

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

2º ANO

CALOR E TEMPERATURA



MATERIAL DO ALUNO

Wheverton Laurett Hertel
Cleiton Kenup Piumbini
Robson Leone Evangelista

Ao Aluno

É muito importante que você participe deste processo com vontade de aprender, realmente querendo saber mais, adquirir conhecimentos. Talvez você possa estar se perguntando onde vai usar isso na sua vida, e é exatamente a resposta a essa pergunta que se espera construir com este material.

Tudo que está contido nesta obra foi produzido para que sua aprendizagem seja construída de maneira mais sólida e que a ciência tenha mais significados para você.

Os personagens principais de alguns filmes não existiriam sem que houvesse seus coadjuvantes. Aqui na escola, você, aluno, é o personagem principal. Quem constrói seu conhecimento é você, e este material, o professor e a escola são apenas coadjuvantes. Todos eles são importantes, mas o protagonista é você, tenha isso em mente, queira aprender e queira ter conhecimento!

SUMÁRIO

1 - A VISITA.....	4
2 – QUESTIONÁRIO DA VISITA.....	5
3 - DEBATE	7
4 – ANÁLISE CONCEITUAL	7
4.1 – O que é CALOR?	7
4.2 – O que a ESTUFA tem a ver com o CALOR?	10
4.3 – Qual a diferença entre CALOR e TEMPERATURA?	12
4.4 – Transferência de Calor por Condução	15
4.5 – A convecção.....	17
4.6 – Vaso de Dewar.....	19
4.6.1 Cálculos de Capacidade Térmica, calor específico e a Equação Fundamental da Calorimetria	20
REFERÊNCIAS.....	23

1 - A visita

Prezado aluno,

Nossa visita a uma propriedade onde se cultiva e beneficia o café terá como objetivo principal analisar fisicamente todo o processo, oferecendo-lhe subsídio para a aprendizagem dos conceitos em termologia como temperatura e calor, desde o início, onde se poderá observar o cuidado no tratamento com as mudas, até o final, quando se extrai do grão o sabor da bebida.

Onde será que a Física está envolvida no processo de produção de café? Qual a importância do conhecimento científico para a agricultura? Em quais aspectos a ciência ajuda no aperfeiçoamento produtivo agrícola? Estas e outras perguntas serão abordadas durante a visita. Espera-se que você encontre as respostas.

Utilize os espaços deste material para fazer algumas anotações importantes, inclusive dúvidas que poderão surgir durante a visita.

O roteiro da visita ocorrerá da seguinte maneira:

- 1) Viveiro de mudas
- 2) Lavoura (plantio, adubação, colheita)
- 3) Lavagem e separação
- 4) Secagem
- 5) Pilagem
- 6) Torrefação
- 7) Moagem
- 8) Bebida

Durante a visita algumas medições de temperatura serão realizadas, para tanto, utilize o espaço disponível no Quadro 1 para registrá-las.

Quadro 1 – Controle de temperaturas

LOCAL	TEMPERATURA (°C)
Ambiente externo	
Dentro da estufa de mudas	
Solo embaixo da copa do pé de café	
Dentro da estufa de secagem	
Terreiro de secagem	
Dentro da fofalha do secador mecânico	
Parede externa da fofalha	
Teto da fofalha (parte externa)	
Superfície do cilindro do secador	

Fonte: Elaboração própria.

2 – Questionário da visita

Após a visita, responda individualmente cada uma das perguntas abaixo, baseando-se no conhecimento que você já possui e nas suas experiências pessoais.

- 1) Na visita, verificou-se uma diferença de temperatura dentro e fora das estufas, explique com suas palavras o porquê dessa diferença.

RESPOSTA		REVISÃO	
----------	--	---------	--

- 2) De acordo com sua explicação sobre a pergunta anterior em relação às estufas, cite alguns exemplos do mesmo efeito no seu cotidiano.

