

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE CALOR E TEMPERATURA
COM USO DE TECNOLOGIAS**

ROSANE JANKOWSKI

**CAMPO MOURÃO
2021**

ROSANE JANKOWSKI

**UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE TERMOLOGIA COM USO DE
TECNOLOGIAS**

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física – Polo 32 do MNPEF - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Prof^aDr^a Adriana da Silva Fontes.

Coorientador: Prof^oDr Oscar Rodrigues dos Santos

CAMPO MOURÃO

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Comparação entre as escalas de Temperatura	9
Figura 2 - Termômetro de Mercúrio	10
Figura 3 - Termômetro Clínico Digital	11
Figura 4 - Termômetro Infravermelho	11
Figura 5 - Como acontece o equilíbrio térmico	13
Figura 6 - Barra metálica aquecida por condução	16
Figura 7 - Líquido e as correntes de convecção	17
Figura 8 - Propagação das ondas do sol.	17
Figura 9 - Convecção Térmica.....	21
Figura 10 - Não deixe o frio entrar	21
Figura 11 - Equilíbrio Térmico.....	21
Figura 12 - Abra a tampa	22
Figura 13 - Temperatura	22
Figura 14 - Combinar	24
Figura 15 - Atividade <i>Quizz</i>	25
Figura 16 - Caça palavras.....	25
Figura 17 - Simulador – Formas de Energia e Transformações	27
Figura 18 - Atividade “Combinar”	34
Figura 19 - Processos de Propagação de Calor	36
Figura 20 - Condução térmica, convecção e radiação	37
Figura 21 - Mapa Conceitual de Calorimetria	39

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Calor Específico de algumas substâncias	15
Quadro 2 - Termologia	19
Quadro 3 - Slides sobre Temperatura e Calor.	23
Quadro 4 - Slides sobre Calorimetria.	32
Quadro 5 - Equilíbrio térmico e as variações da temperatura	35

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	5
2	O ESTUDO DA TERMOLOGIA	6
2.1	O estudo do calor e da temperatura no ensino médio	6
2.2	Aprofundando os conhecimentos de termometria e calorimetria	7
2.2.1	Termologia	7
2.2.2	Termometria: temperatura e as suas unidades de medida	8
2.2.3	Os diferentes tipos termômetros	10
2.2.4	Calor	11
2.2.5	Equilíbrio térmico	13
2.2.6	As equações da calorimetria	14
2.2.7	Os processos de propagação de calor	16
3	DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	19
4	CONSIDERAÇÕES SOBRE O PRODUTO	44
	REFERÊNCIAS	45
	APÊNDICE A – RESPOSTAS DAS QUESTÕES PROPOSTAS	48

1 INTRODUÇÃO

Na atualidade vivenciamos grandes mudanças no campo científico com avanços tecnológicos que têm facilitado o trabalho dos professores, porém ainda se fazem necessárias inovações, pois dentro do processo ensino aprendizagem os professores, em especial, os de Física, vêm encontrando algumas dificuldades para ensinar, pois falta embasamento para trabalhar com as novas tecnologias, ou seja, metodologias inovadoras.

Diante dessa realidade há uma grande necessidade de novas ferramentas educacionais, portanto o presente produto educacional visa abordar os conceitos da Termologia, no qual se pretende despertar nos estudantes o desejo de buscar conhecimentos sobre Calor e Temperatura e Calorimetria, através de uma SD, uma metodologia enriquecedora e prazerosa, através das tecnologias já existentes no sistema educacional, como aplicativos e *softwares* que facilitam o processo de aprendizagem dos estudantes e, conseqüentemente, fazem com que as atividades propostas pelo professor sejam executadas de maneira mais rápida e eficaz.

A metodologia proposta nesse trabalho busca identificar os conhecimentos prévios dos alunos e desenvolver atividades a partir deles, relacionando com o dia a dia, valorizando os conhecimentos já adquiridos e instigando-os para adquirirem novos conhecimentos com base científica. Assim, desenvolvemos um produto educacional que visa à interação, a participação nas atividades, a ludicidade e as tecnologias como forma de promover uma aprendizagem mais significativa para os alunos.

Desta forma, esse trabalho foi dividido em sete etapas estruturadas, desenvolvidas durante 12 horas/aulas, para que o aluno desenvolva e adquira os conceitos gradualmente. A proposta de mediação dos estudos abrange uma metodologia que tem como prioridade à execução de várias atividades tais como: questionário inicial com o uso formulário do *Google Forms*, leituras, observações, experimentos, vídeos, simuladores, atividades lúdicas, resoluções de problemas e atividades de estudos dirigidos. Além disso, visa dar oportunidade para interação através de aulas dialogadas e apresentação de trabalhos realizados pelos alunos.

2 O ESTUDO DA TERMOLOGIA

2.1 O estudo do calor e da temperatura no ensino médio

Os conceitos de Temperatura e Calor no Ensino Médio são apresentados de diversas formas nos livros didáticos, bem como a relação dos mesmos com os demais conceitos da Física. Neste trabalho, escolheu-se a apresentação dos conceitos de Temperatura e Calor no início da abordagem da Termologia, haja vista que entende como a compreensão é fundamental nesse estudo e, também, no estudo da Termodinâmica.

A análise Pereira (2010) sobre como os conceitos de Temperatura e Calor são abordados nos livros didáticos, mostrando que a Temperatura é apresentada, em sua maioria, no início do curso de Física Térmica, destacando uma abordagem da teoria cinético-molecular. De acordo com Pereira (2010, p. 40), “[...] essa escolha não nos parece adequada, na medida em que implicaria numa concepção inicial de temperatura não-intuitiva e desvinculada de nossa experiência macroscópica”.

Em relação ao conceito de Calor, conforme a pesquisa de Pereira (2010), não há uma unanimidade sobre o momento em que o conceito é introduzido, uma vez que, conforme destaca a autora, os livros didáticos o fazem de formas diferentes: junto com Calorimetria; na Teoria Cinética dos Gases; com a 1ª Lei da Termodinâmica ou ainda como introdução a estes tópicos.

A escolha do momento de introduzir os conceitos de Temperatura e Calor pode afetar a organização de propostas metodológicas eficazes pelo professor. Ademais, vale destacar que ainda conta, em sua maioria, com um sistema de ensino que privilegia a utilização do livro didático como principal meio de fazer os encaminhamentos metodológicos e que algumas disposições podem afetar o entendimento do aluno, principalmente no que diz respeito às relações entre os conceitos de Temperatura e Calor.

Desta forma, em acordo com o que traz Pereira (2010) os conceitos de Temperatura e Calor devem ser apresentados juntos no início do estudo da Calorimetria, para que haja melhores condições de aprendizado e entendimento desses conceitos que são pré-requisitos para aprendizados futuros. Além disso, conforme destaca Pietrocola (2010), os modelos históricos que tratam da natureza do Calor foram motivos de muitos debates e discussões, destacando-se a Teoria do

Flogístico, na qual acreditava-se que os corpos possuíam uma substância que era liberada durante a combustão e que acabava quando o fogo apagava, denominada como a Teoria do Calórico, que definia o Calor como uma substância que fluiria dos corpos mais quentes para os corpos mais frios. Essa controvérsia durou até meados do século XIX até que se chegou a uma ideia de Calor que agradasse a todos. Na atualidade, segundo Pietrocola (2010), entende-se Calor como a energia na forma térmica que se transfere de um corpo para outro, devido a diferença de temperatura, ou, em outras palavras, a energia térmica em trânsito.

A discussão histórica ainda provoca confusões conceituais que aparecem nas definições de Calor, apresentadas por muitas pessoas, inclusive nos alunos do Ensino Médio. Desta forma, se faz necessário enfatizar o conceito de Calor para que o aluno possa ter claro e entender as relações dessa definição com outros conceitos da Termologia. Em especial, destaca-se a confusão que muitas pessoas fazem em relação ao que é Calor e o que é Temperatura. Conforme discorre Válio (2016), a Temperatura deve ser entendida a partir do comportamento microscópico dos corpos através da teoria cinético-molecular da matéria. Contudo, não se pode descartar o efeito macroscópico que pode perceber na experiência cotidiana através das alterações da Temperatura de dois corpos quando colocados em contato até atingirem o equilíbrio térmico.

2.2 Aprofundando os conhecimentos de termometria e calorimetria

2.2.1 Termologia

No estudo da Termologia encontram-se posturas e definições sobre temperatura, energia térmica, termômetros, escalas de medição de temperatura. Contudo, a temperatura é tratada como uma grandeza física escalar que permite avaliar o grau de agitação das moléculas de um corpo, e se qualifica como quanto maior for o grau de agitação molecular, maior será a temperatura e maior será o grau de aquecimento do corpo.

E isso envolve a energia térmica e o calor designado no processo, pois as moléculas que constituem a matéria estão em contínuo movimento, denominada agitação térmica ou molecular.

A energia cinética, associada a esse movimento, é denominada de energia térmica, sendo que quando existe diferença de temperatura entre dois corpos, há passagem de energia térmica do mais quente para o mais frio. Essa energia térmica em trânsito é o que se chama de calor.

Para que seja possível analisar o calor e a agitação das moléculas, a interpretação de temperatura se dá através de um corpo que mede a agitação térmica de suas moléculas, na qual quanto maior a temperatura, mais agitadas elas estão e permanecerão.

A essa questão, denominados de equilíbrio térmico, ocorre quando dois objetos com temperaturas diferentes são postos em contato um com o outro, e, depois de um tempo, eles apresentam uma temperatura comum. Pode-se dizer que o corpo de maior temperatura transfere parte da energia de suas moléculas para as moléculas do corpo de menor temperatura, até que o estado de agitação molecular de ambos seja igual.

