

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

UTFPR
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

SBF
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

ALINE CRISTINA COSTA DE LARA RAYMUNDO

PRODUTO EDUCACIONAL

A UTILIZAÇÃO DO SMARTPHONE PARA O ESTUDO
DO CALOR

Disponível:

https://pwa.app.vc/aprendendo_a_fisica#/home



CAMPO MOURÃO
2020

ALINE CRISTINA COSTA DE LARA RAYMUNDO

**A UTILIZAÇÃO DO SMARTPHONE PARA O ESTUDO
DO CALOR**

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física – Polo 32, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador(es):
Prof. Dr. Michel Corci Batista
Prof. Dra. Fernanda Peres Ramos

CAMPO MOURÃO
2020

TERMO DE LICENCIAMENTO

Esta Dissertação e o seu respectivo Produto Educacional estão licenciados sob uma Licença Creative Commons *atribuição uso não-comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil*. Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Raymundo, Aline Cristina Costa de Lara

A utilização do smartphone para o estudo do calor/ Aline Cristina Costa de Lara
Raymundo. – Campo Mourão, 2020.
1 arquivo eletrônico (54 f) : PDF ; 2,4 MB.

Modo de acesso: World Wide Web.
Inclui bibliografia: f. 54

1. Tecnologia de ponta e educação. 2. Smartphones. I. Título.

CDD (22.ed.) 530.07

Biblioteca da UTFPR - Câmpus Campo Mourão

Bibliotecária/Documentalista:
Andréia Del Conte de Paiva – CRB-9/1525

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	04
1 INTRODUÇÃO AO ESTUDO DO CALOR	06
2 PASSOS PARA CRIAR UM APLICATIVO	19
3 ESTUDO DO APLICATIVO	22
4 ORIENTAÇÕES PARA A UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO	24
CONSIDERAÇÕES SOBRE O PRODUTO	53
REFERÊNCIAS	54

INTRODUÇÃO

Diante das maiores dificuldades encontradas atualmente em sala de aula é manter a atenção dos alunos, principalmente nas aulas de Física.

Nosso produto educacional constitui-se de um aplicativo para celular, mais que também pode ser utilizado no computador. Ele encontra-se disponível em https://pwa.app.vc/aprendendo_a_fisica#/home.

Apresentamos aqui as partes que compõem o aplicativo na tentativa de constituir um material de apoio que tem como objetivo contribuir com o professor nas aulas de termometria e calorimetria, de maneira a provocar um envolvimento mais efetivo dos alunos no decorrer das aulas de Física.

A proposta desse aplicativo está fundamentada em algumas metodologias ativas, a fim de proporcionar ao aluno maior autonomia para o estudo da Física.

É importante salientar que a proposta pode ser adequada por outro professor de acordo com sua realidade local, tanto com relação ao número de aulas, quanto as metodologias empregadas para o encaminhamento delas.

O aplicativo foi construído com o intuito de contribuir para as aulas de Física com o tema calor, disponibilizado para o Ensino Médio. Assim, foi criado este App para que os alunos possam acessar com seus dispositivos móveis todo material a ser utilizado para a compreensão e assimilação da matéria.

Disponibilizamos neste aplicativo, ícones com recursos de ensino inserido com conteúdos entrelaçados para turma de segundo ano, contendo informações estruturais que podem ser seguidos através de um roteiro de estudo para uma sequência de ensino.

A utilização desta tecnologia contribui para que os estudantes possam antecipar o seu conhecimento sobre o tema calor, por meio de leitura de textos, vídeos complementares e respondendo aos

formulários online sobre o tema que antecede a cada aula, por meio de um recurso disponível quando desejar.

Sendo assim, o professor pode ter acesso as dificuldades encontradas pelos alunos durante esses estudos domiciliares, sendo sanadas em sala de aula por meio de debates, discussões e resolução de exercícios temáticos.

1 UMA INTRODUÇÃO AO ESTUDO DO CALOR

TEMPERATURA

Para descrever fenômenos físicos é necessário considerar uma certa porção da matéria denominado sistema. Todo sistema é delimitado pelas suas fronteiras. O ambiente ou vizinhança do sistema é a região do espaço que interage com o sistema através das suas fronteiras.

Para estudar as propriedades de um sistema devemos definir certas grandezas macroscópicas que podem ser avaliadas mediante sensações fisiológicas diretas ou através de medidas mais sofisticadas. Por exemplo, quando ficamos descalço com um pé sobre um tapete e o outro sobre um piso de cerâmica, este parece mais frio que aquele, embora ambos estejam na mesma temperatura.

Para descrever essa sensação podemos afirmar que a temperatura do tapete é maior do que a temperatura da cerâmica. A temperatura de um sistema é uma grandeza macroscópica que indica o grau de agitação das moléculas que constituem o sistema.

Quando tocando dois corpos, podemos dizer qual dos dois possui a temperatura mais elevada. Entretanto, nossas sensações não são suficientes para determinar, com precisão a temperatura desse corpo. Para determinar a temperatura de um corpo utilizamos um dispositivo denominado termômetro.

Termômetros e escalas termométricas

Para avaliar a temperatura de um sistema é necessário usar um dispositivo chamado termômetro. A termometria é uma técnica baseada essencialmente na medida de alguma propriedade termoscópica. A propriedade termoscópica mais empregada na prática termométrica é o volume de uma substância.

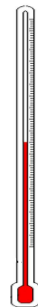
Um termômetro normalmente é constituído por um bulbo de vidro conectado a um tubo capilar também de vidro. O tubo capilar é um tubo com um raio muito pequeno (da ordem de 1 mm). Na Figura 1 indicamos o esquema básico de um termômetro de líquido. Um dos

líquidos (substância termométrica) mais empregados na construção de termômetros é o mercúrio, porque:

- é metal;
- é líquido;
- tem coeficiente de dilatação praticamente constante;
- se solidifica a -39°C e ferve a 359°C .

O uso do termômetro de mercúrio descrito acima se baseia no princípio de equilíbrio térmico. Quando colocamos o termômetro em contato com um corpo, ocorre uma troca de calor entre o corpo e o termômetro até que o sistema atinja o equilíbrio térmico. Neste equilíbrio térmico a temperatura do termômetro é igual à temperatura do corpo.

Figura 1: Termômetro de líquido



Fonte: Batista et al (2018)

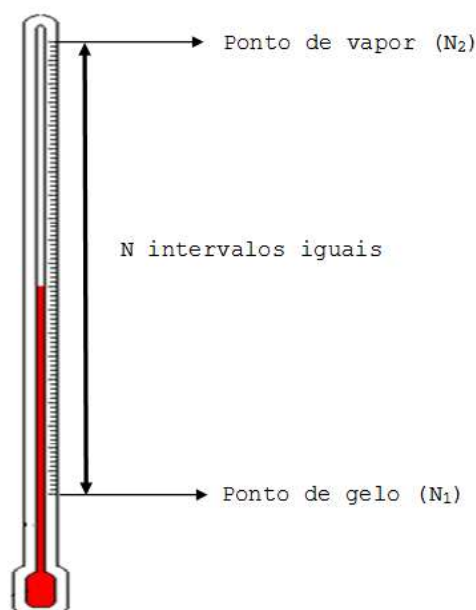
Para graduar um termômetro é necessário usar temperaturas de referencia que correspondam ao equilíbrio térmico de certos sistemas especiais. Os pontos fixos mais utilizados para a calibração de um termômetro e para a fixação de uma escala termométrica normalmente são os seguintes:

- 1) ponto de fusão ou ponto de gelo
- 2) ponto de ebulição ou ponto de vapor

Para graduar no termômetro uma escala termométrica faz-se necessário adotar duas temperaturas fixas como referência (ponto de gelo e ponto de vapor); a seguir basta dividir em N intervalos iguais a distância entre estes dois pontos fixos. Cada intervalo corresponde a um grau da escala considerada. Os dois pontos fixos mais utilizados na prática são: o ponto de fusão do gelo (0°C) e o ponto de vaporização da água (100°C), ambos relativos a uma pressão externa constante e igual a 1 atm. Na Figura 2 indicamos estes pontos de referência dos termômetros usuais. Escolhemos arbitrariamente um número N_1 , para o ponto de fusão do gelo e um número N_2 para o ponto de vaporização da água. Dividimos o intervalo ($N_2 - N_1$) em N partes iguais. Sendo assim, um grau numa determinada escala termométrica linear é numericamente dado por:

$$1 \text{ grau} = \frac{N_2 - N_1}{N}$$

Figura 2: Graduação de um Termômetro de líquido



Fonte: Batista et al (2018)

Os pontos fixos são constantes e fornecem sempre as mesmas temperaturas quando as condições externas são mantidas constantes. Contudo, a escala termométrica é arbitrária. O intervalo entre os dois pontos fixos pode ser dividido num número N arbitrário de partes iguais.

Neste produto vamos utilizar basicamente a escala Celsius, a escala Fahrenheit e a escala Kelvin. A escala Celsius, que utilizamos no Brasil é a escala mais utilizada no mundo, essa escala é definida atribuindo-se ao ponto de gelo e ao ponto de vapor da água, respectivamente, os valores de 0°C e 100°C, para uma pressão de 1atm. A escala Fahrenheit é utilizada principalmente nos países de língua inglesa, essa escala assinala 32°F para o ponto de gelo da água e 212°F para o ponto de vapor da água, como apresentado na figura 3.

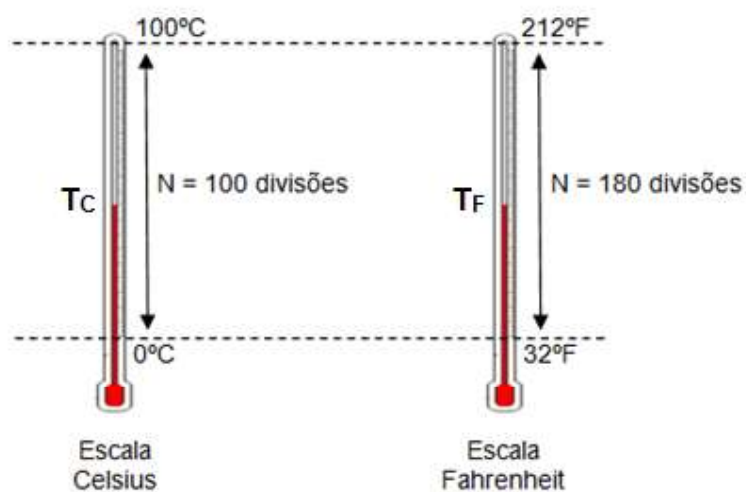


Figura 3: Relação entre as escalas termométricas Celsius e Fahrenheit

Fonte: Batista et al (2018)

Na escala Celsius, temos 100 divisões iguais entre os pontos fixos, cada divisão recebe o nome de grau Celsius. Na escala Fahrenheit, temos 180 divisões iguais entre os pontos fixos, cada divisão recebe o nome de grau Fahrenheit.