RESPOSTA		REVISÃO	
----------	--	---------	--

3) Como você diferencia calor da temperatura?

RESPOSTA		REVISÃO	
----------	--	---------	--

4) O terreiro de secagem é o ambiente onde o café fica exposto ao sol. Na visita verificou-se que o solo foi revestido com concreto, como você acha que o uso desse material pode contribuir para a secagem dos grãos?

RESPOSTA		REVISÃO	
----------	--	---------	--

5) No secador mecânico, o que faz com que a temperatura seja tão elevada dentro da fornalha?

RESPOSTA		REVISÃO	
----------	--	---------	--

6) Dentro da fornalha do secador a temperatura é mais alta do que na parede externa dessa fornalha. Como você explica esse fato? Se essa parede fosse de metal, a diferença na temperatura seria a mesma?

RESPOSTA		REVISÃO	
----------	--	---------	--

3 - Debate

Neste momento, realize uma discussão sobre o questionário respondido individualmente. Leia sua resposta e troque experiências com os colegas e com o professor, aproveite para tirar suas dúvidas e contribuir para que o conceito seja construído por todos.

Após a discussão, retorne ao questionário anterior e reveja suas respostas, alterando-as, se preciso. Revise suas respostas sempre que julgar necessário.

4 – Análise Conceitual

Pense sobre estas questões:

- 1) O que fez com que dentro da estufa de secagem a temperatura fosse maior do que do lado de fora?
- 2) Há uma relação da temperatura interna de uma estufa e o material de que é feita sua cobertura?
- 3) Por que de cada tipo de material?
- 4) Nossa casa também é uma “estufa”?

Vejamos agora alguns conceitos que ajudarão a formular suas respostas:

4.1 – O que é CALOR?

Essa seção será dedicada às discussões sobre o Calor e sobre como a Física explica e como é usado esse conceito em nosso cotidiano. Para iniciar, que tal uma atividade experimental?



VAMOS INVESTIGAR...



Lista de Materiais

- ✓ Dois béqueres de 200 ml
- ✓ Um béquer de 500 ml
- ✓ Um fogareiro
- ✓ Fósforo
- ✓ Termômetro



Procedimento

- 1) Encha os dois recipientes com água, seguindo as instruções do professor que irá determinar as quantidades;
- 2) Utilize o fogareiro para aquecer um dos béqueres, deixando-o aquecer até que atinja a temperatura de 50°C;
- 3) Meça e anote a temperatura da água que não foi aquecida;
- 4) Despeje ambas no béquer de 500 ml;
- 5) Deixe um termômetro dentro da mistura e observe o que acontece.



Anotações

Temperatura da água ambiente: _____

Temperatura da água aquecida: _____

Temperatura da mistura: _____



Converse com seus colegas sobre

- I. O que fez a água aquecer?
- II. Por que foi necessário esperar um tempo com o termômetro dentro da mistura para medir a temperatura?

- III. A temperatura da mistura foi MAIOR do que a da água aquecida? Foi MENOR do que a água em temperatura ambiente?
- IV. Faça uma relação do experimento executado com a mistura CAFÉ COM LEITE e cite outros exemplos.

O texto a seguir irá ajudá-lo na discussão das respostas e do experimento.

Calor

Quando colocamos dois corpos com temperaturas diferentes em contato, podemos observar que a temperatura do corpo "mais quente" diminui, e a do corpo "mais frio" aumenta, até o momento em que ambos os corpos apresentem temperatura igual. Esta reação é causada pela passagem de energia térmica do corpo "mais quente" para o corpo "mais frio", a transferência de energia é o que chamamos calor.

→ **Calor** é a transferência de energia térmica entre corpos com temperaturas diferentes.

Fonte: HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. Tradução de Trieste Freire Ricci. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. ISBN 978-85-8260-340-6.