2.2.2 Termometria: temperatura e as suas unidades de medida

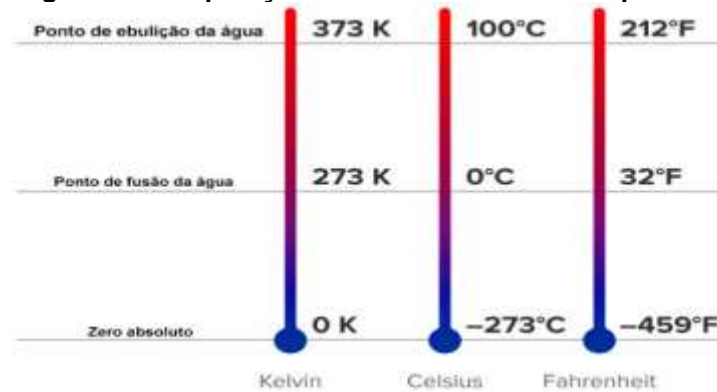
A Temperatura é uma grandeza física que indica a energia cinética (movimento ou agitação) das moléculas e o estado térmico de um corpo (quente ou frio). Assim, quanto mais quente (alta temperatura) se apresenta o corpo, maior será sua energia cinética, ou seja, a agitação moléculas, e, quanto mais frio (baixa temperatura), menor será a agitação molecular. No Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de medida adotada é a Kelvin (K).

No começo dos estudos de termologia, cada cientista criava sua escala de temperatura para aplicar em seus estudos, porém existiam várias escalas. Hoje as mais utilizadas são: Celsius, Fahrenheit e Kelvin, nesse meio tempo, o Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de medida adotada é a Kelvin (K), porém as escalas Celsius ($^{\circ}\text{C}$) e Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) são bastante usadas mundialmente, por serem as escalas termométricas que admitem temperaturas positivas.

A temperatura é algo essencial na análise e estudos de fenômenos físicos e químicos, bem como, nas situações cotidianas. Assim, a medida da temperatura é importante tanto para os cientistas quando estudam fenômenos de diferentes naturezas, quanto para uma dona de casa ao fazer a refeição da sua família.

A figura abaixo, mostra a relação entre as escalas termométricas mais usadas

Figura 1 - Comparação entre as escalas de Temperatura



Fonte: Martins (2021)

Contudo, para se chegar à exatidão de temperatura pode ser feito cálculos termométricos e conversão de escalas como no exemplo abaixo:

A equação a seguir serve para transformar qualquer valor de temperatura entre as escalas termométricas Kelvin, Fahrenheit e Celsius.

$$\frac{T_c}{5} = \frac{T_F - 32}{9} = \frac{T_k - 273}{5} \quad 01$$

T_c = Temperatura na escala Celsius;

T_F = Temperatura na escala Fahrenheit;

T_k = Temperatura na escala Kelvin.

Exemplo: A partir da equação de transformação de temperatura, pode-se encontrar o valor na escala Celsius referente a 104°F

$$\frac{T_c}{5} = \frac{T_F - 32}{9} \Rightarrow \frac{T_c}{5} = \frac{104 - 32}{9} \quad 02$$

$$\frac{T_c}{5} = \frac{72}{9} \Rightarrow \frac{T_c}{5} = 8 \Rightarrow T_c = 40^{\circ}C$$

A variação de temperatura sofrida entre as escalas termométricas não deve ser confundida com a equação de transformação entre as escalas.

$$\frac{\Delta T_c}{5} = \frac{\Delta T_F}{9} = \frac{\Delta T_k}{5} \quad 03$$

Contudo, por meio dessa equação, não precisaria ter transformado os valores iniciais de Celsius para Fahrenheit e, depois, fazer a subtração. Sabendo que a variação de temperatura na escala Celsius foi de 50 °C, poderia escrever:

$$\frac{\Delta T_C}{5} = \frac{\Delta T_F}{9} \Rightarrow \frac{50}{5} = \frac{\Delta T_F}{9} \quad 04$$

$$\frac{\Delta T_F}{9} = 10 \Rightarrow \Delta T_F = 90^{\circ}F$$

2.2.3 Os diferentes tipos termômetros

A maioria das pessoas conhece, já manuseou ou tem em casa algum tipo de termômetro. No entanto, poucas realmente já se preocuparam em observar e/ou analisar de que tipo ele é ou como ele é construído. Assim, apesar da popularidade deste dispositivo a maioria desconhece como é feita sua construção.

Dentre os termômetros mais conhecidos tem-se o de base de mercúrio que possui, dentro de sua estrutura, variações de determinadas grandezas (volume, pressão, resistência elétrica) e, para faz uma leitura numérica da temperatura, o termômetro deve ser graduado segundo uma escala de temperatura.

Na graduação de um termômetro, costuma-se atribuir pontos de referência para a temperatura, que correspondem a estados térmicos bem determinados e de fácil obtenção na prática: são os chamados pontos fixos. Por exemplo, dois pontos fixos comumente usada construção de uma escala de temperatura são o ponto de gelo e o ponto de vapor da água.

As imagens a seguir nos mostram três tipos de termômetros:

Figura 2 - Termômetro de Mercúrio

Termômetro mais comum (Termômetro de bulbo)



Fonte: <https://www.google.com/url> (2021)

Este tipo de termômetro já foi o mais usual entre as famílias brasileiras. No entanto, atualmente a sua fabricação está proibida no Brasil desde 2019.

Figura 3 - Termômetro Clínico Digital



Fonte: Almanaque do IPEM, (2010)

O termômetro é composto por circuito eletrônico que permite a aferição da temperatura de maneira mais segura que o termômetro de mercúrio.

Figura 4 - Termômetro Infravermelho



Fonte: Instrusul, (2020)

Apesar de algumas controvérsias, este tipo de termômetro é considerado muito seguro, pois não há contato físico e é mais suscetível se comparado ao de contato. No entanto, devem ser observadas as especificidades dos fabricantes sobre as suas formas de uso para se tenham resultados satisfatórios.

2.2.4 Calor

Definida como a energia térmica em trânsito, que se transfere do corpo de maior temperatura para o corpo de menor temperatura. Nessa transferência pode ocorrer uma mudança de temperatura (calor sensível) ou uma mudança de estado físico (calor latente). A substância utilizada como padrão para definir a unidade de quantidade de calor, a caloria (cal), foi a água devida às suas propriedades específicas. Sendo assim, define-se caloria como a quantidade de calor necessária para que 1 grama de água pura, sob pressão normal, sofra a elevação de temperatura de 1°C.

Vale lembrar que, durante esse processo, a amostra permanece com a temperatura constante. O que de acordo com Tipler (2015), pode ser explicado da seguinte maneira: Enquanto a água é aquecida, os movimentos de suas moléculas aumentam e sua temperatura aumenta. Quando a temperatura atinge o ponto de ebulição, as moléculas não podem mais aumentar sua energia cinética e permanecem no líquido.

Enquanto a água líquida se transforma em vapor, o acréscimo de energia é utilizado para romper as atrações intermoleculares. Isto é, a energia é utilizada para aumentar a energia potencial das moléculas em vez de aumentar sua energia cinética. Como a temperatura é uma medida da energia cinética média de translação das moléculas, a temperatura não varia (TIPLER, 2015, p.603).

Por razões históricas, a caloria (cal) e a quilocaloria (kcal) são as unidades de medidas de Calor mais usuais. Contudo, no SI a unidade de medida é Joules (J), conforme apresentado por Halliday (2013), as relações entre essas unidades são:

$$1 \text{ cal} = 4,1868 \text{ J}$$

Além disso, outra unidade de medida é o British thermal units (Btu), com a seguinte relação:

$$1 \text{ cal} = 3,968 \times 10^{-3} \text{ Btu} = 4,1868 \text{ J}$$

a) O calor é relativamente um dos conceitos que mais diretamente ligados a condição humana, sabe-se expressar e expor quando se tem a sensação de quente e frio, se está em um ambiente muito aquecido ou extremamente resfriado, acumula-se calor ou perde-se para o ambiente externo, por isso a sensação térmica muda e se transforma.

b) Calor sensível: é o calor trocado por um sistema e que provoca nesse sistema apenas uma variação de temperatura.

c) Calor Específico: está relacionado com a quantidade de calor que produz certa variação térmica e é característico de cada material.

d) Calor Latente: é o calor trocado por um sistema e que provoca nesse sistema apenas uma mudança de estado físico.

2.2.5 Equilíbrio térmico

O Equilíbrio térmico ocorre quando há uma igualdade entre as temperaturas (Figura 5), também conhecido como Lei Zero da Termodinâmica, que ocorre quando dois corpos ou substâncias atingem a mesma temperatura, a temperatura tem uma relação direta com a transferência de calor espontânea, ou seja, a energia térmica que ocorre entre dois corpos em contato.

Figura 5 - Como acontece o equilíbrio térmico



Fonte: Bocafoli (2021)

Desta forma, alguns fatores devem ser observados:

- O princípio físico do equilíbrio térmico. Se os corpos A, de temperatura T_A , e B, de temperatura T_B , estiverem em equilíbrio térmico com o corpo C, de temperatura T_C , então: **$T_A = T_B = T_C$** .
- Dois corpos em equilíbrio possuem o(a) mesmo(a):
 - a) capacidade térmica.
 - b) calor específico.
 - c) temperatura.
 - d) quantidade de calor.
 - e) calor latente.

Além disso, vale destacar, de acordo com Válio (2016, p.38) “em um sistema termicamente isolado, não há perda de calor para o ambiente externo, de modo que a soma do calor recebido com o calor fornecido em seu interior é nula”. Desta forma, observa-se a seguinte relação estabelecida pela equação matemática:

$$\sum Q_{recebido} + \sum Q_{cedido} = 0 \quad 05$$

Onde Q na equação acima representa a quantidade de calor envolvida no meio citado.

Assim, estabelecidas as definições e conceitos sobre Temperatura, Calor e suas respectivas unidades de medidas, bem como significado de Equilíbrio Térmico, abordam-se os seguintes conceitos da Calorimetria: Capacidade térmica, Calor Específico, Equação Fundamental da Calorimetria, Equilíbrio Térmico e os Processos de Propagação de Calor.

2.2.6 As equações da calorimetria

De acordo com as observações de Halliday (2013) é preciso esclarecer ao aluno o que significa o termo capacidade no contexto da Física, pois ela pode gerar uma analogia a capacidade de um recipiente contendo água, por exemplo, remetendo a uma interpretação de que um objeto “contém” uma quantidade limitada de calor. Sendo assim, é importante esclarecer que é possível transferir uma quantidade ilimitada de calor, desde que se mantenha uma diferença de temperatura.