Os intervalos de temperaturas correspondentes nas duas escalas são proporcionais, assim as escalas podem ser relacionadas da seguinte forma:

$$\frac{T_C - 0}{T_F - 32} = \frac{100 - 0}{212 - 32}$$

$$T_C = \frac{5}{9} \cdot (T_F - 32)$$

essa equação de conversão normalmente é escrita da seguinte maneira:

$$\frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9}$$

A escala Kelvin foi definida variando-se experimentalmente a pressão de um gás mantendo seu volume constante. Por meio de uma extrapolação, Kelvin concluiu que quando a pressão do gás atinge o valor zero, ou seja, se anula, o gás apresenta a menor temperatura possível.

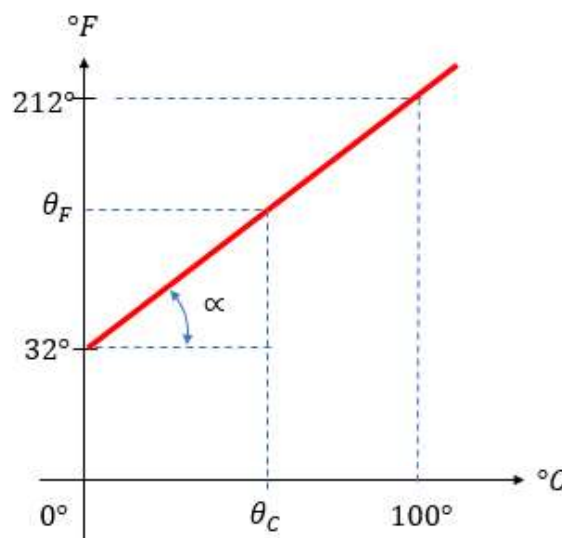
A seguir vamos apresentar outros métodos para se encontrar uma relação entre escalas termométricas, visto que a mesma é fruto de uma relação de proporção linear.

Utilizando o método da linearidade da função

Para apresentar esses métodos utilizaremos uma outra nomenclatura para temperatura:

$$\text{Temperatura} = T = \theta$$

Para converter duas escalas entre si, sabe-se que a equação gerada é do tipo 1º grau, ou seja, uma função linear e ai obtém-se o gráfico abaixo.



Observa-se nesta função que a temperatura Célsius seria a variável independente e a temperatura Fahrenheit a variável dependente e que o gráfico da função gerada é linear obedecendo a $f(^{\circ}\text{C}) = 32 + b\theta_{^{\circ}\text{C}}$ e que se compararmos com à função algébrica

linear que é dada por $f(x) = a + bx$ ou $y = y_0 + bx$, em que $\alpha = b$, e que são identificados como coeficiente angular da reta.

Para obter-se α e a temos que:

$$\tan \alpha = \frac{212 - 32}{100 - 0}$$

$$\tan \alpha = \frac{180}{100}$$

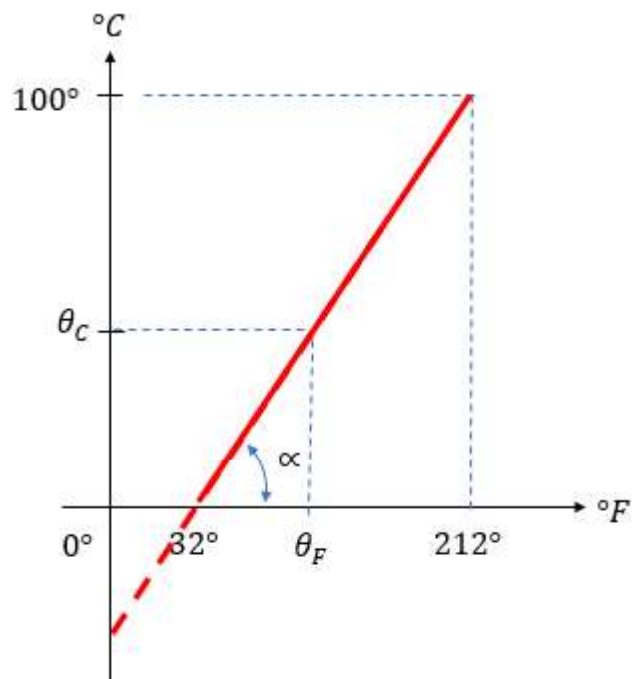
$$\tan \alpha = \frac{9}{5}$$

Logo α é:

$$\alpha = \frac{9}{5}$$

Portanto, a função ficaria da seguinte forma

$$\theta_{\circ F} = 32 + \frac{9}{5} \theta_{\circ C}$$



$$\tan \alpha = \frac{100 - 0}{212 - 32}$$

$$\tan \alpha = \frac{100}{180}$$

$$\tan \alpha = \frac{5}{9}$$

$$\theta_{\circ C} = \theta_{0_{\circ F}} + \alpha \theta_{\circ F}$$

$$\theta_{\circ C} = \theta_{0_{\circ F}} + \frac{5}{9} \theta_{\circ F}$$

Para se achar $\theta_{0_{\circ F}}$ precisa-se substituir os parâmetros do gráfico.

Tomando $\theta_{\circ C} = 0^{\circ C}$ e $\theta_{\circ F} = 32^{\circ F}$ temos que:

$$0 = \theta_{0_{\circ F}} + \frac{5}{9} 32$$

$$\theta_{0_{\circ F}} = -\frac{160}{9}$$

Então, substituindo o valor encontrado na equação temos:

$$\theta_{\circ C} = -\frac{160}{9} + \frac{5}{9} \theta_{\circ F}$$

$$\theta_{\circ C} = \frac{5}{9} (\theta_{\circ F} - 32)$$

Outro método didático de converter as escalas termométricas

Tem-se a escala Célsius como sendo a primeira da comparação e a escala Fahrenheit como sendo a segunda a ser comparada. Observa-se que a primeira tem um $\Delta\theta_{\circ C} = 100^{\circ C}$ e a segunda tem um $\Delta\theta_{\circ F} = 180^{\circ F}$, então, temos que o coeficiente angular α seja dado pela equação:

$$\alpha = \frac{(P_E - P_F)_{\circ C}}{(P_E - P_F)_{\circ F}}$$

Em que,

$$\Delta\theta_{\circ C} = (P_E - P_F)_{\circ C}$$

E que P_E seja o Ponto de Ebulição dessa escala, da mesma forma P_F é ponto de fusão da mesma escala.

Então, temos que:

$$\alpha = \frac{\Delta\theta_{\circ C}}{\Delta\theta_{\circ F}}$$

Então, pode se escrever uma equação genérica para todas as escalas, que é:

$$(\theta - P_F)_{\circ C} = \alpha(\theta - P_F)_{\circ F}$$

Fazendo a substituição tem-se

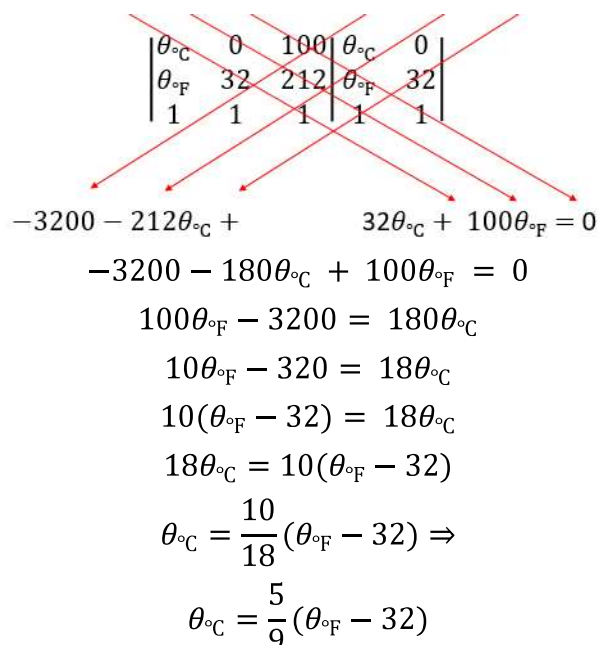
$$\alpha = \frac{100}{180} = \frac{5}{9}$$

$$(\theta - 0)_{\circ C} = \alpha(\theta - 32)_{\circ F}$$

$$\theta_{\circ C} = \frac{5}{9}(\theta_{\circ F} - 32)$$

Conversão de escalas utilizando o método por determinantes

Para ficar mais fácil à assimilação do aluno deve se utilizar uma matriz quadrada de 3 X 3 e aplicando a Regra de Sarrus pode ser observado que os resultados são mesmos.



$$\begin{vmatrix} \theta_{\circ C} & 0 & 100 & \theta_{\circ C} & 0 \\ \theta_{\circ F} & 32 & 212 & \theta_{\circ F} & 32 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{vmatrix}$$

$$-3200 - 212\theta_{\circ C} + 32\theta_{\circ C} + 100\theta_{\circ F} = 0$$

$$-3200 - 180\theta_{\circ C} + 100\theta_{\circ F} = 0$$

$$100\theta_{\circ F} - 3200 = 180\theta_{\circ C}$$

$$10\theta_{\circ F} - 320 = 18\theta_{\circ C}$$

$$10(\theta_{\circ F} - 32) = 18\theta_{\circ C}$$

$$18\theta_{\circ C} = 10(\theta_{\circ F} - 32)$$

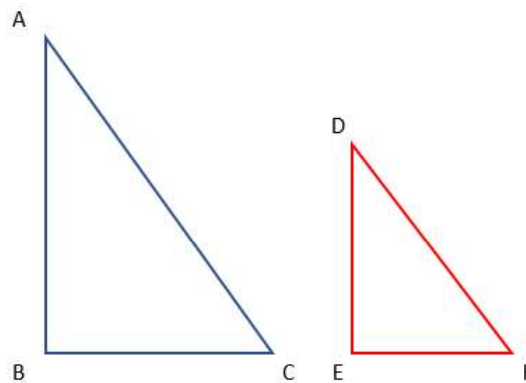
$$\theta_{\circ C} = \frac{10}{18}(\theta_{\circ F} - 32) \Rightarrow$$

$$\theta_{\circ C} = \frac{5}{9}(\theta_{\circ F} - 32)$$

Veja que todos os métodos levam ao mesmo resultado, cabendo ao docente aplicar o método mais confortável para demonstração aos alunos de uma forma que possa trazer mais segurança aos alunos, na hora de resolver suas tarefas.

