressão, que varia de forma regular quando a substância é aquecida ou resfriada. (HALLIDAY E RESNICK 2016, p. 413),

Podemos mensurar a temperatura através de um termômetro e verificar com mais precisão como estes fenômenos acontecem.

Quando você toca numa estufa aquecida, a energia passa para sua mão, porque a estufa está mais quente do que ela. Por outro lado, quando você encosta sua mão num pedaço de gelo, a energia sai de sua mão para o gelo, que é mais frio. O sentido da transferência espontânea de energia é sempre do corpo que está mais quente para um vizinho mais frio. A energia transferida de uma coisa para outra por causa de uma diferença de temperatura entre elas é chamada de calor. (HEWITT 2015, P. 287).

Materiais diferentes possuem diferentes frequências naturais para absorver e emitir radiação. Num determinado material, os elétrons oscilam facilmente em certas frequências; noutro material, oscilam mais facilmente em outras frequências. Nas frequências de ressonância, onde as amplitudes de oscilação são grandes, a luz é absorvida. Mas em frequências que se situam abaixo e acima das frequências de ressonância, a luz é reemitida. Se o material for transparente, a luz reemitida acaba atravessando o meio. Se ele for opaco, a luz acaba retornando ao meio de onde veio. Isso constitui a reflexão. (HEWITT 2015, p. 506),

Conforme citações (HEWITT 2015) podemos relacionar calor, temperatura e as frequências naturais das cores.

#### **METODOLOGIA**

Para a realização deste experimento foram utilizados:

- a) TDBC:
- b) Cartolina nas cores preto, amarelo, verde, vermelho, azul e branco para construção das caixas.
- c) Uma "base" feita de papelão para proteção do TDBC;
- d) Isopor para dar suporte e sustentação ao TDBC.

### **Procedimento**

Primeiramente construa uma "casinha" de proteção e suporte para os TDBC. Conforme figura - 01.

Figura - 01: Proteção do TDBC.







Fonte: Acervo da autora

Obs.: Esta etapa é muito importante pois os TDBC não podem ser aquecidos quando estiverem expostos a luz solar. Correndo o risco de danificá-los.

## Construção das Caixinhas de cores.

### Materiais utilizados:

- Cartolina (papel color set) nas cores verde, amarelo, vermelho, preto, branco e azul recortadas em pedaços de 15cm x 15cm;
- Tesoura;
- Cola;
- Régua;
- Caneta/ Lápis.

Figura - 02: Construção das caixinhas de cores.



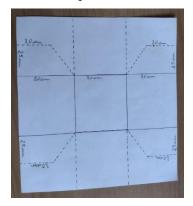


Fonte: Acervo da autora

(Passo a passo para construir as caixinhas de tamanho 5cm x 5cm x 5cm.)

Com o papel color set recortado de 15cm x 15cm risque com lápis atentando-se as medidas da figura indicada. Recorte as partes pontilhadas conforme figura - 05.

Figura - 03: Construção das caixinhas de cores.

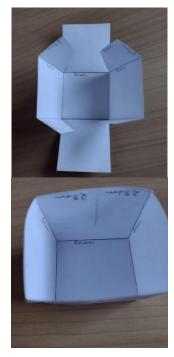




Fonte: Acervo da autora

Faça as dobras e cole as partes laterais conforme indicado.

Figura - 04: Construção das caixinhas de cores.





Fonte: Acervo da autora

## Montagem do aparato para medição.

Obs.: Para realizar as medições, as caixinhas de cores deverão estar viradas com a parte do fundo para cima. Para isso, se faz necessário riscar duas diagonais no fundo da caixa e com auxílio de um prego aquecido abrir um orifício no ponto de intersecção das diagonais conforme indicado na imagem:

Atenção! Utilize um alicate para imobilizar o prego e realizar o procedimento com segurança.

Figura - 05: Construção das caixinhas de cores





Fonte: Acervo da autora

Para montagem do aparato colocar o termômetro no orifício da caixinha.

Obs.: Colocar todos os termômetros a uma mesma altura para não ocorrer variação de temperatura.

Colocar todo o aparato em exposição solar e realizar as medições de 5 em 5 minutos. Preenchendo uma tabela com os valores das medições.

Figura – 06: Construção do aparato para medição.



Fonte: Acervo da autora

A figura – 07 traz a montagem do experimento durante as medições.

Figura - 07: Experimento montado.



Fonte: Acervo da Autora

### RESULTADOS

A tabela - 01 traz os valores de temperatura medidos com o intervalo de cinco minutos.