A capacidade térmica (C) de um corpo, que não recebe trabalho externo, é a razão entre a quantidade de Calor (Q) transferida e a variação de Temperatura (ΔT):

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \quad 06$$

Além disso, através dessa relação pode-se determinar a quantidade de (Q) de calo necessária para aquecer ou resfriar um corpo a partir de sua capacidade térmica VÁLIO (2016):

$$Q = \Delta T \cdot C \quad 07$$

A quantidade de calor Q envolvida no aquecimento ou resfriamento de uma substância é denominada calor sensível.

A capacidade térmica de dois corpos similares pode variar mesmo que sejam feitos do mesmo material, pois depende da massa.

Assim, o corpo de maior massa terá maior capacidade térmica. De acordo com Válio (2016), a definição de calor específico é a grandeza mais adequada e define-se o Calor Específico como a quantidade de calor (Q) que deve ser fornecida ou retirada para que a massa unitária (m) de uma substância sobre uma variação unitária de temperatura (ΔT), para mais ou para menos, que é dado por:

$$C = \frac{Q}{m \cdot \Delta T} \quad 08$$

Desta forma, o valor do Calor Específico que é característico de cada substância. No quadro abaixo, tem-se os valores de algumas substâncias.

Quadro 1 - Calor Específico de algumas substâncias

MATERIAL	CALOR ESPECÍFICO	
	(J/kg.K)	(cal/g.K)
Ouro	129	0,031
Prata	235	0,056
Cobre	385	0,092
Aço	435	0,104
Ferro	448	0,107
Vidro	670	0,160
Cimento (bloco)	780	0,186
Lã de vidro	800	0,190
Tijolo	835	0,199
Areia	840	0,200
Alumínio	903	0,216
Papel	1340	0,320
Gelo	2093	0,500
Água	4186	1,000

Fonte: Adaptado de PrePara ENEM (2021)

Dentre as substâncias conhecidas, a água possui um dos calores específicos mais altos, o que implica em uma capacidade alta de ceder e absorver calor sem alteração do seu estado físico. Diante disso, vários fenômenos podem ser melhores compreendidos ao conhecer esta relação como, por exemplo, o fenômeno que ocorre com a brisa marítima e o seu funcionamento termorregulador em organismos vivos.

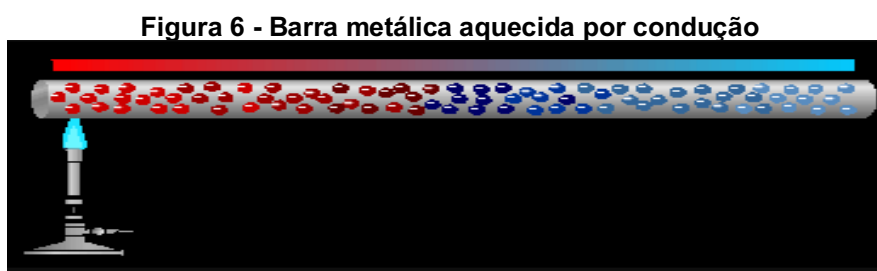
Ao observar as relações entre a capacidade térmica e o calor específico, obtém-se a Equação Fundamental da Calorimetria:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad (09)$$

Ou seja, a quantidade de calor(Q) envolvida no aquecimento ou resfriamento de um corpo é dada pelo produto da massa (m), do calor específico (c) e da variação de temperatura ΔT .

2.2.7 Os processos de propagação de calor

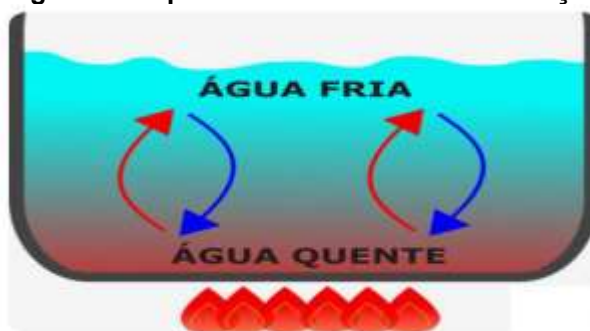
Os processos de transmissão de calor em virtude de uma diferença de temperatura ocorrem de três maneiras distintas. São elas: transferência de calor por condução, por convecção e por radiação. Os três processos são definidos por Máximo e Alvarenga (1997, p.348), da seguinte maneira: A propagação do calor por condução é definida quando “a energia se propaga em virtude da agitação atômica no material, sem que haja transporte de matéria no processo” como pode-se observar na figura abaixo:



Fonte: GeoCites, (2021)

O processo de transmissão por convecção acontece com os fluídos (líquidos e gases), conduzindo o calor através das correntes de convecção, conforme ilustrado na próxima figura:

Figura 7 - Líquido e as correntes de convecção



Fonte: Quero Educação (2021)

O terceiro processo é a transmissão por irradiação que é feito por meio de ondas eletromagnéticas, que podem se propagar mesmo no vácuo.

Figura 8 - Propagação das ondas do sol.



Fonte: Brasil (2021)

Os conceitos físicos abordados até aqui, possibilitam ao professor ilustrar, problematizar situações e criar experimentos simples para que o aluno observe, analise, formule e discuta ideias, elaborando hipóteses que podem ter como base os seus conhecimentos prévios, sejam eles com base científica ou no senso comum, e avance para a construção de novos conhecimentos.

Além disso, o professor irá criar um diálogo, uma provocação, uma inquietação, fazendo com que o aluno perceba o quanto suas ideias se aproximam ou se distanciam dos conceitos científicos.

É nesse ambiente de diálogo entre os alunos e o professor e os alunos entre si, é possível conhecê-los melhor, como estruturam os conhecimentos e como expõe as suas ideias.

Este processo, como já foi dito anteriormente, não é simples e é preciso que o professor assuma uma postura de mediador, administrando as situações e (re) organizando os conceitos e as ideias sempre que necessário.

Desta forma, o ambiente de sala de aula poderá se tornar mais atrativo e dinâmico, saindo daquele clima enfadonho no qual, geralmente, só o professor é quem “explica” os fenômenos e os alunos só “repetem” as atividades.

A seguir, elencam-se os conceitos a serem trabalhados nesta sequência didática e a sua forma de organização e apresentação.

3 DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Quadro 2 - Termologia

TERMOLOGIA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA TIPO: precisa, com metodologia e produto final focados no desenvolvimento das habilidades pedagógicas.
PÚBLICO ALVO: 2º ano do Ensino Médio.
DURAÇÃO: 12 horas/aulas de 50 minutos.
OBJETIVO GERAL: Construir uma proposta didática com o foco no ensino de Temperatura, Calor e o estudo da Calorimetria, utilizando diversos recursos tecnológicos para a compreensão destes conceitos pelos alunos.
CONTEÚDOS: Calor e Temperatura, Calorimetria.
OBJETIVOS ESPECÍFICOS: Introduzir para o aluno a importância dos conhecimentos da Física; Expor os conceitos de Calor, Temperatura, Equilíbrio Térmico, Capacidade Térmica, Equações da Calorimetria e os Processos de Transmissão de Calor; Explorar e diferenciar recursos aliados as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TICs) no ambiente escolar para facilitar o processo de ensino-aprendizagem ao trabalhar tais conteúdos; Compartilhar com os demais professores as ferramentas e aplicativos para o ensino da Física.

Fonte: A autoria própria (2021)

1ª Etapa do trabalho: Questionário utilizando *link* do formulário *Google Forms*.

Duração: 01 horas/aulas

Inicialmente o professor disponibilizará o link do formulário e, com o uso de seus *smartphones*, *tablets* e computadores os alunos responderão um questionário sobre Temperatura e calor. Neste questionário serão propostas questões subjetivas utilizando imagens, *gifs* e vídeos com situações para que os alunos analisem e discorram sobre o assunto envolvido. Desta forma, pretende-se identificar os conhecimentos prévios e se eles têm origem científica ou se tem base no senso comum.

O formulário será composto por cinco questões, no qual pretende-se levantar os conhecimentos prévios dos alunos sobre Temperatura e calor, também trabalhar os conteúdos de forma diferente e agradável. Para tanto, a professora deverá preparar as questões criando uma atividade no formulário *Google Forms*, gerando um *link* que,

posteriormente, será encaminhado para os alunos. A professora, por sua vez, ao disponibilizar o *link* para o acesso inicial e orientará os estudantes sobre a forma de preenchimento dos itens do formulário. O *link* poderá ser respondido por meio de diversos dispositivos tais como (PC, *tablet*, aparelho celular), porém devem estar conectados à internet.

Para elaborar uma atividade e gerar um *link* deve-se criar (ou ter uma conta na plataforma *google*). Destaca-se que todos os professores e alunos da rede estadual do Paraná já possuem uma conta gratuita nesta plataforma, denominada @escola.pr.gov.br, a qual possui capacidade ilimitada de armazenamento. Em seguida, o professor deverá acessar na sua conta *google* o ambiente Sala de Aula (ou *Classroom* no caso das contas @escola.pr.gov.pr). Após isso, deverá clicar atividades e em criar, em seguida serão abertas várias opções de atividades, para gerar um *link* com questionário, deverá clicar em “atividade com teste”. Em seguida, abrirá uma tela para colocar o título da atividade, as orientações e, clicando em “*blankquizz*”, abrirá uma nova tela onde o professor poderá inserir as questões que podem ser de diversos formatos e utilizando diversos recursos como imagens, *gifs*, *links* de vídeos, etc. Após a inserção das questões, basta clicar em enviar para abrir diversas opções de envio, incluindo a que gera um *link* compartilhável. No entanto, o professor, ao terminar a elaboração do questionário, poderá fechá-lo e clicar em criar atividade, sendo que a mesma ficará inserida na turma. No caso de não ter uma conta @escola.pr.gov.br, ele poderá criar um formulário acessando, na sua conta do *Google*, o ícone do Drive e, em seguida, clicar em Novo e escolher a opção Formulário *Google*. Após isso, aparecerá uma nova aba em que o professor poderá incluir suas questões e, ao final, gerar um *link* compartilhável que poderá ser acessado por qualquer pessoa que tenha uma conta *Google*.