Conversão de escalas utilizando o método da semelhança de triângulos

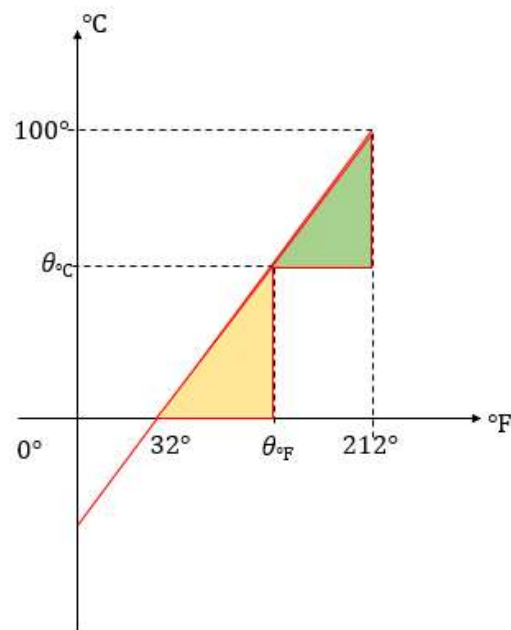
Quando se compara dois triângulos com mesmas características pode-se obter bons resultados com o comprimento de um dos lados do segundo triângulo. Observando dois triângulos semelhantes temos que:



A semelhança dos triângulos é obtida através de:

$$\frac{AB}{DE} = \frac{BC}{EF} = \frac{AC}{DF}$$

Se compararmos esta semelhança com triângulos formados da figura abaixo pode-se obter a equação de conversão entre essas escalas. Veja a seguir:



Observa-se que a semelhança leva direto a equação de conversão de escalas.

$$\frac{(100 - \theta_{\text{°C}})}{(\theta_{\text{°C}} - 0)} = \frac{(212 - \theta_{\text{°F}})}{(\theta_{\text{°F}} - 32)}$$

$$\frac{100 - \theta_{\text{C}}}{\theta_{\text{C}}} = \frac{(212 - \theta_{\text{F}})}{(\theta_{\text{F}} - 32)}$$

$$\theta_{\text{C}}(212 - \theta_{\text{F}}) = (\theta_{\text{F}} - 32)(100 - \theta_{\text{C}})$$

$$212\theta_{\text{C}} - \theta_{\text{C}} \cdot \theta_{\text{F}} = 100\theta_{\text{F}} - \theta_{\text{C}} \cdot \theta_{\text{F}} - 3200 + 32\theta_{\text{C}}$$

$$212\theta_{\text{C}} - 32\theta_{\text{C}} = 100\theta_{\text{F}} - 3200$$

$$180\theta_{\text{C}} = 100\theta_{\text{F}} - 3200$$

$$\theta_{\text{C}} = \frac{(100\theta_{\text{F}} - 3200)}{180}$$

$$\theta_{\text{C}} = \frac{100(\theta_{\text{F}} - 32)}{180}$$

$$\theta_{\text{C}} = \frac{5}{9}(\theta_{\text{F}} - 32)$$

CALOR

Colocando-se dois corpos com temperaturas diferentes em contato, verificamos que depois de um certo tempo, denominado tempo de relaxamento do sistema, a temperatura dos dois corpos se iguala. Quando os dois corpos passam a ter a mesma temperatura, dizemos que eles atingiram o equilíbrio térmico. Mas para isso o corpo de maior temperatura forneceu energia térmica (ou calor) para o corpo de menor temperatura.

Podemos então afirmar que a energia térmica (ou o calor) é uma quantidade de energia que se transfere de um corpo de maior temperatura para um corpo de menor temperatura. Assim, a transmissão de calor de um corpo para outro ocorre sempre que existe uma diferença de temperatura entre os dois corpos.

Como já vimos, calor é o nome dado para quantidade de energia que se transfere de um corpo para o outro devido a diferença de temperatura entre eles, assim as unidades de calor devem ser necessariamente unidades de energia. No Sistema Internacional (SI) a unidade de calor é o Joule (j), contudo, na prática, se usa muito a unidade caloria (cal).

A caloria pode ser definida da seguinte forma: *uma caloria é a quantidade de calor que se deve fornecer a 1 grama de água pura para elevar sua temperatura de 14,5°C para 15,5°C sob pressão de 1 atmosfera.*

Experiências realizadas por Joule e por outros cientistas da época mostram que:

$$1 \text{ caloria} = 4,18 \text{ Joules}$$

Capacidade térmica e calor específico

A capacidade térmica (C) de um corpo indica a quantidade de calor que esse corpo deve receber ou ceder para que sua temperatura varie uma unidade, ou seja, a capacidade térmica é uma característica do corpo.

Defini-se capacidade térmica (C) como sendo:

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

onde Q é a quantidade de calor medida em *cal*, ΔT é variação de temperatura medida em $^{\circ}\text{C}$ e C é a capacidade térmica medida em *cal*/ $^{\circ}\text{C}$.

Se dividirmos o valor da capacidade térmica (C) de um determinado corpo pela sua massa (m), encontraremos o calor específico de da substância que compõe esse corpo. Assim podemos dizer que o calor específico (c) indica a quantidade de calor que cada unidade de massa do corpo precisa receber ou ceder para que sua temperatura varie uma unidade.

Define-se calor específico (c) como sendo:

$$c = \frac{C}{m}$$

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

onde Q é a quantidade de calor medida em *cal*, m é a massa em *g*, ΔT é variação de temperatura medida em $^{\circ}\text{C}$ e c é calor específico medido em $\frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^{\circ}\text{C}}$.

O quadro 4 apresenta valores do calor específico para alguns materiais.

Quadro 1: Calor específico à temperatura ambiente de algumas substâncias

Substância	Calor específico em $\frac{\text{cal}}{\text{g}\cdot^{\circ}\text{C}}$
Água	1,00
Álcool	0,59
Alumínio	0,219
Cobre	0,093
Ferro	0,119
Chumbo	0,031

Fonte: Os autores (2020).

É importante ressaltar que o calor específico é uma característica da substância, portanto, não se pode ter duas substâncias com o mesmo calor específico, enquanto a capacidade térmica é uma característica do corpo, sendo assim, pode-se ter dois corpos com a mesma capacidade térmica.

Equação fundamental da calorimetria

Vamos considerar dois corpos A e B, com temperaturas $T_A > T_B$, haverá, então, passagem de energia térmica do corpo A para o corpo B, até que os dois corpos atinjam o equilíbrio térmico. A quantidade de calor trocada entre os corpos A e B pode ser calculada com a expressão abaixo:

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

Em que:

Q é a quantidade de calor sensível (cal), m é a massa do corpo (g), c é o calor específico (cal/g °C) e ΔT é a variação de temperatura (°C)

Se:

$Q > 0$ (calor recebido pelo corpo)

$Q < 0$ (calor cedido pelo corpo)

Princípio das trocas de calor

Se dois corpos com diferentes temperaturas ao serem postos em contato trocam calor até atingirem o equilíbrio térmico podemos determinar agora a temperatura de equilíbrio do sistema.

Durante uma troca de calor entre dois corpos, o corpo de maior temperatura sempre fornece calor e o corpo de menor temperatura sempre recebe calor até que as temperaturas se igualem. O princípio das trocas de calor diz que toda a quantidade de calor fornecida por um corpo deve ser integralmente recebida pelo outro corpo, assim:

$$\begin{aligned} |Q_{recebido}| &= |Q_{fornecido}| \\ +Q_r &= -Q_f \\ +Q_r + Q_f &= 0 \\ \sum Q &= 0 \end{aligned}$$

Calor latente

Quando uma substância muda de fase, o calor trocado com o ambiente é diretamente proporcional a massa da substância que muda de estado de agregação, ou seja, a quantidade de calor trocada e a massa da substância permanece constante durante a transição de fase. A essa quantidade de calor por unidade de massa da substância dá-se o nome de calor latente da transição de fase, aqui designado pela letra L .

Assim:

$$L = \frac{Q}{m}$$

Pela definição de calor latente da transição de fase temos que:

$$Q = m \cdot L$$

onde m é a massa total da substância (g), L é calor latente da transição de fase (cal/g) e Q a quantidade de calor trocada com o ambiente (cal).

2 PASSOS PARA CRIAR UM APLICATIVO

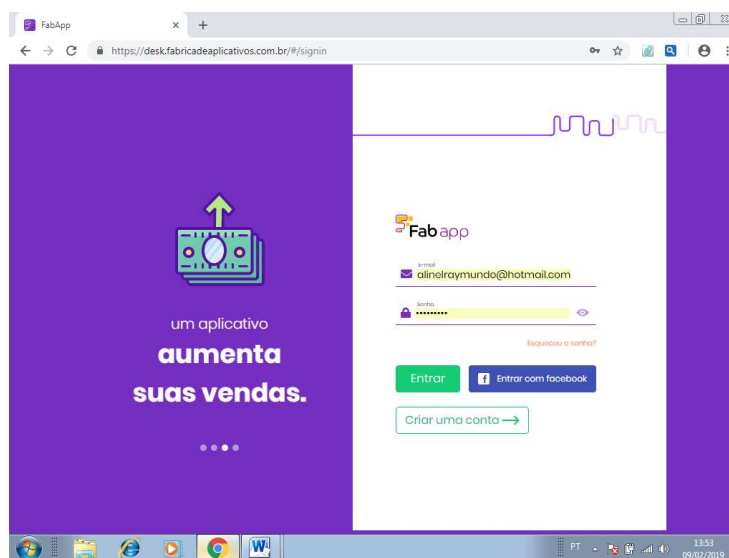
Este app foi produzido e dividido em ícones que podem ser acessados através de dispositivos móveis e até mesmo computadores conectados à internet.

Para a criação, o acesso é através do site www.fabricadeaplicativos.com.br. É necessário realizar um cadastro para criar o aplicativo que terá acesso com o e-mail e senha para acessar e alterar o aplicativo assim que houver necessidade.



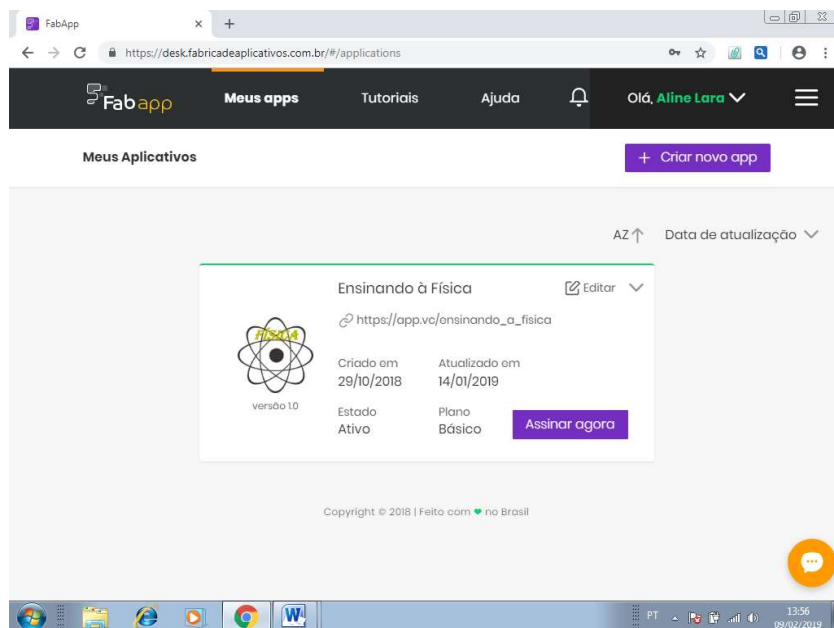
Fonte:¹ <https://fabricadeaplicativos.com.br/>

Ao entrar no site www.fabricadeaplicativos.com.br, e realizar o cadastro, será feito o acesso clicando na opção PTBR (português) e ENTRAR.