Horário: 11:30 às 13:30

Tabela – 01: Medições das Temperaturas das cores.

Data do experimento: 05/10/2021

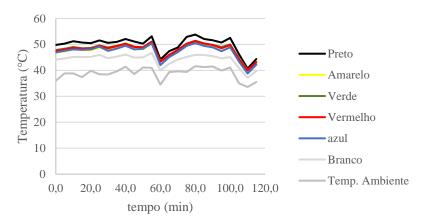
Temperatura ° C / Tempo em Min Temp. Tempo Min Vermelho Branco Preto Amarelo Verde azul Ambiente 0 49,8 47,0 47,8 47,5 46,9 44,1 36,0 5 47,3 48,3 48,0 47,5 44,6 38,8 50,3 10 51,2 48,3 49,0 48,7 48,1 45,2 38,8 15 50,7 47,9 48,5 48,4 47,9 45,2 37,4 20 47,7 48,4 48,1 45,2 39,8 50,5 48,6 25 51,5 48,8 49,6 49,5 49,1 46,0 38,5 30 50,6 48,2 48,8 48,5 47,5 44,7 38,4 35 49,5 49,3 48,4 45,3 39,6 51,0 48,9 40 52,1 49,7 50,3 50,3 49,5 46,1 41,4 49,0 48,1 45 51,1 48,7 49,1 44,9 38,6 48,9 48,9 48,3 50 50,3 48,0 45,0 41,1 55 53,1 50,3 51,1 51,0 50,4 46,7 41,0 60 44,2 43,6 43,4 43,3 42,0 40,0 34,5 65 47,4 45,3 45,9 46,0 45,1 42,5 39,3 70 48,8 47,4 47,9 47,9 47,0 44,2 39,6 75 52,9 49,7 50,3 50,2 49,4 45,2 39,4 80 53,8 50,8 51,4 51,3 50,5 46,0 41,6 85 52,1 49,9 50,4 50,3 49,4 45,9 41,3 90 51,6 49,3 49,8 49,8 48,9 45,5 41,5 95 50,7 48,7 49,0 48,5 47,4 39,9 44,6 100 52,5 49,6 50,0 49,8 48,9 45,2 41,1 105 46,2 44,7 44,5 44,4 43,4 40,9 35,0

110	40,7	40,1	40,0	40,0	38,8	37,2	33,6
115	44,4	42,9	43,1	43,2	42,2	39,7	35,5
Média	49,9	47,6	48,5	48,0	47,2	44,2	38,8
Dispersão	11,1	8,8	9,7	9,2	8,4	5,3	

Fonte: Acervo da autora

O gráfico – 01 traz a variação de temperatura das caixas de cores diferentes em função do tempo.

Gráfico - 01: Variação da temperatura em caixas de cores diferentes. (Temperatura em °C e tempo em minutos).



Fonte: Acervo da autora

Podemos observar através do gráfico como as cores se comportam através do aquecimento. A cor mais "fria" (que menos aquece) é o branco e a cor mais "quente" é o preto.

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados encontrados estão adequados e dentro da expectativa, onde as cores que mais absorvem calor apresentam uma maior variação de temperatura.

A realização desse experimento permitiu validar empiricamente as teorias e hipóteses relacionadas à variação de temperatura e ao comportamento dos corpos com cores diferentes quando aquecidos. Isso ajudou a confirmar ou refutar as previsões teóricas dos estudantes, garantindo que as conclusões se baseiem em evidências concretas.

A construção desse aparato experimental e o uso do TDBC forneceram resultados tangíveis e mensuráveis. Usando o TDBC, foi possível obter leituras precisas das mudanças de temperatura nos corpos de diferentes cores. Isso aumentou a confiança nas conclusões, uma vez que os dados foram coletados de maneira controlada e objetiva.

Através do experimento descrito acima, foi possível obter uma compreensão mais profunda das relações entre a cor dos objetos e sua capacidade de absorver, refletir ou emitir calor. Isso propiciou descobertas inesperadas por parte dos estudantes oportunizando irem além do conhecimento teórico existente.

## REFERÊNCIAS

HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. 12. ed. – Porto Alegre BOOKMAN, 2015.

RESNICK, HALLIDAY, WALKER. **Fundamentos da física gravitação, ondas e termodinâmica.** 10° edição – Rio de Janeiro GEN 2016.