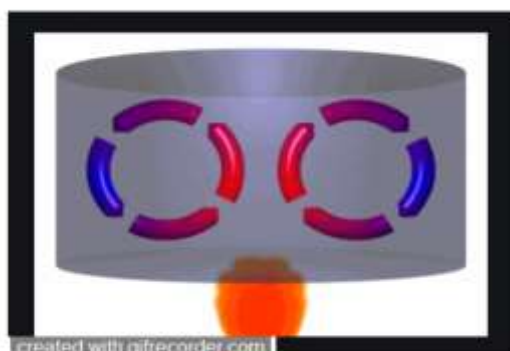
Após criar a atividade o professor poderá acompanhar e corrigir as questões propostas na medida em que os alunos forem respondendo, clicando na atividade em respostas. Neste item aparecem, além das respostas dos alunos, gráficos que o professor poderá utilizar para a análise dos resultados da turma.

Seguem as questões propostas no questionário conforme as figuras 9, 10, 11, 12, e 13.

Na figura 9, os alunos deverão observar a imagem e descrevê-las conforme o que acontece.

Figura 9 - Convecção Térmica

Observe a imagem abaixo e descreva o processo que está acontecendo: *



Sua resposta

Fonte: Gouveia (2021)

Assista o vídeo e encontre o erro (Figura 10).

Figura 10 - Não deixe o frio entrar

Assista o vídeo abaixo e, em seguida, comente aqui qual é o erro conceitual de acordo com as leis da termodinâmica: *

Sua resposta

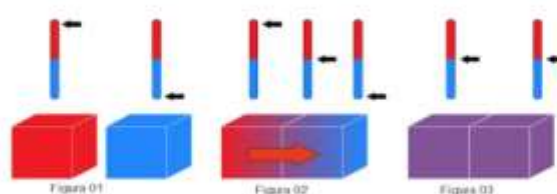


Fonte: Carillo (1962)

Na figura 11 a seguir, descreva sobre o Equilíbrio térmico.

Figura 11 - Equilíbrio Térmico

Na imagem abaixo, a figura 01 representa dois corpos com diferentes temperaturas. Descreva o processo que está ocorrendo na figura 02 e na figura 03. *



Sua resposta

Fonte: Helerbrock (2021)

Conforme o enunciado da figura 12, complete usando suas palavras.

Figura 12 - Abra a tampa

Às vezes, para conseguir desatarraxar a tampa metálica de um pote de vidro basta colocar o pote debaixo de uma torneira de água quente. Isso se deve ao fato... *



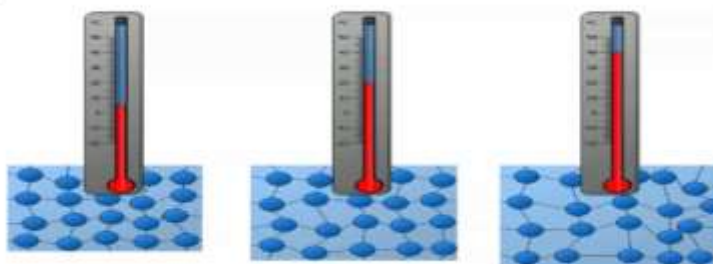
Sua resposta

Fonte: Bernardo (2016)

De acordo com a figura 13, comente o que está acontecendo.

Figura 13 - Temperatura

Observe a imagem e comente sobre o processo físico que está ocorrendo: *



Fonte: Gifs de Física (2019)

Observação: Algumas imagens são *gifs* e possuem animação, o que facilita o entendimento do processo.

2ª Etapa do trabalho: Noções de Temperatura e Calor.

Duração: 02 horas/aulas

O professor irá propor que os alunos realizem breve atividade com o seguinte enunciado:

Situação-problema

Em sua casa procure em um mesmo ambiente um tapete e uma parte do piso/assoalho à mostra. Coloque um de seus pés em contato com o tapete e o outro em contato com o piso/assoalho. Você é capaz de identificar qual deles apresenta a menor temperatura?

R:.....

Após a proposição da atividade, será realizada a discussão, na qual os alunos serão incentivados a expor as suas impressões e conclusões. Neste momento, o professor deverá apenas mediar a participação dos educandos, ou seja, não apresentar respostas. Em seguida, o professor irá instigar os alunos, propondo a busca do entendimento da situação proposta e o aprofundamento dos seus conhecimentos através do acompanhamento do material a ser apresentado.

Atividade 1: Aula dialogada com atividades quadro 3.

Quadro 3 - Slides sobre Temperatura e Calor.

<p>TERMOLOGIA</p> <p>É a parte da física que estuda os fenômenos relativos ao aquecimento, ao resfriamento, ou às mudanças de estado físico em corpos que recebem ou cedem energia. Temperatura e Calor são objetos de estudo da Termologia.</p>	<p>TEMPERATURA</p> <p>Temperatura é a grandeza física associada ao estado de movimento ou à agitação das partículas que compõem os corpos ...</p> <p>Moléculas muito agitadas = Temperatura alta. Moléculas pouco agitadas = Temperatura baixa.</p>
<p>Escalas de Temperatura</p> $\frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9} = \frac{T_K - 273}{5}$ <p>T_C = temperatura na escala Celsius T_F = temperatura na escala Fahrenheit T_K = temperatura na escala Kelvin</p>	<p>CALOR</p> <p>Calor é a transferência de energia de um objeto ou sistema para outro, em razão exclusivamente, da diferença de temperatura entre eles.</p>
<p>AS UNIDADES DE MEDIDA DO CALOR</p> <p>A unidade oficial de calor no Sistema Internacional de Unidades (SI) é o Joule (J).</p> <p>No entanto, na resolução de problemas de troca de calor, dá-se preferência, por razões históricas, à unidade caloria (cal).</p> <p>1 cal = 4,18 J</p>	<p>Caloria é quantidade de calor que 1 grama de água pura deve receber, sob pressão normal, para que sua temperatura seja elevada de 14,5 °C para 15,5 °C.</p> <p>A unidade múltipla quilocaloria (kcal) também é muito usada na medida da quantidade de calor.</p> <p>1 kcal = 1 000 cal = 10³ cal</p>

Fonte: Adaptado de Governo do Estado de Pernambuco (2021)

É importante destacar que o professor deve pedir para que o aluno retome as anotações no início da atividade e (re) escreva, corrija e/ou complemente as suas anotações. Esta prática auxilia o aluno na (re) elaboração dos conceitos.

Após a apresentação, e realizada as devidas discussões, os alunos receberão o *link* da atividade no *Wordwall* para testar seus conhecimentos de maneira lúdica.

A plataforma do *Wordwall* é de fácil acesso pelos alunos, inclusive para usar com o celular. Desta forma, ao acessar o endereço eletrônico link de acesso pelo site <https://wordwall.net/pt>, o professor deverá realizar um cadastro na plataforma e poderá criar a atividade ou utilizar as que estão disponíveis na comunidade, editando-a caso achar necessário. Outra vantagem da plataforma é que é possível mudar o modelo da atividade. São muitas as possibilidades de atividades: Caça-palavras, Cruzadas, *Quizz*, entre outros.

Ao concluir a atividade solicitada pelo professor, o aluno receberá a sua pontuação e tempo de realização e poderá incluir seu nome numa lista que gerará um ranking de pontuação. As atividades são interativas e imprimíveis, caso o professor tenha esta necessidade.

Atividade 2: Conceitos de Termologia na plataforma

No *Wordwall* foram criadas três atividades envolvendo os conceitos de Calor e Temperatura sendo:

- Atividade Combinar: os alunos deverão fazer a correspondência correta entre as colunas (Figura 14), clicando na palavra e arrastando até o conceito correto.

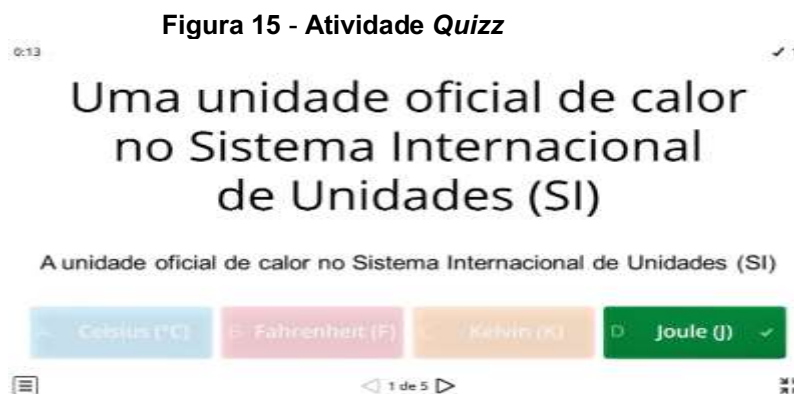
Figura 14 - Combinar

CALOR	<input type="text"/>	Dois corpos, por meio da transferência de calor, atingem a mesma temperatura.
CALOR ESPECÍFICO	<input type="text"/>	É a razão entre a quantidade de Calor transferida e a variação de Temperatura.
CAPACIDADE TÉRMICA	<input type="text"/>	Quantidade de calor que deve ser fornecida ou retirada para que a massa unitária (m) de uma substância sofra uma variação unitária de temperatura.
TEMPERATURA	<input type="text"/>	Parte da física que estuda os fenômenos relacionados como trocas de energia térmica.
CALOR SENSÍVEL	<input type="text"/>	Quantidade de calor envolvida no aquecimento ou resfriamento de uma substância.
EQUILÍBRIO TÉRMICO	<input type="text"/>	Troca de energia entre corpos
CALORIMETRIA	<input type="text"/>	Agitação das moléculas de um corpo

Enviar Respostas

Fonte: Adaptado de Wordwall (2021)

- Atividade Quizz: questionário com perguntas objetivas com apenas uma alternativa correta (Fig. 15).



Fonte: Adaptado de Wordwall (2021)

No *Quizz*, o aluno deve responder às questões e, ao final, verificar os seus erros e acertos. Neste momento, o professor poderá realizar o *feedback* e fomentar as discussões e até mesmo levantar novos questionamentos.

Em seguida, a atividade proposta é Caça-Palavras: onde os alunos devem encontrar a palavra e relacioná-la com o conceito correto, conforme mostra a (Fig.16).



Fonte: Wordwall, (2021)

O aluno terá um tempo limitado para buscar as palavras e relacioná-las com os conceitos corretos. O professor poderá utilizar esta atividade tanto para introduzir o conteúdo quanto para verificar a aprendizagem. Outra sugestão é que, após o jogo, os alunos, registrem no seu caderno os conceitos corretos apresentados na atividade.