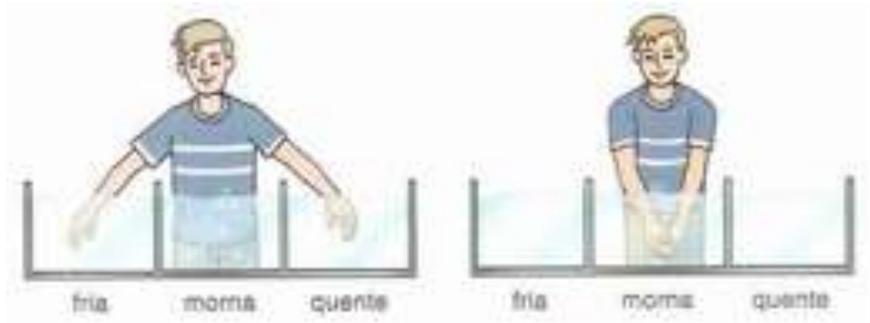


QUENTE OU FRIO?

Já percebeu que ao tomar banho de piscina, rio, cachoeira ou praia, algumas pessoas consideram a água QUENTE e outras consideram a mesma água FRIA? Observe uma explicação sobre esta questão com um experimento:

- ✓ Em três recipientes, haverá água morna, quente e fria.
- ✓ Coloque simultaneamente uma mão na água fria e outra na água morna.
- ✓ Deixe um tempo e coloque alternadamente as mãos no recipiente de água morna.

Figura 1 – Representação esquemática



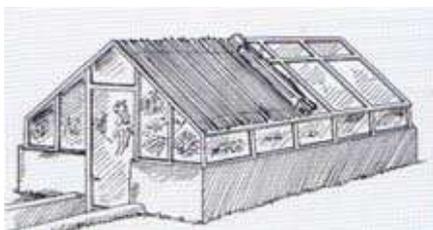
Fonte: Lucca [S.d].



Converse com seus colegas sobre

- I. Qual sensação térmica você teve?
- II. Quando você colocou a mão na água morna, sua mão recebeu ou forneceu calor? E na água com gelo? E quando colocou as mãos na água em temperatura ambiente?
- III. Você consegue explicar agora a pergunta inicial deste experimento, sobre o porquê de algumas pessoas sentirem a água “fria” e outras sentirem a mesma água “quente”?
- IV. Descreva outras situações cotidianas parecidas com a experimentada aqui.

4.2 – O que a ESTUFA tem a ver com o CALOR?



Na visita realizada, foram anotadas algumas temperaturas, inclusive comparando a parte interna com a externa das estufas de secagem e de produção de mudas. Volte a suas anotações e verifique essa diferença.

Foi visto na seção anterior que o calor é o transporte de energia térmica por causa de uma diferença de temperatura, o que faz com que, num sistema isolado, um corpo diminua sua temperatura e o outro aumente, até ser atingido o equilíbrio térmico, em que ambos estarão com a mesma temperatura.

Em relação à estufa de secagem, o que fez com que a temperatura interna fosse maior?



VAMOS INVESTIGAR...

Quando a radiação térmica incide sobre a superfície de um corpo, parte dela é refletida e parte é absorvida, causando no corpo a elevação da temperatura. As parcelas de energia refletida e absorvida, no entanto, não são iguais para todos os corpos. Existem corpos que refletem mais e absorvem menos energia e vice-versa. O que determina esse comportamento?

Para entender melhor, faça o experimento a seguir:



Lista de Materiais

- ✓ Uma lata de refrigerante vazia pintada de preto;
- ✓ Uma lata de refrigerante vazia pintada de branco;
- ✓ Uma lata de refrigerante vazia recoberta com papel-alumínio;
- ✓ 3 termômetros;
- ✓ Uma placa de isopor;
- ✓ Água da torneira;



Procedimento

- 1) Introduza os termômetros em cada uma das latinhas, enchendo-as, a seguir com água da torneira;
- 2) Aguarde cerca de 2 minutos para que os termômetros se equilibrem termicamente e anote as indicações de suas temperaturas;
- 3) Exponha agora as latas ao sol, posicionando-as sobre a placa de isopor;