2.5 EXPERIMENTO 05: "MATERIAIS CONSTRUTIVOS"

Estudando a variação de temperatura mediante o aquecimento de materiais diferentes utilizando um Termômetro Digital de Baixo Custo: Implementando práticas experimentais no Ensino de

Física no Nível Médio

Autor: Leila de Fátima Pereira Ferreira leila.ferreira@sou.inifal-mg.edu.br

**RESUMO** 

Este experimento tem como finalidade estudar a variação de temperatura de diferentes materiais mediante o

Cada material se comporta de forma diferente quando expostos ao aquecimento e essas

características são importantes e determinantes para a escolha do material na construção civil. A variação de

temperatura sofrida por um corpo é determinada pela diferença entre as temperaturas final e inicial do corpo após

um período de exposição a temperaturas diferentes.

Palavras-chave: Ensino de Física; termômetro digital; variação de temperatura, aquecimento.

INTRODUÇÃO

A história e evolução de materiais utilizados para construção civil acompanham a

evolução da humanidade marcando um tempo e uma inovação por exemplo a Idade da Pedra

Lascada e a Idade da Pedra Polida. No início o homem utilizava essas matérias primas em sua

forma bruta como a encontravam na natureza. Com o passar dos anos as exigências e

necessidades do homem foram aumentando por isso foram se desenvolvendo materiais com

maior resistência, maior durabilidade e melhor aparência. Como o concreto maleável e

moldável como o barro, porém resistente como a pedra.

Com o avanço da tecnologia, os estudos relacionados a esses materiais também

avançaram com o intuito de trazer conforto, durabilidade, resistência, praticidade e estética para

as construções atuais. Neste experimento faremos um estudo sobre conforto térmico, ou seja,

os materiais mais frios e mais quentes para a construção. Como materiais usaremos o pó de

pedra, pedrisco, brita, areia lavada, pedra de rio e saibro. Todos esses elementos são matérias

primas para a construção civil.

Temperatura está relacionada com a sensação de calor e frio que sentimos.

Temperatura é uma grandeza relacionada com as nossas sensações de calor e frio. É medida usando um instrumento conhecido como termômetro que contém uma substância com uma propriedade mensurável, como comprimento ou pressão, que varia de forma regular quando a substância é aquecida ou resfriada (HALLIDAY E RESNICK 2016, p. 413).

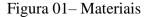
Calor é a diferença de temperatura entre um corpo e outro. Sempre o corpo mais quente sede energia de calor para o corpo mais frio.

Quando você toca numa estufa aquecida, a energia passa para sua mão, porque a estufa está mais quente do que ela. Por outro lado, quando você encosta sua mão num pedaço de gelo, a energia sai de sua mão para o gelo, que é mais frio. O sentido da transferência espontânea de energia é sempre do corpo que está mais quente para um vizinho mais frio. A energia transferida de uma coisa para outra por causa de uma diferença de temperatura entre elas é chamada de calor (HEWITT, 2015, p. 287).

Cada tipo de material possui uma frequência específica natural para absorver a radiação. Em certos materiais os elétrons oscilam com mais facilidade ou com mais dificuldade. Nas frequências de ressonância onde as amplitudes de oscilação são grandes, a luz é absorvida, deixando o objeto mais quente.

Materiais diferentes possuem diferentes frequências naturais para absorver e emitir radiação. Num determinado material, os elétrons oscilam facilmente em certas frequências; noutro material, oscilam mais facilmente em outras frequências. Nas frequências de ressonância, onde as amplitudes de oscilação são grandes, a luz é absorvida. Mas em frequências que se situam abaixo e acima das frequências de ressonância, a luz é reemitida. Se o material for transparente, a luz reemitida acaba atravessando o meio. Se ele for opaco, a luz acaba retornando ao meio de onde veio. Isso constitui a reflexão (HEWITT, 2015, p. 506)

Conforme citações podemos relacionar calor e temperatura. Para realização deste experimento utilizaremos os seguintes materiais: Pó de pedra, pedrisco, brita, areia lavada, pedra de rio e saibro. Veja figura - 01.





Fonte: Acervo da autora

Através desse experimento poderemos responder as questões norteadoras desse trabalho sobre a variação de temperatura dos respectivos materiais.

### **METODOLOGIA**

Para a realização deste experimento foram utilizados:

- a) Seu TDBC;
- b) Copos descartáveis(isopor) para colocar cada material analisado,
- c) Amostras de: Pó de pedra, pedrisco, brita, areia lavada, pedra de rio e saibro.
- d) Uma caixa de papelão para proteção do TDBC, pois não podem ser aquecidos;
- e) Isopor para dar suporte e sustentação ao TDBC.