3ª Etapa do trabalho: Situações-problema sobre Termologia através do uso de simuladores

Duração: 02 horas/aulas

Nessa etapa, utilizaremos um simulador da plataforma *Phet Colorado* - Formas de Energia e suas transformações (https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_pt_BR.html) para propor situações-problema, simulando várias situações em que o aluno possa verificar como ocorre o estado físico da matéria nos processos de transferência de calor e a variação de temperatura dentro do estudo de Calor e Temperatura.

As atividades da plataforma *Phet Colorado* podem ser encontradas no endereço eletrônico Link de acesso pelo site https://phet.colorado.edu/pt_BR/, sendo que o mesmo é um projeto que propõe atividades com simulações interativas gratuitas de Matemática e Ciências, na qual os alunos aprendem através da exploração e descoberta. Além disso, são apresentados diversos roteiros e possibilidades que facilitam o desenvolvimento das atividades pelo professor com seus alunos.

Inicialmente, será apresentado aos alunos o simulador *Phet Colorado* mostrando como funcionam os cursores, para que ele possa compreender como desenvolver a atividade. Após esse processo de familiarização, o aluno receberá um roteiro com algumas questões para que ele simule e anote as suas observações:

Atividade 01: Roteiro: Parte 01 – Introdução

Nesta atividade será entregue para o aluno o seguinte roteiro:

Simule as situações e anote as suas observações

- 1º. sincronize os aquecedores;
- 2º. selecione a opção símbolos de energia;
- 3º. aqueça os blocos de tijolos e ferro, coloque os termômetros e observe o que acontece com a energia quando ele é aquecido? E resfriado? _____
- 4º. anote aqui as suas observações: _____
- 5º. aqueça os recipientes com água e óleo, observe e descreva o que acontece durante esse processo: _____
- 6º. pesquise e escreva porque ocorrem os fenômenos observados no item anterior: _____

Após a finalização do roteiro pelos alunos será realizada uma roda de conversa para discutirmos os resultados observados. Neste momento, o professor deverá estimular a participação dos alunos, valorizando as suas contribuições.

Apresentação do simulador (Figura 17).



Fonte: Phet Interactive Simulations (2021)

Após a conclusão desta etapa inicia – se o período com aulas remotas, abordaremos os seguintes conceitos da Calorimetria: capacidade térmica, calor específico, equilíbrio térmico e a variação de temperatura e os processos de transmissão de calor.

4ª Etapa do trabalho – Capacidade térmica, calor específico e a equação fundamental da calorimetria

Duração: 02 horas/aulas

Primeiramente os alunos deverão responder ao questionário abaixo como investigação dos conteúdos trabalhados no ano anterior.

- Questionário inicial *Google Forms*

1) Acerca do equilíbrio térmico, assinale as alternativas corretas, com V para verdadeiro e F para falso:

I - Para que ocorra o equilíbrio térmico, é necessário que a quantidade de calor contida nos corpos seja igual.

II - O equilíbrio térmico ocorre quando as temperaturas entre dois ou mais corpos igualam-se.

III - O calor sempre flui espontaneamente dos corpos mais quentes para os corpos de menor temperatura.

IV - Em um sistema termodinamicamente isolado, a soma das quantidades de calor é nula.

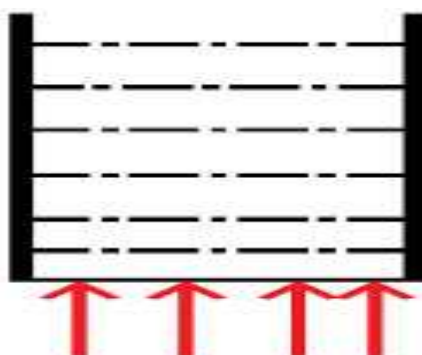
São verdadeiras:

- a) Todas as alternativas
- b) I, II e III
- c) II, III e IV
- d) III e IV
- e) III e IV

2) Duas porções de água pura, a primeira com massa m e temperatura de $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ e a segunda com massa $2m$ e temperatura de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ são misturadas em uma xícara que pode ser considerada um sistema fechado. Determine a temperatura de equilíbrio dessa mistura e assinale a alternativa que apresenta a resposta correta:

- a) $60\text{ }^{\circ}\text{C}$
- b) $50\text{ }^{\circ}\text{C}$
- c) $30\text{ }^{\circ}\text{C}$
- d) $15\text{ }^{\circ}\text{C}$
- e) $10\text{ }^{\circ}\text{C}$

3) (UFSCar). Um recipiente cilíndrico de vidro tem área da base relativamente pequena se comparada com sua altura. Ele contém água em temperatura ambiente até quase a sua borda e é colocado sobre a chama de um fogão, como ilustrado abaixo.



A transmissão do calor por meio das moléculas da água durante seu aquecimento ocorre apenas por

- a) condução.
- b) convecção.
- c) irradiação.
- d) condução e convecção.
- e) convecção e irradiação

4) Marque a alternativa correta a respeito dos processos de propagação de calor.

- a) Os processos de propagação de calor por condução e convecção ocorrem em todos os tipos de meios.
- b) O processo de irradiação de calor ocorre somente no vácuo.
- c) A convecção é o processo de propagação de calor que proporciona o efeito das brisas marítimas.
- d) A condução térmica ocorre somente em líquidos.
- e) A irradiação é um processo de transferência de calor que ocorre por meio de ondas eletromagnéticas pertencentes ao espectro visível.

5) Dois corpos feitos da mesma substância possuem variações de temperatura diferentes ao serem expostos a uma mesma fonte térmica durante um mesmo intervalo de tempo. A grandeza que explica essa diferença na variação de temperatura mesmo que os elementos sejam da mesma substância é:

- a) Calor específico
- b) Densidade
- c) Coeficiente de dilatação
- d) Volume
- e) Capacidade térmica

6). Uma barra de cobre com massa de 200 g, inicialmente a 230°C , é colocada dentro de um recipiente que contém 200 g de água, inicialmente a 20°C . Sabendo que a temperatura final do equilíbrio térmico é de 25°C e que o recipiente e a água encontram-se na mesma temperatura, determine a capacidade térmica do recipiente em $\text{cal}/^{\circ}\text{C}$.

DADOS: Calores específicos: $c_{\text{COBRE}} = 0,03 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$; $c_{\text{ÁGUA}} = 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$

- a) 26
- b) 36
- c) 46
- d) 56
- e) 66

7) Toda substância apresenta uma propriedade física que determina qual é a quantidade de calor necessária por unidade de massa desse corpo para que a sua temperatura varie em 1°C ou 1K . Essa propriedade e sua unidade física, no Sistema Internacional de Unidades, são, respectivamente, iguais a:

- a) calor específico e J/kg.K .
- b) calor específico e $\text{cal/g}^\circ\text{C}$.
- c) capacidade térmica e J/K .
- d) calor latente e J/kg .
- e) coeficiente de dilatação volumétrica e $^\circ\text{C}^{-1}$.

8) Um corpo de 10 kg precisa receber 2500 J de calor sensível para ter sua temperatura variada em 10 K . Determine sua capacidade térmica.

- a) 250 J/K
- b) 25 J/K
- c) 2500 J/K
- d) 150 J/K
- e) 50 J/K

Após o questionário, os alunos deverão observar os tipos de painéis que existem na sua residência e consultar as razões pelas quais elas foram adquiridas, em seguida anotarão as respostas elencando os principais apontamentos, em especial aqueles que se relacionam com os conteúdos a serem abordados na sequência das atividades.

Enquete:

a) Quais são os tipos de materiais das painelas de sua casa?

b) Qual é o material da panela preferida de quem cozinha na sua casa e por que ela é a preferida?

Após isso, faremos a apresentação dos conteúdos através do material, utilizando o quadro interativo *Jamboard*. Este quadro está disponível nas contas Google e, em especial, no pacote @escola.pr.gov.br em que o professor pode criar uma atividade durante o meet.

Além disso, o aluno também pode registrar as suas contribuições no *Jamboard*, desde que o professor compartilhe com seus alunos. Sendo assim, para criar uma atividade, o professor deve acessar a sua conta Google e, no canto superior direito, acessar a ferramenta *Jamboard*.

Após isso, abrirá uma tela em branco, novo canto inferior esquerdo, o professor deverá acessar um “novo *Jam*” e, em seguida, poderá preparar a sua aula, escrevendo os conceitos a serem trabalhados, anexando imagens, editando e colocando notas. Ao criar o material, ele ficará salvo automaticamente e, para acessar, basta abrir novamente a ferramenta.

Além disso, no canto superior direito existem outras opções como apresentar e compartilhar com os alunos para que eles possam acessar e até mesmo interagir na atividade dando suas contribuições através do recurso notas ou mesmo utilizando a ferramenta caneta.

No quadro 4, apresentam-se os slides utilizados nesta atividade para a aula dialogada com os alunos.

Quadro 4 - Slides sobre Calorimetria.