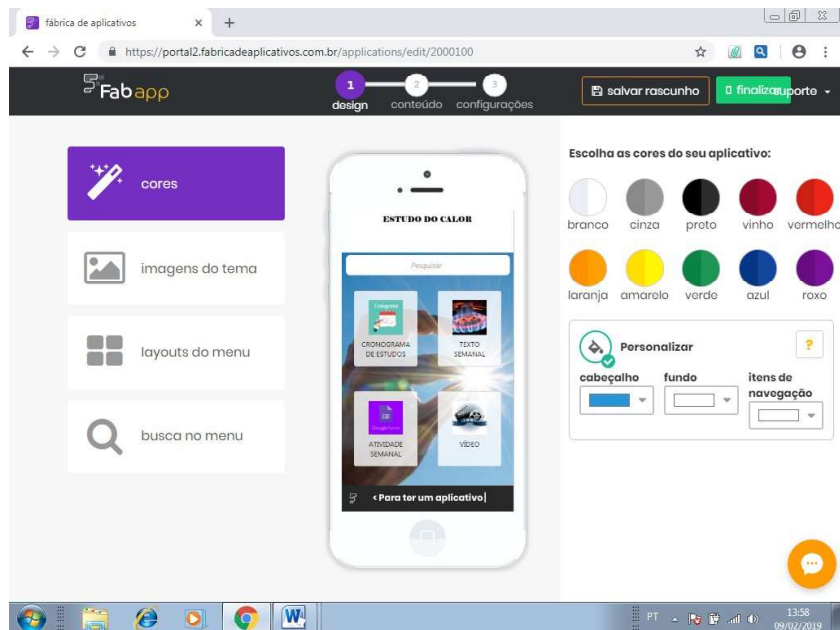


¹ Todas as imagens foram retiradas do mesmo site.

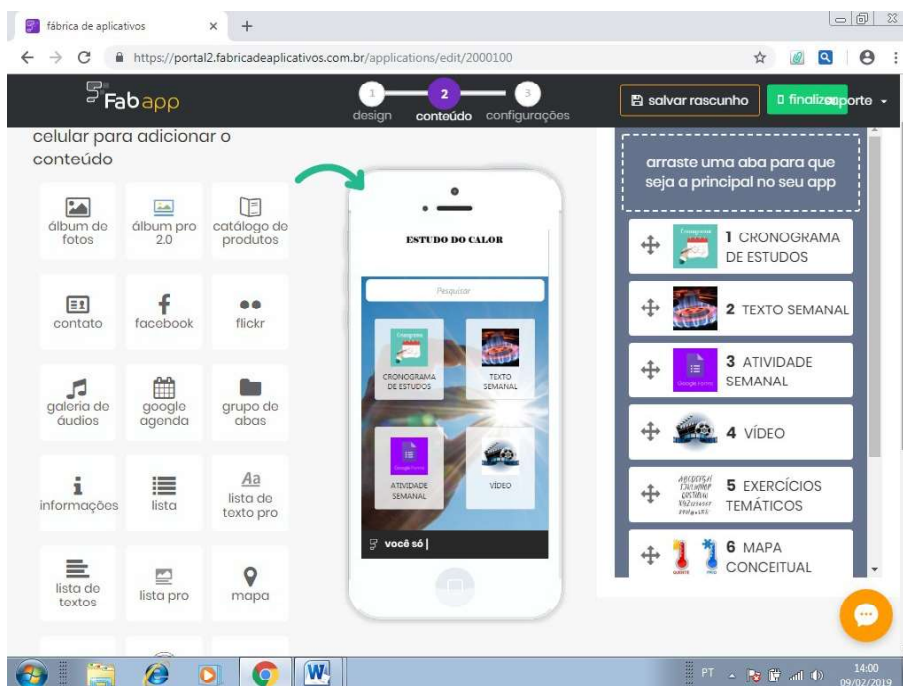
Acessando o aplicativo através do e-mail e senha obtida no cadastro realizado.



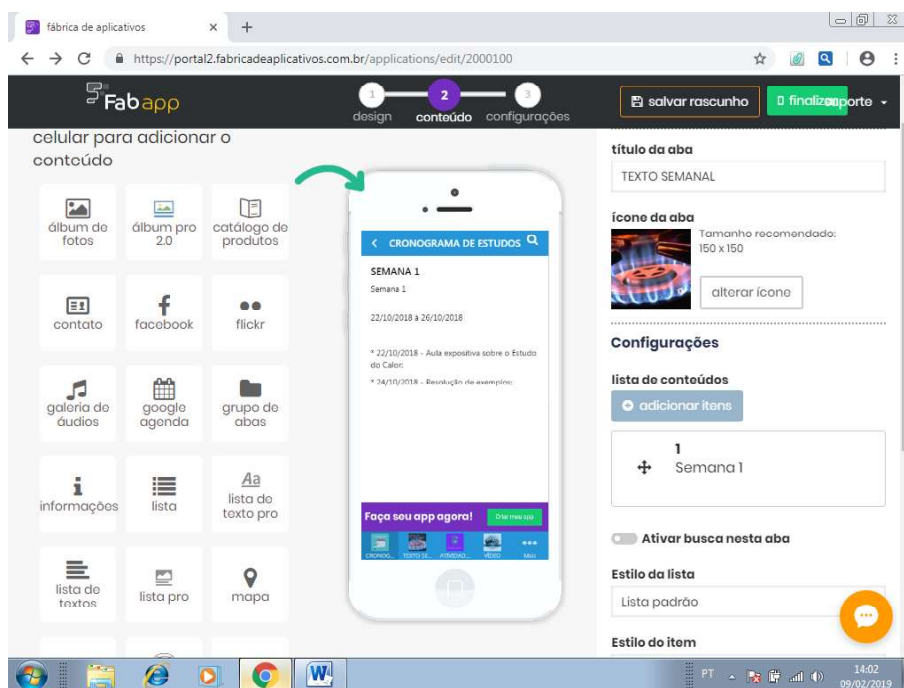
Clique em + criar novo app, neste caso como o aplicativo se encontra em fase de construção, vamos clicar em Editar.



Podemos atualizar a qualquer momento necessário o design de abertura do aplicativo.

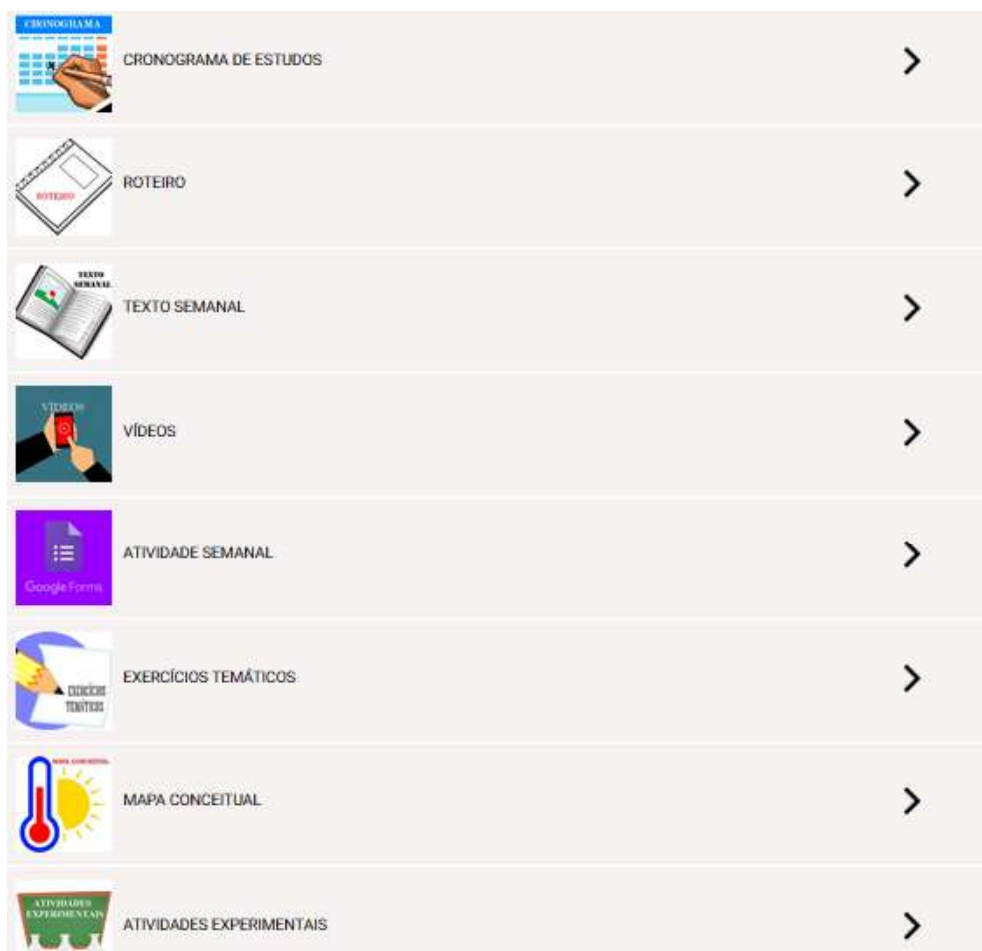


No lado direito da tela é possível alterar o formato do conteúdo do aplicativo, visualizar através do modelo de celular no meio e no lado esquerdo os ícones criados para ser usado no aplicativo, onde após a sua publicação no app, ficará visível somente as abas conforme ilustração.



3 ESTRUTURA DO APLICATIVO CRIADO PARA O ESTUDO DO CALOR

Após o app produzido a tela de abertura ficou constituída por vários ícones, como apresentados na figura a seguir.



Fonte: os autores

A seguir detalhamos em que constitui cada ícone da tela inicial.

CRONOGRAMA DE ESTUDOS

Este aplicativo será programado com atividades semanais, conforme o andamento do conteúdo da disciplina, e com isto foi disponibilizado uma aba com o cronograma de estudos, para que o aluno tenha o conhecimento do que será trabalhado em cada semana.

ROTEIRO

Por meio deste os alunos poderão verificar a estrutura do método de estudo, a necessidade do acesso antecipado a cada aula.

TEXTO SEMANAL

Será disponibilizado para o aluno, textos sobre o assunto do conteúdo sobre Calor.