### **Procedimento**

Primeiramente construa uma "casinha" de proteção para os TDBC com o isopor e o papelão. Conforme figura 02. Foi utilizado o mesmo aparato do roteiro experimental da atividade relacionada a variação de temperatura das cores.

Obs. Esta etapa é muito importante pois os TDBC não podem ser aquecidos quando forem expostos a luz solar. Correndo o risco de queimar.

Figura - 02: Proteção do TDBC.







Fonte: Acervo da autora

Foram utilizados copos de isopor devidamente identificados com os respectivos materiais.

Figura – 03: Preparação dos recipientes.



Fonte: Acervo da autora

Colocar os materiais em seus respectivos recipientes e introduzir os termômetros todos na mesma profundidade para não ocorrer variação de temperatura, como na imagem.

Figura 04- Preparo das amostras dos materiais.



Fonte: Acervo da autora

Colocar todo o aparato em exposição solar e realizar as medições de 5 em 5 minutos. Preenchendo uma tabela com os valores das medições de 5 em 5 minutos.

Figura 05- Foto tirada durante o experimento.



Fonte: Acervo da autora

Figura 06- Recorte dos detalhes do experimento.



Fonte: Acervo da autora

## **RESULTADOS**

Tabela – 01 Variação da temperatura com o tempo (°C/min)

Data do Experimento: 16/11/2021

Horário do Experimento: 11:30h às 13:30h

Temperatura em ° C/ Tempo em min.

Tempo min.	Brita	Pedra Rio	Areia de Rio	Pedrisco	Pó de Pedra	Saibro	Temp. Ambiente
0	33,4	35,4	34,8	36,0	32,3	32,8	30,8
5	34,5	36,5	36,0	37,2	33,4	33,7	31,7
10	35,1	37,8	37,1	38,3	34,4	34,5	32,3
15	36,6	38,6	38,1	39,1	35,3	35,3	33,3
20	37,2	39,4	38,8	39,5	36,0	35,8	32,3
25	37,9	40,3	39,4	40,1	36,7	36,4	33,9
30	37,7	39,7	39,2	39,0	36,6	36,1	32,3
35	38,1	40,2	39,5	40,1	36,9	36,4	32,7
40	38,4	40,5	39,8	40,3	37,3	36,6	35,5
45	39,3	41,4	40,6	41,8	38,1	37,5	35,6
50	40,1	42,1	41,3	42,7	38,8	38,1	35,4
55	40,3	42,4	41,6	42,9	39,0	38,3	33,8
60	40,7	42,8	42,0	43,3	39,3	38,4	33,9
65	40,3	41,6	41,3	42,3	38,8	37,8	31,2
70	39,9	41,6	41,0	41,5	38,6	37,5	34,8
75	40,4	42,2	41,5	42,7	39,1	38,0	36,0
80	41,1	42,9	42,0	43,5	39,6	38,7	37,5
85	40,9	42,7	42,2	43,5	39,8	38,8	33,3
90	40,9	42,9	42,3	43,6	39,7	38,7	35,4
95	41,5	43,5	42,6	44,2	40,2	39,1	36,1
100	41,9	43,7	43,0	44,5	40,5	39,4	36,9
105	41,8	43,6	43,0	44,4	40,6	39,4	35,4
110	42,0	43,8	43,1	44,6	40,6	39,4	36,0
115	41,9	43,7	42,2	44,5	40,7	39,4	35,8
120	41,9	43,9	43,2	44,5	40,7	39,4	36,5
125	41,8	43,2	42,9	44,0	40,4	39,2	31,3
130	41,5	43,3	42,7	43,5	40,4	39,1	31,5
Média	39,5	41,4	40,7	41,9	38,2	37,5	34,1
Dispersão	5,4	7,3	6,6	7,7	4,1	3,4	

Fonte: Acervo da autora

# Gráficos do experimento.

Através do gráfico - 01 podemos visualizar a variação de temperatura dos diferentes materiais e como cada um se comporta a exposição de luz. Podemos verificar que o pedrisco foi o material mais se aqueceu e o saibro foi o material menos absorveu calor.

## Questões para discussão:

- a) Os materiais que são usados para construção civil possuem características específicas. Ao utilizarmos determinados tipos de materiais temos resultados diferentes em relação a temperatura?
- b) Dentre os materiais mensurados no experimento qual absorve e mantém mais calor: Por que isso ocorre?