<p style="text-align: center;">CALORIMETRIA</p> <p style="text-align: center;">CALORIMETRIA É A PARTE DA FÍSICA QUE ESTUDA AS TROCAS DE ENERGIA ENTRE CORPOS OU SISTEMAS QUANDO ESSA TROCAS SE DÃO NA FORMA DE CALOR</p>	<p style="text-align: center;">Unidades de Medida</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Unidades usuais</th> <th>Unidades do SI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Q.....cal.....</td> <td>Joule (J)</td> </tr> <tr> <td>m.....grama (g).....</td> <td>quilograma (kg)</td> </tr> <tr> <td>t.....Celsius (°C).....</td> <td>Kelvin (K)</td> </tr> <tr> <td>c.....cal/g.°C.....</td> <td>J/kg.K</td> </tr> </tbody> </table>	Unidades usuais	Unidades do SI	Q.....cal.....	Joule (J)	m.....grama (g).....	quilograma (kg)	t.....Celsius (°C).....	Kelvin (K)	c.....cal/g.°C.....	J/kg.K
Unidades usuais	Unidades do SI										
Q.....cal.....	Joule (J)										
m.....grama (g).....	quilograma (kg)										
t.....Celsius (°C).....	Kelvin (K)										
c.....cal/g.°C.....	J/kg.K										
<p style="text-align: center;">O QUE É CAPACIDADE TÉRMICA?</p> <p style="text-align: center;">Define-se Capacidade Térmica Como sendo a razão entre a quantidade de calor (Q) que um corpo Recebe e a variação de temperatura ocorrida ΔT</p> $C = \frac{Q}{\Delta T}$ <p style="text-align: center;">A unidade de capacidade térmica, no SI, é o Joule/Kelvin (J/K); Também é encontrado cal /°C</p>	<p style="text-align: center;">Exemplo</p> <p style="text-align: center;">Sabendo que dois corpos A e B receberam uma Quantidade de calor igual a 500 cal, e que as temperaturas as temperaturas se elevaram De 50 °C para 100 °C respectivamente, Qual a capacidade térmica dos corpos em Joule/Kelvin?</p>										
<p style="text-align: center;">O QUE É CALOR ESPECÍFICO?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calor Específico (c): O calor específico é uma grandeza física que está relacionada com a quantidade de calor (Q) recebida e a sua variação térmica. Dessa forma, ele determina a quantidade de calor necessária para aumentar a temperatura de 1 °C de 1g do elemento. $c = \frac{C}{m}$	<p style="text-align: center;">Equação Fundamental da Calorimetria</p> <p style="text-align: center;"><i>A capacidade térmica e o calor específico foram definidos respectivamente como:</i></p> $C = \frac{Q}{\Delta t} \quad c = \frac{C}{m}$ <p style="text-align: center;"><i>Isolando c na segunda equação e substituindo na primeira, obtemos:</i></p> $Q = m \cdot c \cdot \Delta t$										
<p style="text-align: center;">Exercícios</p> <p>Exercícios 01: Um bloco de metal de massa 50g está a 10°C. Ao receber 1000 cal, sua temperatura sobe para 60 °C. A capacidade térmica do bloco vale, em cal/°C.</p>	<p style="text-align: center;">Exercícios</p> <p>Exercícios 02: (UFPB) Um engenheiro testa materiais para serem usados na fabricação de carroceria de um automóvel. Entre outras propriedades, é desejável a utilização de materiais com alto calor específico. Ele verifica que, para aumentar de 3°C a temperatura de 32g do material A, é necessário fornecer 24 cal de calor a esse material. Para obter o mesmo aumento de temperatura em 40 g do material B, é preciso 24 cal. Já 50 g do material C necessitam 15 cal para sofrer o mesmo acréscimo de temperatura. Determine os calores específicos dos materiais A, B e C é:</p>										

Fonte: Autoria própria (2021).

Em seguida, foram propostas cinco questões sobre o conteúdo com o objetivo de verificar a apropriação dos conceitos e, após isso, uma atividade lúdica, retomando as principais idéias e reforçando aquilo que precisar ser retomado.

As atividades propostas seguem abaixo, com as questões solicitadas para os alunos.

1ª Atividade - Questões envolvendo fórmulas

01) Ao fornecer 300 calorias de calor para um corpo, verifica-se como consequência uma variação de temperatura igual a 50 °C. Determine a capacidade térmica desse corpo.

- a) 60 cal/°C
- b) 6 cal/°C
- c) 17 cal/°C
- d) 6 °C/cal
- e) 60 °C/cal

02) Um amolador de facas, ao operar um esmeril, é atingido por fagulhas incandescentes, mas não se queima. Isso acontece porque as fagulhas:

- a) tem calor específico muito grande.
- b) tem temperatura muito baixa.
- c) tem capacidade térmica muito pequena.
- d) estão em mudança de estado.
- e) não transportam energia.

03) (UF – Paraná). Para aquecer 500 g de certa substância de 20 °C para 70 °C, foram necessárias 4 000 calorias. A capacidade térmica e o calor específico valem, respectivamente:

- a) 8 cal/°C e 0,08 cal/g. °C
- b) 80 cal/°C e 0,16 cal/g. °C
- c) 90 cal/°C e 0,09 cal/g. °C
- d) 95 cal/°C e 0,15 cal/g. °C
- e) 120 cal/°C e 0,12 cal/g. °C

04) Quantas calorias devem ser fornecidas a 300 g de álcool para que ele passe de 20 °C para 24 °C.

- a) 120 cal
- b) 720 cal
- c) 6000 cal
- d) 70 J
- e) 4,18 J

05) (MACKENZIE). Um bloco de cobre ($c = 0,094 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$) de 1,2 kg é colocado num forno até atingir o equilíbrio térmico. Nessa situação, o bloco receber 12 972 cal. A variação da temperatura sofrida, na escala Fahrenheit, é de:

- a) 60 °F
- b) 115 °F
- c) 207 °F
- d) 239 °F
- e) 347 °F

Na segunda atividade, optamos por organizar uma atividade lúdica envolvendo a plataforma Wordwall em que o aluno deverá relacionar os conceitos aprendidos com as suas equações.

2ª Atividade - Relacione as fórmulas com seus conceitos corretos, conforme Link de acesso da atividade abaixo:

Figura 18 - Atividade “Combinar”

0:04

Calor específico

Equação fundamental da calorimetria

Capacidade Térmica

Quantidade de calor necessária para aquecer ou resfriar um corpo a partir de sua capacidade térmica

$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}$

$Q = C \cdot \Delta T$

$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}$

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

Fonte: Adaptado de Wordwall (2021)

Para finalizar, apresentou-se o texto sobre o guia dos materiais das painelas. O mesmo está disponível no link abaixo e poderá ser explorado pelo professor e1 comparar com as respostas observadas na enquete.

Link de acesso pelo site <https://www.cozinhatecnica.com/2018/05/panelas-guia-de-materiais/>

5ª Etapa do trabalho - Equilíbrio térmico e a sua relação matemática

Duração: 01 horas/aulas

Nesta etapa a exploração de um pequeno experimento envolve três recipientes: um contendo café quente, outro contendo leite gelado e outro recipiente vazio para a mistura café com leite. Inicialmente, discutiremos o que acontecerá com a mistura no terceiro recipiente. Em seguida, serão propostos os seguintes questionamentos:

É possível calcular a temperatura da mistura, apenas conhecendo as temperaturas iniciais do café e do leite?

Neste momento, os alunos deverão anotar as suas conclusões.

Após isso, serão apresentados os slides abaixo sobre o equilíbrio térmico e as variações da temperatura, apresentando as definições, exemplos e exercícios resolvidos em conjunto. Para esta apresentação sugerimos o uso do Jamboard por ser uma ferramenta que proporciona maior interatividade.

No quadro 5, apresentam-se as imagens utilizadas com o Jamboard:

Quadro 5 - Equilíbrio térmico e as variações da temperatura

RELEMBRANDO...

Capacidade térmica: $C = \frac{Q}{\Delta T}$ A unidade de capacidade térmica, no SI, é o Juliano/Grado Celsius (J/K). Também é aceitável a unidade cal/°C.

Calor específico: $c = \frac{C}{m}$

Equação fundamental da Calorimetria: $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$

EQUILÍBRIO TÉRMICO

- Sempre que houver diferença de temperatura entre dois corpos, haverá troca de calor
- A quantidade de calor cedida por um corpo será igual à quantidade de calor absorvida pelo outro
- O calor cedido/recebido causará uma mudança na temperatura dos corpos
- Quando as temperaturas forem iguais, cessará a troca de calor
- A soma algébrica do calor trocado é igual a zero

$$Q_A + Q_B + Q_C + \dots = 0$$

EXEMPLOS DE APLICAÇÕES

01) Um broche de prata de massa 20 g a 160°C é colocado em 28 g de água inicialmente a 30°C. Qual a temperatura final de equilíbrio térmico, admitindo trocas de calor apenas entre a prata e a água? Dados: calor específico da prata = 0,056 cal/g°C; calor específico da água = 1 cal/g°C.

02) Fuvest-SP) Uma dona-de-casa em Santos, para seguir a receita de um bolo, precisa de uma xícara de água a 50°C. Infelizmente, embora a cozinha seja bem-aparelhada, ela não tem termômetro. Como pode a dona-de-casa resolver o problema?

Fonte: Autoria própria (2021)

Ao final da realização da aula dialogada será proposto duas questões sobre o conteúdo abordado na aula dialogada e, após isso, faremos a correção conjunta, discutindo a resolução das questões:

Questões:

01) (FM Londrina-Pr). Se dois corpos estão em equilíbrio térmico entre si podemos afirmar corretamente que:

- a) estão sobre mesma pressão.
- b) estão à mesma temperatura.
- c) têm o mesmo calor específico.
- d) têm a mesma velocidade molecular.
- e) atingiram o volume mínimo

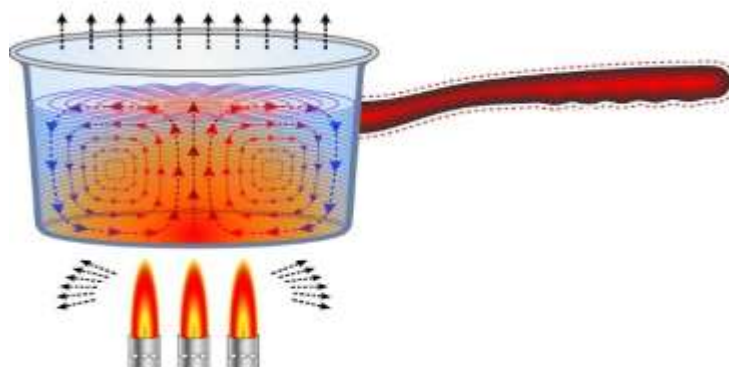
02) (Fuvest-SP). Misturam-se 200g de água a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ com 250 g de um determinado líquido a $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, obtendo-se o equilíbrio térmico a 20°C . Qual o calor específico do líquido? Dado: calor específico da água $1\text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$. Desprezam-se as trocas de calor com outros sistemas.

6ª Etapa do trabalho-Os processos de Transmissão de Calor

Duração: 02 horas/aulas

Nesta etapa, a proposta é começar com a imagem de uma panela no fogo (Fig. 19) para que os alunos identifiquem e justifiquem como ocorrem os processos de transmissão de calor. Como exemplo da imagem abaixo:

Figura 19 - Processos de Propagação de Calor



Fonte: PrePara ENEM, (2021)

A seguir, foi selecionado um vídeo da plataforma *Khan Academy* conforme (fig 20), para que os alunos assistam e façam uma análise e/ou correção das suas respostas. Esta atividade é uma forma de autoavaliação em que o aluno deve ser instruído a corrigir o seu texto.