ATIVIDADE SEMANAL

Através da ferramenta Google Forms, o professor tem a possibilidade de construir perguntas, com pontuação por acertos e disponibilizar para os alunos através de aba para que ele mesmo responda através do seu celular e o professor terá acesso as repostas com um gráfico com porcentagens de erros e acertos obtidos pelos alunos.

VÍDEO

É uma aba de apoio, onde os alunos poderão ter acesso a vídeos disponibilizado pelo professor para um melhor entendimento do conteúdo que está sendo trabalhado.

EXERCÍCIOS TEMÁTICOS

Os exercícios serão realizados em casa e será entregue para o professor utilizar como atividade avaliativa para o trimestre, que para ser respondido será necessário o aluno ter acessado o texto semanal e os vídeos disponibilizados.

MAPA CONCEITUAL

É uma ferramenta de estudo, onde classificamos o conteúdo abordado para auxiliar na compreensão dos alunos, e cria uma ligação entre os assuntos que fazem parte do conhecimento deste tema.

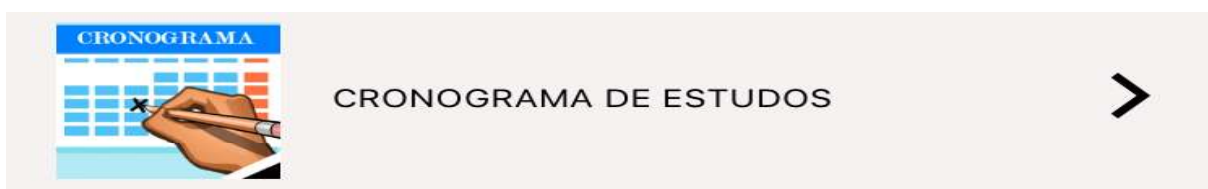
ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

Este ícone vem para auxiliar e facilitar as aulas práticas, onde o roteiro de práticas para o assunto do conteúdo já vem para quando o professor agendar a aula em laboratório o aluno já tem o conhecimento do material utilizado para ser providenciado com antecedência e todo o roteiro da aula.

4 ORIENTAÇÕES PARA A UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO

Seguimos nesta sequência de ensino, visualizando os ícones disponíveis no aplicativo, relacionados ao conteúdo da Física, separados semanalmente e por aula, sendo 02 aulas semanais, com um total de 06 aulas em 03 semanas.

Como apoio aos estudantes, o ícone “cronograma de estudos” serve para auxiliá-los durante a sequência, onde temos acesso antecipadamente aos temas abordados durante as aulas.



Desta forma, relatamos o conteúdo apresentado no ícone do cronograma, como proposta da sequência de ensino implementada para o estudo do calor, na disciplina de Física.

Sendo assim, introduzimos um ícone intitulado como “roteiro” de acordo com o ícone roteiro, para que os indivíduos sejam norteados detalhadamente sobre as formas de estudos e atividades aplicadas antecipadamente, tendo em destaque atividade domiciliar e o que será visto em sala de aula, separada por semana e individualmente por aula.

Durante a construção deste app para o estudo do calor, pensamos em uma forma de detalhar especificamente as aulas e o tempo utilizado durante a implementação da sequência de ensino. E assim, inserimos especificamente um calendário de estudos.

**PROPOSTA DA SEQUÊNCIA DE ENSINO IMPLEMENTADA -
MNPEF**

TURMA 2ª ANO A

PERÍODO: 21/10/2019 a 05/11/2019

SEMANA 1

AULA 1 (21/10/2019) – Mapa Conceitual inicial sobre Calor;

AULA 2 (22/10/2019) – Calor, Temperatura e Escalas Termométricas;

SEMANA 2

AULA 1 (28/10/2019) – Conversão de escalas termométricas;

AULA 2 (29/10/2019) – Calor sensível;

SEMANA 3

AULA 1 (04/11/2019) - Calor latente;

AULA 2 (05/11/2019) - Atividades práticas e Mapa Conceitual final sobre Calor;



ROTEIRO



No início da implementação desta sequência de ensino, devemos informar aos alunos a necessidade do acesso antecipado a cada aula, pois de acordo com o roteiro de estudos, utilizamos uma metodologia chamada de Jist-In-Time Teaching (JiTT) conhecida como o Ensino Sob Medida, constituída por 3 etapas consideradas importantes para os autores Araújo e Mazur (2013), que ressalvam o estudo antecipado através de leitura de textos, vídeos complementando o tema a ser trabalhado e a realização de atividades domiciliar, possibilitando o professor identificar as principais dificuldades de cada educando.

<p>SEMANA 1</p>	<p>AULA 1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mapa Conceitual inicial sobre Calor; • Atividade domiciliar para próxima aula <p>* <u>Leitura:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Texto 1 - "Interrogatório com o Calor"; - Texto 2 - Temperatura e Calor; <p>* <u>Vídeos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - A diferença entre Calor e Temperatura; - Conceitos de Calor e Temperatura; <p>* Responder <u>Google Forms:</u></p>
<p>SEMANA 1</p>	<p>AULA 2</p> <p>Tema: Calor, Temperatura e Escalas Termométricas;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sala de aula <p>* <u>Retomada dos textos</u> 1 e 2;</p> <p>* <u>Resolução dos exercícios temáticos</u> (Calor e Temperatura);</p> <p>* <u>Leitura:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Texto 3 - Escalas Termométricas; - Discussão do texto 3; <p>* <u>Apresentação do Termômetro e Tesômetro;</u></p>
	<p>AULA 1</p> <p>Tema: Conversão de escalas termométricas;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atividade domiciliar <p>* <u>Leitura:</u> Texto 1 - Conversão de escalas termométricas;</p> <p>* <u>Vídeo:</u> Conversão de escalas termométricas;</p> <p>* Responder <u>Google Forms:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sala de aula <p>* <u>Retomada do texto</u> 1;</p> <p>* <u>Resolução dos exercícios temáticos</u></p>

<p>SEMANA 2</p>	<p>(Escala termométrica e conversão de escalas);</p> <p>AULA 2</p> <p>Tema: Calor sensível;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atividade domiciliar <ul style="list-style-type: none"> * <u>Leitura:</u> Texto 2 - Calor sensível; * <u>Vídeo:</u> Calor sensível; * Responder <u>Google Forms:</u> • Sala de aula <ul style="list-style-type: none"> * <u>Retomada do texto 2;</u> * <u>Resolução dos exercícios temáticos</u>
<p>SEMANA 3</p>	<p>AULA 1</p> <p>Tema: Calor latente;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atividade domiciliar <ul style="list-style-type: none"> * <u>Leitura:</u> Texto 1 - Calor latente; * <u>Vídeo:</u> Calor latente; * Responder <u>Google Forms:</u> • Sala de aula <ul style="list-style-type: none"> * <u>Retomada do texto 1;</u> * <u>Resolução dos exercícios temáticos;</u> * Apresentar as <u>atividades experimentais:</u> Experimento 1. <p>AULA 2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mapa Conceitual final sobre Calor; • Sala de aula <ul style="list-style-type: none"> * <u>Apresentação das atividades práticas</u> sobre Calor; * <u>Aplicação questionário final.</u>



Informamos que no ícone de “atividade semanal”, o professor tem acesso aos alunos que participarão dos estudos fora do ambiente escolar, através de uma relação de e-mails para todos que responderam os formulários online construídos através da plataforma do Google Forms, e ainda visualiza os percentuais de cada alternativa assinalada individualmente ou coletivamente, e a pontuação de cada estudante que finalizou a atividade.

Neste ícone, incluímos uma programação das aulas, para que os educandos possam ter acesso das atividades programadas no ambiente interno e externo da sala de aula, e também antecipar os conhecimentos dos temas a ser visto.

Texto Semanal

De acordo com os conteúdos específicos no planejamento das aulas do professor, os textos definidos por materiais didáticos referentes ao segundo ano do ensino médio. Araújo e Mazur (2013) consideram importante a leitura previamente realizada pelo aluno, como estimulação de bons hábitos que vem sendo considerada atualmente uma prática crucial pelo estudante.

SEMANA 1

TEXTO 1 – UM INTERROGATÓRIO COM O CALOR

(extraído do livro Calor e Temperatura. Coleção Física, um outro lado, de Figueiredo, A. e Pietrocola, M. São Paulo: Editora FTD S. A. 1998. p. 10-12.)

O elemento calor atendeu imediatamente à intimação. Já o outro preferiu esquivar-se. E, pasmem, um depoimento decisivo nos surpreendeu! Veja a íntegra do interrogatório com o calor:

- Qual o seu nome?

- Calor.

- Então é você que provoca as secas, algumas queimadas e outros tantos acontecimentos?

- É... mas também sou responsável pelas chuvas...

- Como? Quer dizer que é você culpado pelas cheias, pelas enchentes?

- Sim. No fundo, sou.

- Tentamos marcar um encontro entre você e o frio, mas, como pode ver, ele não apareceu.

- Eu sabia que ele não viria...

- Como você sabia? Ele o avisou?

- Não, não... Ele não existe! Nunca existiu! Na verdade, sou o responsável pelas geadas, pelas tempestades de neve etc.

- O quê? Como você pode esquentar e esfriar?

- Não se espante. Posso explicar como tudo acontece. Mas talvez fosse melhor começar por um caso em particular. O senhor já deve ter se esquentado, pela manhã, com a chegada dos primeiros raios solares, não é?

- Sim, claro. Principalmente nas manhãs de verão.

- E também já deve ter pegado um dia de inverno, com o céu encoberto, em que sentiu os pés gelarem.

- Claro que sim. Mas por que tantas perguntas?

- Pois bem, sou o responsável por essas situações. Chego diariamente em grande quantidade na Terra, vindo do Sol. Na verdade, uma grande estrela, cuja superfície apresenta uma temperatura de 6 000 °C... É muito quente.

- Se você vem de um lugar em que a temperatura é de 6 000 °C, é razoável que possa esquentar. Mas e sobre as geadas e a sensação de frio? Como isso é possível?

- Calma, eu chego lá. Tenha um pouco de paciência. O Sol não me envia sozinho, mas em “bandos”. Todos nós aquecemos, mas alguns fazem outras coisas além disso. Uns vêm com a função de colorir o mundo na forma de luzes: vermelha, laranja, amarela, verde, azul, anil e violeta. Outros não são visíveis como a luz, mas tem a capacidade de esquentar muito a pele humana, como a radiação infravermelha. E ainda há a radiação ultravioleta, que em excesso pode fazer mal aos seres vivos, pois pode modificar o código genético das células.

- Espere um momento. Quer dizer que você e a radiação solar são a mesma coisa?

- Nesse caso, sim. Mas nem sempre isso ocorre...

- Você está me deixando confuso. Afinal de contas, quem é você? Ou melhor, o que é você? Até agora não me disse como pode produzir geadas e frio...