- 4) Durante os próximos 20 minutos, anote as temperaturas registradas pelos termômetros a cada 2 minutos e monte uma tabela;
- 5) Leve as latas e a placa de isopor para um ambiente à sombra, de preferência o interior de uma sala;
- 6) Acompanhe as temperaturas das latas pelos próximos 10 minutos, anotando seus valores, de minuto a minuto, e monte outra tabela;



Converse com seus colegas sobre

- I. Que função tem a placa de isopor no experimento?
- II. Por que as latinhas sofreram aumento de temperatura quando expostas ao sol?
- III. Construa um gráfico de aquecimento das latinhas mostrando as suas temperaturas com o passar do tempo.
- IV. Durante o aquecimento, as latas receberam a mesma quantidade de energia solar? As temperaturas finais após o aquecimento são iguais ou diferentes?
- V. Em relação ao resfriamento das latas, qual foi mais rápido? Era o resultado que você esperava?
- VI. A que conclusão se pode chegar comparando as duas etapas desse experimento?
- VII. O que este experimento pode ajudar a explicar sobre as estufas que vimos na visita?

4.3 – Qual a diferença entre CALOR e TEMPERATURA?

Você já consegue responder o que é CALOR? Se ainda não, diga ao professor, e retorne a este assunto. Mas caso a resposta seja positiva, uma informação foi importante, a de que os corpos devem estar em diferentes TEMPERATURAS. Se uma coisa depende da outra, estas são diferentes, mas que diferença é essa? O que é temperatura, afinal?

Durante a visita feita, várias medições foram realizadas utilizando os termômetros, retorne à tabela e relembre.

Leia o texto a seguir, faça o experimento proposto e discuta as questões.

Toda matéria é composta por átomos ou moléculas em constante agitação. Em virtude desse movimento aleatório, os átomos ou moléculas da matéria possuem energia cinética. A energia cinética média dessas partículas individuais produz um efeito, a medida dessa agitação é chamada de TEMPERATURA.

Fonte: HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. Tradução de Trieste Freire Ricci. 12ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. ISBN 978-85-8260-340-6.



VAMOS INVESTIGAR...



Lista de Materiais

- ✓ 2 béqueres de 300 mL;
- ✓ Água;
- ✓ Fogareiro;
- ✓ 8 cubos idênticos de gelo;
- ✓ 2 termômetros;
- ✓ Cronômetro.



Procedimento 1

- 1) Encha um recipiente completamente com água (300 mL) e o outro pela metade (150 mL);
- 2) Acenda os fogareiros e coloque simultaneamente os recipientes sobre eles.
- 3) Deixe um termômetro dentro de cada recipiente e represente a curva de aquecimento em função do tempo.



Procedimento 2

- 4) Descarte a água utilizada no procedimento 1 e encha novamente um béquer com 300 mL e o outro com 150 mL.
- 5) Coloque simultaneamente 4 cubos de gelo em cada béquer
- 6) Meça a temperatura da água a cada minuto até o gelo descongelar por completo.



Converse com seus colegas sobre

- I. No procedimento 1 a quantidade de calor fornecida foi a mesma para os dois béqueres? E a temperatura atingida após 5 minutos, foi a mesma?
- II. No procedimento 2 a quantidade de calor cedida pelos dois béqueres foi a mesma? E a temperatura atingida após o derretimento de todo o gelo foi a mesma para os dois béqueres?
- III. Com base na atividade experimental realizada, qual a diferença entre calor e temperatura?

4.4 – Transferência de Calor por Condução

Durante a visita, você deve ter notado que alguns equipamentos, apesar de estarem bem próximos às fontes de calor, como a alça da porta da fornalha do secador e do torrador, podem ser manipulados com as mãos do operador sem risco de queimadura. Como você explica este fato? Consegue perceber outros exemplos semelhantes no seu cotidiano?