Figura 20 - Condução térmica, convecção e radiação



Fonte: Khan Academy Brasil, (2016)

Ao final da etapa, o professor poderá ainda solicitar ao aluno que encontre diferentes formas de transmissão de calor na sua casa, relacionando com o tipo de processo. Este tipo de atividade pode levar o aluno a identificar no seu meio às aplicações e relações da Física.

Nota: No contexto de atividades nas diversas opções de ensino (remoto, presencial, híbrido), a plataforma *Khan Academy* é um recurso muito interessante pelas suas possibilidades de atividades tanto para o aluno quanto para o professor, pois possui vídeos, atividades, textos que permitem aos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem acompanhar o seu desenvolvimento. Para acessar a plataforma *Khan Academy* utilizamos o endereço eletrônico Link de acesso pelo site <https://pt.khanacademy.org/>, realizando o cadastro o professor terá acesso gratuito aos diversos e cursos disponíveis. A plataforma apresenta atividades interativas e também campeonatos promovidos pela plataforma. No caso do professor, ele pode vincular o material diretamente as suas turmas do *Google* sala de aula ou *Google Classroom*, basta fazer o cadastro com a sua conta *google*.

Ao indicar determinado assunto ou atividade, vinculando com a turma, o professor poderá acompanhar e receber os relatórios de desenvolvimento das atividades. Além disso, são ofertados cursos para os alunos e professores nas diversas áreas do conhecimento, inclusive de Física.

7ª Etapa de trabalho - O Mapa Conceitual.

Duração: 02 horas/aulas

Nesta etapa, foi realizada, inicialmente, a orientação para os alunos de como se constrói um Mapa Conceitual. Neste momento, o professor poderá apresentar o Mapa Conceitual da sua aula ou de um tópico como exemplo.

Vale destacar as orientações de Moreira (2012) sobre a elaboração de um Mapa Conceitual:

1. Identifique os conceitos-chave do conteúdo que vai mapear e ponha-os em uma lista. Limite entre 6 e 10 o número de conceitos.

2. Ordene os conceitos, colocando o(s) mais geral(is), mais inclusivo(s), no topo do mapa e, gradualmente, vá agregando os demais até completar o diagrama de acordo com o princípio da diferenciação progressiva. Algumas vezes é difícil identificar os conceitos mais gerais, mais inclusivos; nesse caso é útil analisar o contexto, no qual os conceitos estão sendo considerados ou ter uma ideia da situação em que estes devem ser ordenados.

3. Se o mapa se refere, por exemplo, a um parágrafo de um texto, o número de conceitos fica limitado pelo próprio parágrafo. Se o mapa incorpora também o seu conhecimento sobre o assunto, além do contido no texto, conceitos mais específicos podem ser incluídos no mapa.

4. Conecte os conceitos com linhas e rotule essas linhas com uma ou mais palavras-chave que explicitem a relação entre os conceitos. Os conceitos e as palavras-chave devem sugerir uma proposição que expresse o significado da relação.

5. Setas podem ser usadas quando se quer dar um sentido a uma relação. No entanto, o uso de muitas setas acaba por transformar o mapa conceitual em um diagrama de fluxo.

6. Evite palavras que apenas indiquem relações triviais entre os conceitos. Busque relações horizontais e cruzadas.

7. Exemplos podem ser agregados ao mapa, embaixo dos conceitos correspondentes. Em geral, os exemplos ficam na parte inferior do mapa.

8. Geralmente, o primeiro intento de mapa tem simetria pobre e alguns conceitos ou grupos de conceitos acabam mal situados em relação a outros que estão mais relacionados. Nesse caso, é útil reconstruir o mapa.

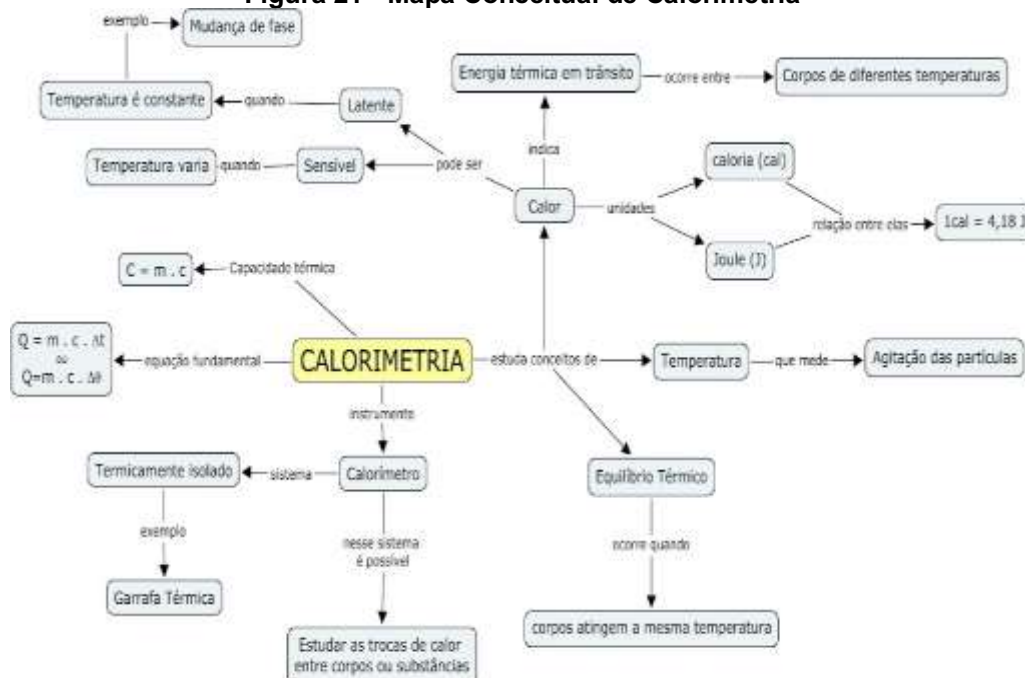
9. Talvez neste ponto você já comece a imaginar outras maneiras de fazer o mapa, outros modos de hierarquizar os conceitos. Lembre-se que não há um único modo de traçar um mapa conceitual. À medida que muda sua compreensão sobre as relações entre os conceitos, ou à medida que você aprende seu mapa também muda. Um mapa conceitual é um instrumento dinâmico, refletindo a compreensão de quem o faz no momento em que o faz.

10. Não se preocupe com “começo, meio e fim”, o mapa conceitual é estrutural, não sequencial. O mapa deve refletir a estrutura conceitual hierárquica do que está mapeado.

11. Compartilhe seu mapa com colegas e examine os mapas deles. Pergunte o que significam as relações, questione a localização de certos conceitos, a inclusão de alguns que não lhe parecem importantes, a omissão de outros que você julga fundamentais. O mapa conceitual é um bom instrumento para compartilhar, trocar e “negociar” significados.

É importante destacar a importância da apresentação do Mapa Conceitual para os colegas, discutindo os conceitos elencados é uma forma dinâmica de realização de trabalho em sala de aula.

Figura 21 - Mapa Conceitual de Calorimetria



Fonte: Martins (2013)

Ao final, sugerimos ainda uma avaliação sobre toda a temática abordada no produto. Neste produto, a cada etapa, organizamos atividades que podem contribuir para um processo avaliativo de forma processual e contínuo. Contudo, consideramos importante também uma avaliação final para que se possa identificar se existem alguns aspectos a serem retomados antes de dar continuidade e aprofundamento aos próximos conteúdos que envolvem as ideias de Temperatura, Calor e Calorimetria. Seguem as sugestões de algumas questões:

Questões

01) Um calorímetro contém 250 g de água e é feito de um recipiente de alumínio de 100 g. Sua temperatura inicial é de 20 °C. Coloca-se nele um corpo com 150 g de um material desconhecido a uma temperatura de 80 °C. Verifica-se que a temperatura de equilíbrio foi de 28° C. Qual o calor específico de substância?

- a) $1,17 \times 10^3$ J/kg°C
- b) 17×10^3 J/kg°C
- c) $1,17 \times 10$ J/kg°C
- d) 0,17 cal
- e) $1,17 \times 10^3$ cal/kg°C

02) (ENEM) Em nosso cotidiano, utilizamos as palavras "calor" e "temperatura" de forma diferente de como elas são usadas no meio científico. Na linguagem corrente, calor é identificado como "algo quente" e temperatura mede a "quantidade de calor de um corpo". Esses significados, no entanto, não conseguem explicar diversas situações que podem ser verificadas na prática mostra a limitação dos conceitos corriqueiros de calor e temperatura?

a) A temperatura da água pode ficar constante durante o tempo em que estiver fervendo.

b). Uma mãe coloca a mão na água da banheira do bebê para verificar a temperatura da água.

c) A chama de um fogão pode ser usada para aumentar a temperatura da água em uma panela.

d) A água quente que está em uma caneca é passada para outra n a fim de diminuir sua temperatura.

e). Um forno pode fornecer calor para uma vasilha de água que está em seu interior com menor temperatura do que a dele.

03) (FUVEST – SP). Têm-se dois corpos, com a mesma quantidade de água, um aluminizado A e outro negro N, que ficam expostos ao sol durante uma hora. Sendo inicialmente as temperaturas iguais, é mais provável que ocorra o seguinte:

- a) Ao fim de uma hora não se pode dizer qual temperatura é maior.
- b) As temperaturas são sempre iguais em qualquer instante
- c) Após uma hora a temperatura de N é maior que a de A.
- d) De início a temperatura de A decresce (devido à reflexão) e a de N aumenta.
- e) As temperaturas de N e de A decrescem (devido à evaporação) e depois crescem.

04) Dois corpos A e B, inicialmente à temperaturas de $t_A = 90\text{ }^\circ\text{C}$ e $t_B = 20\text{ }^\circ\text{C}$, são postos em contato e isolados termicamente do meio ambiente. Eles atingem o equilíbrio térmico à temperatura de $45\text{ }^\circ\text{C}$. Nestas condições, podemos afirmar que o corpo A:

- a) cedeu uma quantidade de calor maior do que a absorvida por B.
- b) tem uma capacidade térmica menor do que a de B.
- c) tem massa menor que a de B.
- d) tem massa maior que a de B.
- e) cedeu metade da quantidade de calor que possuía para B.