- Desculpe se estou complicando as coisas. Vou tentar explicar melhor. Na realidade, as pessoas me associam com as mudanças de temperatura dos corpos, mesmo que isso nem sempre seja verdade. Quando uma chama aquece uma panela com água, por exemplo, dizem que estive lá. O mesmo ocorre se no lugar da chama for colocado carvão em brasa...

- Agora estou me lembrando de alguns relatos antigos, nos quais as pessoas afirmavam que ao pôr um corpo quente em

contato com um frio, havia passagem de um fluido do primeiro para o segundo. Então você é esse tal fluido!

- Essas histórias são muito antigas... As pessoas nem se lembram mais delas.

- Não é bem assim... Muita gente ainda se lembra disso. Acreditava-se que você se escondia no fogo e de lá seguia para toda vizinhança, esquentando tudo ao seu redor. Havia até quem dissesse que, ao se instalar nos corpos, você aumentava o “peso” deles. Você era chamado por alguns de calórico.

- Tudo engano. Não sou um fluido nem nada de material. É que as pessoas são curiosas e, ao tentarem compreender os fenômenos envolvendo as sensações térmicas de quente e frio, usavam informações e ideias disponíveis na época. Percebiam que, ao receber calor, uma barra de ferro dilatava um pouco e concluíam que a dilatação ocorria porque o ferro ganhara algo. Esse “algo” deveria ser um tipo de matéria e, portanto, o corpo aquecido tinha seu “peso” aumentado.

- É, e depois pararam de falar desse tal calórico.

- Pararam porque, entre outras coisas, ao “pesarem” alguns corpos que ganhavam calor viram que o “peso” não variava.

- Esse resultado deve ter sido inesperado. Como os estudiosos da época reagiram a isso?

- A natureza é cheia de surpresas. A todo momento ela nos desafia, exigindo novas ideias. A reação de muitos foi abandonar a ideia de fluido e adotar outra. Outros insistiam na existência do calórico, porém, como um fluido sem massa.

- Tudo bem. Já entendi como você esquentas as coisas e que não é um fluido. Mas estou ficando irritado com a sua má vontade em responder minha pergunta: Como você consegue fazer gelo?

- Espere um pouco. Não falei isso. Afinal, não sou uma geladeira. Disse que também sou responsável pelas coisas frias. Mas é por omissão!

- Por ação ou por omissão, para mim dá no mesmo! Pode ir se explicando... E sem rodeios!

- Pois bem. Vamos voltar a radiação solar. Qualquer uma das radiações, ao ser absorvida pelos objetos, aumenta a vibração de suas moléculas. É uma magnífica transformação de energia! Essa vibração que as moléculas ganham provoca o aumento de temperatura do corpo.

- Muito interessante...

- Ao ficarem quentes, os objetos transformam-se numa eficiente fonte de calor. E aí estou eu novamente, entrando em cena com cara nova.

- Tudo bem, tudo bem. Só que você ainda não explicou como pode esfriar as coisas...

- Estou chegando lá. Se o Sol não enviasse uma quantidade enorme de radiação para a Terra, de onde as moléculas da superfície terrestre ganhariam energia para vibrar? Se não vibrassem, permaneceriam frias. Quanto menos vibrarem, mais baixa será a temperatura do corpo que elas constituem. Ou seja, o corpo que não ganhar calor permanecerá gelado.

- E os objetos que já estão quentes?

- Pois é... Os corpos que já se encontram com temperatura elevada podem esfriar ao perder calor, isto é, ao cedê-los para a vizinhança. Sou eu “caindo fora” da situação.

- É um verdadeiro crime de omissão deixar essas moléculas com pouco ou sem movimento algum!

- Não é possível contentar todos ao mesmo tempo!

- Quer dizer que o frio não existe?

- Isso mesmo. O que existe é o calor, uma maravilhosa sensação que o senhor não vê mas sente na própria pele! Minha ausência deixa os corpos frios. Que tal conhecer-me ainda melhor?

TEXTO 2 - TEMPERATURA E CALOR

Temperatura e calor são dois conceitos bastante diferentes e que muitas pessoas acreditam se tratar da mesma coisa. No entanto, o entendimento desses dois conceitos se faz necessário para o estudo da termologia. Também chamada de termofísica, a termologia é um ramo da física que estuda as relações de troca de calor e manifestações de qualquer tipo de energia que é capaz de produzir aquecimento, resfriamento ou mudanças de estado físico dos corpos, quando esses ganham ou cedem calor. Os átomos e moléculas que constituem a matéria nunca estão completamente imóveis. Mesmo que se esteja observando um material relativamente estático, parado. Ao contrário, essas partículas estão sempre animadas de um movimento vibratório, cuja amplitude depende do estado físico da matéria.

Esse movimento vibratório constitui uma forma de energia cinética, denominada energia térmica. Quanto maior é a agitação das partículas de um corpo, maior é a energia térmica desse corpo.

A manifestação da energia térmica de um corpo pode ser percebida pelos órgãos sensoriais de nossa pele e nos dá a sensação de frio ou calor. Essa manifestação é popularmente chamada temperatura e, em física, recebe o nome de estado térmico do corpo. Quanto maior é o grau de agitação das partículas de um corpo, maior é sua temperatura, ou seja, mais elevado é o seu estado térmico.

energia térmica pode transferir-se de um corpo para outro, mas sempre se transfere do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura. Para que a transferência ocorra, é preciso que exista entre os dois corpos uma diferença de temperatura. A energia transferida é chamada calor. Assim, a temperatura de um corpo, sua energia térmica e a agitação de suas partículas alteram-se quando esse corpo recebe ou cede calor. A transferência de calor somente termina quando os dois corpos em contato atingem a mesma temperatura, um estado denominado equilíbrio térmico.

Então:

Temperatura

É a grandeza física associada ao estado de movimento ou a energia cinética das partículas que compõem os corpos. A chama de

uma vela pode estar numa temperatura mais alta que a água do lago, mas o lago tem mais energia térmica para ceder ao ambiente na forma de calor. No cotidiano é muito comum as pessoas medirem o grau de agitação dessas partículas através da sensação de quente ou frio que se sente ao tocar outro corpo. No entanto não podemos confiar na sensação térmica. Para isso existem os termômetros, que são graduados para medir a temperatura dos corpos.

Calor

É definido como sendo energia térmica em trânsito e que flui de um corpo para outro em razão da diferença de temperatura existente entre eles, sempre do corpo mais quente para o corpo mais frio. No verão, um lago pode armazenar energia térmica durante o dia e transferi-la ao ambiente à noite na forma de calor.

TEXTO 3 – ESCALAS TERMOMÉTRICAS

Celsius

Existem várias escalas para expressar numericamente a temperatura dos corpos; uma delas é a escala **Celsius**, proposta em 1742 pelo astrônomo sueco Anders Celsius (1701-1744). Outra escala utilizada principalmente nos países de língua inglesa é a Fahrenheit, proposta em 1727 pelo físico alemão Gabriel Daniel Fahrenheit (1686-1736).

Fahrenheit

As escalas Celsius e **Fahrenheit** são escalas são escalas relativas e construídas adotando-as como referências a fusão do gelo e a ebulição da água, ambas à pressão normal de 1 atm. Essas referências ficaram conhecidas como **pontos fixos**. Nas escalas Celsius e Fahrenheit, adotou-se, respectivamente, ao 1º ponto fixo (fusão do gelo) 0 °C e e 32 °F e, ao 2º ponto fixo (ebulição da água), 100 °C e 212 °F.

Kelvin

A escala absoluta criada por Kelvin possui divisões iguais às da escala Celsius. Portanto, para cada variação de 1°C, tem-se a variação de 1 K. Por essa razão, a escala **Kelvin** é também chamada de escala absoluta da escala Celsius. Por volta do século XIX, o cientista inglês William Thompson (1824-1907), mais conhecido como Lorde Kelvin, percebeu, através de experimentação, que quando um gás a volume constante era resfriado de 0°C a -1°C sua pressão diminuía cerca de 1/273 do valor inicial. Sendo a pressão do gás uma consequência da agitação térmica das partículas, Kelvin concluiu que a temperatura deveria diminuir de 273°C até que cessasse o movimento das partículas, ou seja, o estado de agitação térmica das partículas deveria ser nulo, e adotou o valor -273 °C como origem da escala absoluta: 0 K (zero Kelvin) ou **zero absoluto**. No mundo físico não há temperatura abaixo desse valor. O **zero absoluto** é um estado térmico que existe teoricamente, mas na prática nunca foi atingido. Na realidade, ele é inatingível.

Medidas de Temperatura

O principal instrumento para a medição de temperatura é o termômetro, que é constituído por um tubo graduado com um líquido em seu interior (mercúrio ou álcool). O Termômetro é feito de maneira que o líquido que se encontra em seu interior se expande devido a alta temperatura e quando se encontra a uma baixa temperatura ele se contrai no tubo, criando um movimento de subir e descer conforme a variação de temperatura. Quando um termômetro inicia seu funcionamento devemos observar que ao expandir ou contrair, podemos ver o líquido que encontra em seu interior através do tubo graduado a sua temperatura, nas diferentes escalas termométricas existentes na marcação do termômetro, que na maioria das vezes são: Celsius e Fahrenheit (Sistema Internacional-SI).

SEMANA 2**TEXTO 1 – CONVERSÃO DAS ESCALAS TERMOMÉTRICAS**

ESCALAS TERMOMÉTRICAS	PONTO DE FUSÃO	PONTO DE EBULIÇÃO
Celsius (°C)	0 °C	100 °C
Fahrenheit (°F)	32 °F	212 °F
Kelvin (K)	273 K	373 K

Como as três escalas termométricas são utilizadas em lugares diferentes, é interessante saber a forma de converter uma em outra. Para isso, basta utilizar a seguinte relação:

$$\frac{T_c}{5} = \frac{T_f - 32}{9} = \frac{T_k - 273}{5}$$

- T_c = Temperatura em graus Celsius
- T_f = Temperatura em graus Fahrenheit
- T_k = Temperatura Kelvin

EXEMPLOS

1) Transformar 150 K para a escala Celsius. Para transformar a temperatura 150 K (Kelvin) para graus Celsius, basta utilizar a expressão:

Resolução:

$$T_c = T_k - 273$$

$$T_c = 150 - 273$$

$$T_c = - 123 \text{ °C}$$

2) Transformar 75 °F para a escala Celsius. Para transformar a temperatura 150 K (Kelvin) para graus Celsius, basta utilizar a expressão:

Resolução:

$$\underline{T_c = \frac{T_f - 32}{5 \cdot 9}}$$

$$\underline{T_c = \frac{75 - 32}{5 \cdot 9}}$$

$$9 \cdot T_c = 5.43$$

$$9T_c = 215$$

$$T_c = \frac{215}{9}$$

$$T_c = 23,88^\circ\text{C}$$

TEXTO 2 – CALOR SENSÍVEL

Calor sensível é a quantidade de calor que é transferida entre os corpos, produzindo, assim, uma variação em sua temperatura. O calor sensível é transferido até que os corpos atinjam o equilíbrio térmico. Diferentemente do calor latente, o calor sensível não muda a estrutura física dos corpos, apenas causa uma mudança em sua temperatura.