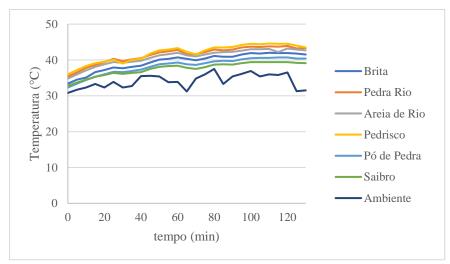


Gráfico – 01: Materiais construtivos

Fonte: Acervo da autora

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

A característica central desse experimento foi a análise comparativa das respostas térmicas dos materiais. Os dados coletados pelos TDBC permitiram traçar gráficos de variação de temperatura em função do tempo para cada material. Isso possibilitou identificar diferenças nas curvas de aquecimento e entender como as propriedades dos materiais afetam sua capacidade de condução térmica e acúmulo de calor ao longo do dia.

Para obter os resultados confiáveis e significativos, como os demonstrados nos dados coletados pelo aparato experimental acima, foi crucial controlar algumas variáveis do experimento, como manter a fonte de calor praticamente constante, a taxa de aquecimento uniforme e as condições ambientais estáveis com o uso de copos de isopor. O controle rigoroso dessas variáveis ajudou a garantir que as diferenças observadas nas respostas térmicas se devam principalmente às propriedades dos materiais construtivos utilizados.

Durante a realização do experimento, foi importante monitorar continuamente as mudanças de temperatura ao longo do tempo. Para esse monitoramento utilizamos a filmagem e gravação, por 130 minutos, conforme as figuras 05 e 06. Isso permitiu observar como cada material responde ao aquecimento em diferentes estágios e analisar a taxa de aumento de sua temperatura.

Notou-se que, além de simplesmente avaliar as diferenças de comportamento térmico, é importante discutir a relação dessas observações com aplicações práticas no setor da construção civil. Por exemplo, como a escolha de materiais pode afetar a eficiência energética de edifícios e casas, a retenção de calor e o conforto térmico tão procurado nos dias atuais.

Outra característica significativa desse tipo de aparato experimental é sua contribuição para o conhecimento sobre as propriedades térmicas dos materiais construtivos que utilizamos. Essas propriedades possuem implicações práticas na seleção de materiais para a construção de uma residência, bem como no desenvolvimento de estratégias mais eficientes em termos de consumo energético quando se pensa em arrefecimento de um cômodo dessa residência.

### REFERÊNCIAS

HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. 12. ed. – Porto Alegre BOOKMAN, 2015.

RESNICK, HALLIDAY, WALKER. **Fundamentos da física gravitação, ondas e termodinâmica.** 10° edição – Rio de Janeiro GEN 2016.

ATKINS, Peter; DE PAULA, Julio. Físico-Química. [S1]. 2012.

SILVA, Wilton Pereira da *et al*. Medida de calor específico e Lei de Resfriamento de Newton: um refinamento na análise dos dados experimentais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, p. 392-398, 2003.

# APÊNDICE – B: QUESTIONARIO DE AVALIÇÃO DAS INTERVENÇÕES

Questionário de avaliação da intervenção pedagógica sobre Capacidade Térmica (Modelo)

\*Obrigatório

1 A montagem do	experi	mento	"Capa	cidade	Térmi	ica" fo	i: *			
Marcar apenas un	na ova	l.								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
Extremamente fácil										Extremamente difíci
2. A execução do e	experii	mento	" Capa	cidade	Térmi	ica " fo	oi:: *			
Marcar apenas un	na ova	l.								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
Extremamente fácil										Extremamente difíci
3. O experimento	"Capa	acidade	e Térn	nica" c	ontribu	iiu pai	ra sua	compr	eensão	sobre equilíbrio
térmico *										
Marcar apenas un	na ova	l.								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
Nenhuma contribuiçã	0									Extrema contribuição
em sala de aula.	*									
5. Aponte aspectos em sala de aula.	* positi	vos re	laciona	ados a	realiza	ção do	exper	imento	" Cap	acidade Térmica"
6. Aponte sugestõe de aula. *	es para	melho	rar à r	ealizaç	ão do e	experir	mento '	" Capad	cidade	Térmica" em sala

Fonte: Este modelo de questionário foi utilizado por um grupo de estudantes do MNPEF – Alfenas que possuíam os mesmos orientadores e trabalhavam com a implementação de práticas experimentais no Ensino de Física.