05) (FUVEST). Um atleta envolve sua perna com uma bolsa de água quente, contendo 600 g de água à temperatura inicial de $90\text{ }^\circ\text{C}$. Após 4 horas ele observa que a temperatura da água é de $42\text{ }^\circ\text{C}$. A perda média de energia da água por unidade de tempo é: Dado: $c = 1,0\text{ cal/g}\cdot^\circ\text{C}$

- a) 2,0 cal/s
- b) 18 cal/s
- c) 120 cal/s
- d) 8,4 cal/s
- e) 1,0 cal/s

06) (CESGRANRIO) Duzentos gramas de água à temperatura de 20°C são adicionados, em um calorímetro, a cem gramas de água à temperatura inicial de 80 °C. Desprezando-se as perdas, determine a temperatura final de equilíbrio térmico da mistura.

- a) 30°C
- b) 40 °C
- c) 50 °C
- d) 60 °C
- e) 100 °C

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

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

08) (UFES) O uso de chaminés para o escape de gases quentes provenientes de combustão é uma aplicação do processo térmico de:

- a) convecção.
- b) condução.
- c) absorção.
- d) radiação.
- e) evaporação.

09) (FCMSC – SP). Os iglus, embora feitos de gelo, possibilitam aos esquimós nele residirem porque:

- a) o calor específico do gelo é maior do que o da água.

- b) o calor específico do gelo é extraordinariamente pequeno comparado ao da água.
- c) a capacidade térmica do gelo é muito grande.
- d) o calor específico do gelo é menor que o da água.
- e) o gelo não é um bom condutor de calor.

10) (UFRN). Em qual dos meios o calor se propaga por convecção:

- a) água
- b) madeira
- c) vidro
- d) metal
- e) arame

4 CONSIDERAÇÕES SOBRE O PRODUTO

O produto educacional apresentado nesse projeto visa à utilização de diferentes recursos e metodologias na prática pedagógica, para atender os vários níveis de conhecimento e desenvolvimento dos alunos que fazem parte desse processo e para aplicação das aulas teóricas acerca dos conceitos básicos de Temperatura, Calor e Calorimetria, objetivando estudar os conceitos envolvidos e fazer a relação do conteúdo estudado com o seu cotidiano.

Os diferentes recursos tecnológicos aqui utilizados podem auxiliar o professor no aprimoramento do processo de ensino e aprendizagem, além de facilitar as análises através da dinâmica e observação que eles oferecem. Assim, buscamos mostrar que os diferentes recursos oferecem possibilidades criativas e que aumentam as possibilidades de interação e de aprendizagem significativa.

Sendo assim, organizou-se um trabalho, explorando um tema bastante presente no cotidiano dos nossos alunos, porém com pouco embasamento científico por parte deles. Desse modo, pode-se afirmar que o material produzido apresenta como um suporte pedagógico, podendo ser utilizado por professores, uma vez que todos os recursos empregados são de fácil acesso e manuseio simples.

Portanto, pode-se dizer que tal implementação possibilita uma contribuição pedagógica positiva. Haja vista que, esta forma de organização das atividades, oferece outras possibilidades para os alunos tenham um desenvolvimento da aprendizagem, deixando de lado a utilização apenas do método tradicional (quadro-giz) e partindo para o trabalho de conteúdos conceituais, procedimentais e tecnológicos com mais significado.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.

BARRA metálica aquecida por condução. **GeoCites**, 2021. Disponível em: <http://www.geocities.ws/saladefisica8/>. Acesso em: 12 abr. 2021.

BERNARDO, S. A. P. Abra a tampa. *In*: BERBARD, S. A. P. **Blog do Professor Silvio Alex**. São Paulo, 03 maio 2016. Disponível em: <https://fisicandohoje.blogspot.com/2016/05/a-fisica-no-vidro-de-palmito.html>. Acesso em: 12 abr. 2021

BOCAFOLI, F. Como acontece o equilíbrio térmico. **Física & Vestibular**, São Paulo, 2021. Disponível em: <https://fisicaevestibular.com.br/novo/>. Acesso em: 12 abr. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Portal do professor**: propagação das ondas do sol. Brasília, DF: MEC, 2021. Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/>. Acesso em: 12 abr. 2021.

CALOR e temperatura. **Wordwall**, 2021. Disponível em: <https://wordwall.net/pt/resource/9601660/calor-e-temperatura>. Acesso em: 12 abr. 2021.

CALORIMETRIA - Combinar. **Wordwall**, 2021. Disponível em: <https://wordwall.net/pt/resource/9601776/calorimetria>. Acesso em: 12 abr. 2021.

CALORIMETRIA 2 – Caça palavras. **Wordwall**, 2021. Disponível em: <https://wordwall.net/pt/resource/9601545/calorimetria-02>. Acesso em: 12 abr. 2021.

CARILLO, H. Quem bate? É o frio! **Clube do Jingle.com**, 1962. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=r38UR-4JjEc&feature=youtu.be>. Acesso em: 12 abr. 2021.

COMBINAÇÃO relacione as fórmulas com os conceitos – Atividade “Combinar”. **Wordwall**, 2021. Disponível em: <https://wordwall.net/pt/resource/11727435/relacione-as-fórmulas-com-o-conceito>. Acesso em: 12 abr. 2021.

KHAN ACADEMY BRASIL. **Condução térmica, convecção e radiação** – termodinâmica – física. Jul. 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=43JzOfjZpzw>. Acesso em: 12 abr. 2021.

GOUVEIA, R. Convecção térmica. **Toda Matéria**, dez. 2018. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/conveccao-termica/>. Acesso em: 12 abr. 2021.

GOVERNO DO ESTADO DE PERNAMBUCO. Secretaria da Educação. **Temperatura e calor**. Recife: Secretaria da Educação, 2015. Disponível em: <https://www1.educacao.pe.gov.br/cpar/>. Acesso em: 12 abr. 2021.

HALLIDAY, D. **Fundamentos de física: gravitação, ondas e termodinâmica**/ David Halliday, Robert Resnick, Jean Walker. Rio de Janeiro: LTC, 2013. v.2

HELERBROCK, R. Processos de propagação de calor - condução térmica. **PrePara ENEM**, 2021. Disponível em: <https://www.preparaenem.com/fisica/conducao-termica.htm>. Acesso em: 12 abr. 2021.

HELERBROCK, R. Equilíbrio térmico. **Brasil Escola**, 2021. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/equilibrio-termico.htm>. Acesso em: 12 abr. 2021

IPEM (Instituto de Pesos e Medidas do Estado de São Paulo). Termômetro clínico digital. **Almanaque do IPEM**, São Paulo, abr. 2010. Disponível em: <https://ipemsp.wordpress.com>. Acesso em: 11 maio 2020.

INSTRUSUL (Instrumentos de Medição). **Termômetro infravermelho**. 2020. Disponível em: <http://blog.instrusul.com.br/termometro-corporal/>. Acesso em: 12 abr. 2021

LÍQUIDO e as correntes de convecção. **Quero Educação**, 2021. Disponível em: <https://querobolsa.com.br/enem/fisica/conducao-conveccao-e-radiacao>. Acesso em: 12 abr. 2021.

MARTINS, M. R. **Física: comparação entre as escalas de temperatura**. 2021. Disponível em: <https://poliphysical.blogspot.com/2013/08/mapa-conceitual-calorimetria>. Acesso em: 11 maio 2020.

MARTINS, M. R. **Física: Mapa conceitual – calorimetria**. Ago. 2013. Disponível em: <http://poliphysical.blogspot.com/2013/08/mapa-conceitual-calorimetria.html>. Acesso em: 12 abr. 2021.

MAXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Física**. São Paulo: Ed. Scipione, 1987.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Cuiabá, MT: Universidade Federal do Mato Grosso, abr. 2010. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br>. Acesso em: 11 maio 2020.

PEREIRA, M. M. **“Ufa!! Que calor é esse?! Rio 40 °C: uma proposta para o ensino de conceitos de calor e temperatura no Ensino Médio**. 2010. Dissertação (Mestrado Profissional no Ensino de Física) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

PIETROCOLA, M. *et al.* **Física em contextos: pessoal, social e histórico**. São Paulo: FTD, 2010. v.2

SILVA, D. C. M. da. Calor específico de uma substância. **PrePara ENEM**, 2021. Disponível em: <https://www.preparaenem.com/fisica/calor-especifico-uma-substancia.htm>. Acesso em: 12 abr. 2021.

SIMULADOR – Formas de Energia e Transformações. **PhET Interactive Simulations**, 2021. Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_pt_BR.html. Acesso em: 12 abr. 2021.

TEMPERATURA. **Gifs de Física**, 30 set. 2019. Disponível em: <https://gifsdefisica.com/2019/09/30/agitacao-molecular-calor-e-temperatura/>. Acesso em: 12 abr. 2021

TERMÔMETRO de mercúrio. 2021. Disponível em: <https://www.google.com/url>. Acesso em: 12 abr. 2021

VÁLIO, A. B. M. *et.al.* **Ser protagonista**: física 2º ano: ensino médio. São Paulo: Edições SM, 2016. v.2

APÊNDICE A – RESPOSTAS DAS QUESTÕES PROPOSTAS

Respostas do questionário do início da 4ª Etapa

Questão 01) – (c)

Questão 02) – (c)

Questão 03) – (b)

Questão 04) – (c)

Questão 05) – (e)

Questão 06) – (c)

Questão 07) – (b)

Questão 08) – (a)

Respostas do questionário do final da 4ª Etapa

Questão 01) – (b)

Questão 02) – (c)

Questão 03) – (b)

Questão 04) – (b)

Questão 05) – (c)

Respostas das questões da 5ª Etapa

Questão 01) – Alternativa b

Questão 02) – 0,8 cal/g°C

Respostas das questões da 7ª Etapa

Questão 01) – (a)

Questão 02) – (a)

Questão 03) – (c)

Questão 04) – (b)

Questão 05) – (a)

Questão 06) – (b)

Questão 07) – (c)

Questão 08) – (e)

Questão 09) – (c)

Questão 10) – (a)