Modelo matemático para cálculo do calor sensível

A fórmula utilizada para calcular a quantidade de calor sensível que é transferida de, ou para um corpo é dada pela equação fundamental da calorimetria:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t$$

onde,

Q = calor (J ou C)

m = massa (kg ou g)

c = calor específico (J/kg. K ou cal/g.°C)

Δt = variação da temperatura

O modelo acima mostra que a variação de temperatura sofrida por um corpo é diretamente proporcional à quantidade de calor que lhe é fornecida e inversamente proporcional à sua massa e ao seu calor específico. Essa última grandeza, o calor específico, mede a quantidade de calor necessária para variar a temperatura para cada unidade de massa de uma determinada substância, sem que lhe ocorram quaisquer mudanças de estado físico.

Calor sensível e Capacidade térmica

O calor sensível também pode ser definido e calculado a partir da capacidade térmica. A capacidade térmica é uma propriedade do corpo diferente do calor específico, que é uma propriedade inerente à substância da qual o corpo é feito. A capacidade térmica de um corpo depende tanto do calor específico quanto de sua massa, no entanto, ela também pode ser calculada como a razão da quantidade de calor pela variação de temperatura:

$$C = \frac{Q}{\Delta t} \quad \text{ou} \quad C = m \cdot c$$

onde a unidade de medida é dada por,
C = (cal/°C ou J/K)

Exemplo

Determine a quantidade de calor necessária para aquecer o volume de 2 L de água a uma temperatura de 25°C até a temperatura de 100°C, em condições normais de pressão.

Dados:

densidade da água: 1kg/L

calor específico da água: 1 cal/g°C ou 4200 J/kg.K

1 cal = 4,2 J

Resolução:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t$$

$$Q = 2000 \cdot 1 \cdot (100 - 25)$$

$$Q = 2000 \cdot 1 \cdot 75$$

$$Q = 150.000 \text{ calorias}$$

(150 kcal)

SEMANA 3

TEXTO 1 - CALOR LATENTE

Calor latente é a quantidade de energia térmica que é absorvida ou cedida por um corpo ou sistema termodinâmico, durante uma mudança de seu estado físico, em temperatura constante.

Quando uma substância pura atinge sua temperatura de fusão ou ebulição, durante o seu aquecimento, seu estado físico começa a mudar. Nesse processo, ela continua a absorver calor, no entanto, sua temperatura permanece constante. Isso acontece, pois, ao atingir essas temperaturas, nas quais ocorrem mudanças de estado físico, todo o calor que está sendo absorvido pelo sistema termodinâmico é utilizado para vencer a energia potencial que mantém as suas moléculas agregadas.

A partir do instante que o sistema termodinâmico absorve toda a energia necessária para desagregar suas moléculas, a interação entre elas diminui, indicando que o seu estado de agregação mudou. Após a mudança de estado físico, o calor que era absorvido isotermicamente continua a ser absorvido pelas moléculas, fornecendo-lhes energia cinética.

O calor latente mede a quantidade de calor, por unidade de massa, necessária para que ocorra alguma mudança de estado físico do corpo, por isso, a sua unidade de medida, de acordo com o Sistema Internacional (SI), é o Joule por quilograma (J/kg). No entanto, o uso de outras unidades, como a caloria por grama (cal/g), é bastante comum no estudo da calorimetria.

Tipos de calor latente

Existem dois tipos de calor: o **calor sensível** e o **calor latente**. O calor sensível é aquele que é transferido entre os corpos quando há mudanças de temperatura. O calor latente, por sua vez, ocorre quando há transferências de calor, sem que haja mudanças de temperatura.

O calor latente é altera-se para as diferentes mudanças de estado físico. Confira os diferentes tipos de calor latente:

- **Calor latente de fusão (L_F):** é o calor que é absorvido ou cedido pelos corpos durante o processo de fusão: do líquido para o sólido e vice-versa, com temperatura constante.

- **Calor latente de vaporização (L_V):** é aquele que é transferido durante as transformações sólido-líquido ou líquido-sólido, em temperatura constante.

Confira algumas situações cotidianas em que há trocas de calor latente:

- Quando aquecemos a água, até a temperatura de 100 °C, ela inicia o processo de evaporação. Enquanto toda a água não se tornar vapor, sua temperatura não muda.
- Quando jogamos água sobre uma superfície muito quente, toda a água vaporiza-se quase instantaneamente. Esse processo é chamado de calefação e envolve a absorção de calor latente.
- Há troca de calor latente quando tocamos uma garrafa de refrigerante em baixas temperaturas e todo o seu conteúdo congela-se rapidamente em temperatura constante, graças à sua temperatura mais baixa que o ponto de fusão da água.

Modelo matemático para o cálculo do calor latente

$$Q = m \cdot L$$

onde,

Q - quantidade de calor transferido

m - massa do corpo

L - calor latente

TABELA DO CALOR LATENTE

Transformação	Calor latente (cal/g)
Fusão (0 °C)	80
Solidificação (0 °C)	-80
Vaporização (100 °C)	540
Condensação (100 °C)	-540

De acordo com a tabela mostrada acima, são necessárias 80 calorias para congelarmos 1 grama de água que se encontre na temperatura de fusão (0 °C). Os sinais negativos nos processos de solidificação e condensação indicam que neles houve liberação de calor, portanto, essas duas transformações

são exotérmicas. A tabela abaixo apresenta o calor latente em J/kg, para os mesmos processos:

Transformação	Calor latente (J/kg)
Fusão (0 °C)	$333 \cdot 10^3$
Solidificação (0 °C)	$-333 \cdot 10^3$
Vaporização (100 °C)	$2,2 \cdot 10^6$
Condensação (100 °C)	$-2,2 \cdot 10^6$

Exemplo

Um recipiente armazena 500 g de água no estado líquido. Sem que haja mudanças na temperatura da água, repentinamente, todo o seu conteúdo é evaporado. Determine a quantidade de calor que foi transferida para o conteúdo desse recipiente.

Dados: $L_F = 540 \text{ cal/g}$

Resolução

$$Q = m \cdot L$$

$$Q = 500 \cdot 540$$

$$Q = 270.000 \text{ cal}$$



Os chamados “exercícios temáticos”, originam-se da terceira e última etapa da metodologia de Araújo e Mazur (2013), que é aplicado em um curto tempo em sala de aula, uma atividade ao final de cada aula para que o professor possa interagir com os alunos, instigando ainda discussões e debates na resolução destes exercícios propostos.

Foram incluídos neste ícone atividades, para serem trabalhadas em sala de aula, como método de verificação da aprendizagem do aluno, após a retomada do conteúdo, esclarecimentos de dúvidas, debates, discussões e resolução de exemplos de acordo com o tema abordado.

SEMANA 1

Calor e Temperatura

1) (ENEM – 2010) 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 medem a “quantidade de calor de um corpo”. Esses significados, no entanto, não conseguem explicar diversas situações que podem ser verificadas na prática. Do ponto de vista científico, que situação prática mostra a limitação dos conceitos corriqueiros de calor e temperatura?

- a) A temperatura da água pode ficar constante durante o tempo 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 caneca a fim de diminuir sua temperatura;
- e) Um forno pode fornecer calor para uma vasilha de água em seu interior com menor temperatura do que a dele.

2) (ENEM – 2013) Em um experimento foram utilizadas duas garrafas PET, uma pintada de branco e a outra de preto, acopladas cada uma a um termômetro. No ponto médio da distância entre as garrafas, foi mantida acesa, durante alguns minutos, uma lâmpada incandescente. Em seguida a lâmpada foi desligada. Durante o experimento, foram monitoradas as temperaturas das garrafas: a) enquanto a lâmpada permaneceu acesa e b) após a lâmpada ser desligada e atingirem equilíbrio térmico com o ambiente.

- a) Igual no aquecimento e igual no resfriamento;
- b) Maior no aquecimento e igual no resfriamento;
- c) Menor no aquecimento e igual no resfriamento;
- d) Maior no aquecimento e menor no resfriamento;
- e) Maior no aquecimento e maior no resfriamento.

3) (ENEM – 2016) Num experimento, um professor deixa duas bandejas de mesma massa, uma de plástico e outra de alumínio, sobre a mesa do laboratório. Após algumas horas, ele pede aos alunos que avaliem a temperatura das duas bandejas, usando para isso o tato. Seus alunos afirmam, categoricamente, que a bandeja de alumínio se encontra numa temperatura mais baixa. Intrigado, ele propõe uma segunda atividade, em que coloca um cubo de gelo sobre cada uma das bandejas, que estão em equilíbrio térmico com o ambiente, e os que questionam em qual delas a taxa de derretimento do gelo será maior.

- a) Mais rapidamente na bandeja de alumínio, pois ela tem uma maior condutividade térmica que a de plástico;
- b) Mais rapidamente na bandeja de plástico, pois ela tem inicialmente uma temperatura mais alta que a de alumínio;
- c) Mais rapidamente na bandeja de plástico, pois ela tem uma maior capacidade térmica que a de plástico;
- d) Mais rapidamente na bandeja de alumínio, pois ela tem um calor específico menor que a de plástico;
- e) Com a mesma rapidez nas duas bandejas, pois apresentarão a mesma variação de temperatura.

4) (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.

5) (UNIFESP - SP/1ª Fase) Quando se mede a temperatura do corpo humano com um termômetro clínico de mercúrio em vidro, procura-se colocar o bulbo do termômetro em contato direto com regiões mais próximas do interior do corpo e manter o termômetro assim durante algum tempo, antes de fazer a leitura.

Esses dois procedimentos são necessários por que:

- a) o equilíbrio térmico só é possível quando há contato direto entre dois corpos e porque demanda sempre algum tempo para que a troca de calor entre o corpo humano e o termômetro se efetive.
- b) é preciso reduzir a interferência da pele, órgão que regula a temperatura interna do corpo, e porque demanda sempre algum tempo para que a troca de calor entre o corpo humano e o termômetro se efetive.
- c) o equilíbrio térmico só é possível quando há contato direto entre dois corpos e porque é preciso evitar a interferência do calor específico médio do corpo humano.
- d) é preciso reduzir a interferência da pele, órgão que regula a temperatura interna do corpo, e porque o calor específico médio do corpo humano é muito menor que o do mercúrio e do vidro.
- e) o equilíbrio térmico só é possível quando há contato direto entre dois corpos e porque é preciso reduzir a interferência da pele, órgão que regula a temperatura interna do corpo.

SEMANA 2

Escalas termométricas e conversão de escalas

1) (Unifor CE/Janeiro) A temperatura de determinada substância é 50°F . A temperatura absoluta dessa substância, em kelvins, é:

- a) 343
- b) 323

- c) 310
- d) 283
- e) 273

2) (Unifor CE/Janeiro) Uma certa massa de gás perfeito sofre uma transformação isobárica e sua temperatura varia de 293K para 543K. A variação da temperatura do gás, nessa transformação, medida na escala Fahrenheit, foi de:

- a) 250°
- b) 273°
- c) 300°
- d) 385°
- e) 450°

3) (Fatec SP) Lord Kelvin (título de nobreza dado ao célebre físico William Thompson, 1824-1907) estabeleceu uma associação entre a energia de agitação das moléculas de um sistema e a sua temperatura. Deduziu que a uma temperatura de $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$, também chamada de zero absoluto, a agitação térmica das moléculas deveria cessar.

Considere um recipiente com gás, fechado e de variação de volume desprezível nas condições do problema e, por comodidade, que o zero absoluto corresponde a $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$.

É correto afirmar:

- a) O estado de agitação é o mesmo para as temperaturas de $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ e 100 K .
- b) À temperatura de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ o estado de agitação das moléculas é o mesmo que a 273 K .
- c) As moléculas estão mais agitadas a $-173\text{ }^{\circ}\text{C}$ do que a $-127\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- d) A $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$ as moléculas estão menos agitadas que a 241 K .
- e) A 273 K as moléculas estão mais agitadas que a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

4) (Mackenzie SP) Uma pessoa mediu a temperatura de seu corpo, utilizando-se de um termômetro graduado na escala Fahrenheit, e encontrou o valor $97,7^{\circ}\text{F}$. Essa temperatura, na escala Celsius, corresponde a:

- a) $36,5^{\circ}\text{C}$
- b) $37,0^{\circ}\text{C}$
- c) $37,5^{\circ}\text{C}$

- d) 38,0°C
- e) 38,5°C

5) (Vunesp SP) Quando uma enfermeira coloca um termômetro clínico de mercúrio sob a língua de um paciente, por exemplo, ela sempre aguarda algum tempo antes de fazer a sua leitura. Esse intervalo de tempo é necessário.

- a) para que o termômetro entre em equilíbrio térmico com o corpo do paciente.
- b) para que o mercúrio, que é muito pesado, possa subir pelo tubo capilar.
- c) para que o mercúrio passe pelo estrangulamento do tubo capilar.
- d) devido à diferença entre os valores do calor específico do mercúrio e do corpo humano.
- e) porque o coeficiente de dilatação do vidro é diferente do coeficiente de dilatação do mercúrio.

SEMANA 2

Calor Sensível

1) Sobre a equação fundamental da calorimetria, é incorreto afirmar que:

- a) é definida a partir do calor específico e da capacidade térmica de um material;
- b) é utilizada para calcular a quantidade de calor trocada por um corpo, quando essa troca causa variação em sua temperatura;
- c) relaciona a quantidade de calor trocada por um corpo com a sua massa, calor específico e variação de temperatura;
- d) calcula o calor latente de um corpo;
- e) também é utilizada para a obtenção do calor sensível de um corpo.

2) Determine a capacidade térmica de um corpo que recebeu 6000 calorias de calor de uma fonte térmica e sofreu uma variação de temperatura de 60 °C.

- a) 100 cal/°C
- b) 120 cal/°C
- c) 130 cal/°C
- d) 140 cal/°C
- e) 150 cal/°C

3) O calor específico da água é $1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$ (uma caloria por grama grau Celsius). Isso significa que:

a) para se aumentar a temperatura em um grau Celsius de um grama de água, deve-se fornecer uma caloria.

b) para se diminuir a temperatura em um grau Celsius de um grama de água, deve-se fornecer uma caloria.

c) para se diminuir a temperatura em um grau Celsius de um grama de água, devem-se retirar 10 calorias.

d) para se aumentar a temperatura em um grau Celsius de um grama de água, deve-se retirar uma caloria.

SEMANA 3

Calor Latente

1) Um bloco de gelo de massa igual a 300 g encontra-se a 0°C . Para que todo gelo se derreta, obtendo água a 0°C , são necessárias 24.000 cal. Determine o calor latente de fusão do gelo.

a) 30 cal/g

b) 60 cal/g

c) 80 cal/g

d) 120 cal/g

e) 100 cal/g

2) Inicialmente em estado líquido, um corpo com massa igual a 40 g, é resfriado e alcança devido ao resfriamento o estado de fusão. Sabendo que a quantidade de calor é 1200 cal, determine o calor latente de fusão desse corpo.

a) 10 cal/g

b) 20 cal/g

c) 30 cal/g

d) 40 cal/g

e) 50 cal/g



MAPA CONCEITUAL



O “Mapa Conceitual” é apresentado diante de um modelo construído como base estrutural hierárquico ao termo “Física térmica”, ficando disponível para os alunos acessar quando achar necessário,

Deste modo, como forma de fixar o conteúdo trabalhado no decorrer das aulas, expomos o ícone Atividades Experimentais.



ATIVIDADES EXPERIMENTAIS



Esse nos mostra um modelo de roteiro experimental, para que possamos instigar a busca dos alunos para o seu próprio conhecimento, através de experimentos pesquisados e apresentados para os demais colegas da turma, em trabalho coletivo.

Este ícone nos trouxe um padrão de atividade para ser realizada através de um roteiro, podendo assim identificar os tipos de materiais necessários e uma forma de realizar o experimento. E também, solicita aos alunos de acordo com teorias Rogeriana, onde o aluno busca seu conhecimento por si e o professor é o orientador desta prática, eles após serem divididos em grupos, buscaram um experimento relacionado a um tema trabalhado durante a implementação da sequência, aplicaram em sala de aula demonstrando aos demais colegas e seguindo as orientações no modelo do ícone, construíram seus próprios roteiros praticados.

EXPERIMENTO ²

Tema: Estudo do Calor

Objetivo

Observar a transferência de energia entre dois corpos.

Material Experimental

01 abajur com lâmpada (incandescente)

01 lenço de pano

01 toalha pequena

Procedimento

Com a lâmpada desligada, coloque o lenço de pano em cima da lâmpada e deixe por um minuto. Pegue o lenço e verifique que ele está na temperatura ambiente, assim como a lâmpada. Acenda a lâmpada por um minuto. Desligue a lâmpada e coloque novamente o lenço em cima dela. Após 10 segundos aproximadamente, retire o lenço e verifique que ele aumentou de temperatura. Cuidado: não toque na lâmpada, pois ela estará muito quente.

Resultados e discussões

Ao ligar a lâmpada, a corrente elétrica faz com que o filamento da lâmpada fique quente com temperaturas que podem aproximar de 2.500 °C, emitindo muita energia luminosa em forma de luz visível e infravermelha. Essa energia aquece o vidro que envolve a lâmpada. Quando a lâmpada é desligada, ela estará em uma temperatura alta.

O vidro quente, em contato com o lenço frio, transfere uma parte de sua energia interna (vibrações de seus átomos) para os átomos e moléculas do lenço, provocando um aumento da temperatura deste.

² MARQUES, Domiciano. **Experimento sobre calor**. Estratégias de Ensino Médio, 2018. Disponível em: <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/experimento-sobre-calor.htm>. Acesso em: out. 2018.

A energia transferida do filamento para o vidro e do vidro para o lenço é o calor.

Note que o calor sempre é transferido do corpo de temperatura mais alta para o de temperatura mais baixa. Não existe nenhuma possibilidade de o lenço espontaneamente transferir calor para a lâmpada, ficando mais frio e fazendo com que a lâmpada aumente ainda mais a sua temperatura.

PROPOSTA DE ATIVIDADE PRÁTICA PARA CASA

Procedimento 1 - Dividir a sala em 2 grupos (grupo 1 com 17 alunos e grupo 2 com 16 alunos);

Procedimento 2 - Solicitar aos alunos que construam em casa uma atividade prática sobre o tema Calor;

Procedimento 3 - Apresentar em sala de aula cada grupo as atividades práticas construídas.

CONSIDERAÇÕES SOBRE O PRODUTO

Nosso objetivo foi produzir um aplicativo sobre o conteúdo de temperatura e calor, entendemos que tal assunto não oferece grande complexidade no campo da física, no entanto, isso foi um ponto importante visto que buscamos utilizar metodologias ativas, e para estimular o aluno a criar a cultura de estudar em casa e sozinho não poderia ser um assunto muito complexo..

O app produzido se pautou em diferentes recursos de ensino, tais como, vídeos, textos, atividades práticas, exercícios.

Após a produção do app, aplicamos a mesma em uma turma da segunda série do ensino médio de uma instituição pública da cidade de Campina da Lagoa, Paraná, a fim de verificar o envolvimento da turma com as atividades propostas. Os resultados obtidos com a implementação da proposta foram surpreendentes, principalmente na parte que envolveu a sala de aula invertida pois, os alunos nunca tinham tido nenhuma experiência parecida.

Acreditamos que com os resultados satisfatórios encontrados com a implementação deste produto educacional e com a pluralidade metodológica dessa proposta, outros professores possam utilizar-se de tal material, fazendo, sempre que preciso as adequações necessárias na proposta original, respeitando sempre a diversidade cultural da região.

REFERÊNCIAS

BONJORNNO, Valter; RAMOS, Clinton Marcio. **Física**. 1º edição, vol. único. Editora: FTD. São Paulo, 2011.

BONJORNNO, José Roberto; BONJORNNO, Regina de Fátima Souza Azenha; **Física**. 2ª edição, volume único. Editora: FTD. São Paulo, 2013.

DIAS, Diogo Lopes. **Escalas termométricas**. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/as-escalas-termometricas.htm>. Acesso em: 19 dez. 2019.

FIGUEIREDO, Aníbal; PIETROCOLA, Maurício. **Calor e Temperatura. Física um outro lado**. Editora: FTD. São Paulo, 2000.

HELERBROCK, Rafael. **Calor sensível**. Mundo educação. Disponível em: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/calor-sensivel.htm> Acesso em: 19 dez. 2019.

LUZ, A. M.R.; ÁLVAREZ, B. A. **Física contextos & aplicações: ensino médio 2**. 1ª ed. São Paulo: Scipione, 2013.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Física**. Curitiba: SEED-PR, 2008. Disponível em: <http://www.fisica.seed.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=242> Acesso em: 15 dez. 2019.

RODRIGUES, Talles. **Calor sensível**. Canal chama o Físico. 2018. (5 m 29 s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=a0fMg97ejuo&list=PLAswFtWEUu1PdApz6Ba1N6fFDCI7jTDmo&index=3> Acesso em: 20 dez. 2019.

SILVA, I. R. da; O ensino de física na EJA: uma introdução aos estudos das radiações. In: **O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense**: SEED-PR. Caderno PDE, v. II, Curitiba, 2012.

STEFANOVITS, A. (org.). **Ser protagonista: Física, 3º ano: ensino médio**. 2ª ed. São Paulo: Edições SM, 2013.