Quando se aquece uma das extremidades de uma barra de ferro, os átomos da extremidade aquecida movem-se cada vez mais rapidamente, por consequência, esses átomos e elétrons livres colidem com seus vizinhos e assim por diante. O que é mais importante é que os elétrons livres, capazes de se mover dentro do metal, são chacoalhados e transferem energia para o material por meio de colisões com os átomos e outros elétrons livres do mesmo. Esse modo de transmissão de calor é chamado de **CONDUÇÃO**.

Quão bem um objeto sólido conduz o calor depende das ligações em sua estrutura atômica ou molecular. Os sólidos formados por átomos com um ou mais de seus elétrons mais externos “fracamente” ligados são bons condutores de calor. Os metais possuem os elétrons externos mais “fracamente” ligados, que são livres para transportar energia por meio de colisões através do metal. Por essa razão eles são excelentes condutores de calor. Os maus condutores são denominados isolantes

Como a madeira é um bom isolante térmico, ou seja, um mau condutor de calor, ela é usada para revestir cabos de utensílios de cozinha e também foi utilizada nas alças no secador e do torrador de café. Mesmo quando está quente você pode agarrar o cabo revestido de madeira de uma panela com as mãos descobertas e retirá-la do forno aceso sem queimar-se. Se o cabo fosse de ferro, à mesma temperatura, certamente você queimaria sua mão.



Converse com seus colegas sobre

Responda as questões abaixo, em grupo, baseando-se nas anotações da visita à produção de café.

- I. De que material é feita a parede da fornalha?
- II. De que material é feito o tubo de ligação da fornalha ao cilindro?
- III. De que material é feito o cilindro do secador?
- IV. Por que a temperatura de dentro da fornalha é tão diferente da temperatura de sua parede externa? Cite outra situação do seu cotidiano em que algo semelhante acontece.



VAMOS INVESTIGAR...

Ainda sobre condução do calor, que tal um experimento para ajudar a compreender esse processo?



Lista de Materiais

- ✓ Fio de cobre;
- ✓ Espetinho de churrasco (de madeira);
- ✓ Vela;
- ✓ Pregos pequenos.

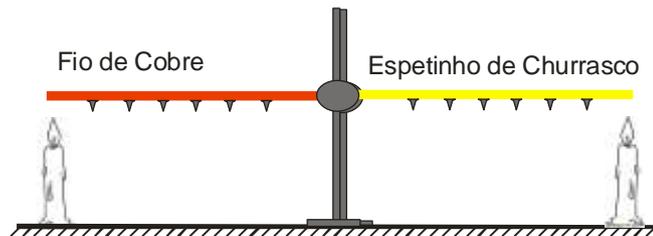


Procedimento

- 1) Pingue algumas gotas de vela sobre o fio e sobre o espetinho de madeira, com espaçamentos aproximadamente iguais, e posicione as taxinhas ou pregos sobre elas de modo que ao secar fiquem presos.
- 2) Prenda ambos às garras do laboratório, com a ponta dos preguinhos voltada para baixo, conforme figura.

- 3) Posicione dois fogareiros, ou duas velas, nas extremidades do espetinho e do fio, de modo que a chama não encoste em nenhum deles e que fiquem praticamente à mesma altura.
- 4) Observe o que acontecerá com os preguinhos durante o experimento.

Figura 2 - Esquema



Fonte: autor



Converse com seus colegas sobre

- I. Por que os preguinhos vão se soltando sequencialmente no fio de cobre?
- II. Como você explica esse fenômeno e o fato de os preguinhos não se soltarem do espetinho de churrasquinho?
- III. O processo analisado, de CONDUÇÃO, pode ocorrer no vácuo? Por quê?

4.5 – A convecção

Os líquidos e os gases transmitem calor principalmente por **CONVECÇÃO**, que é a transferência de calor devido ao próprio movimento do fluido. Diferentemente da condução, em que o calor é transmitido por meio de sucessivas colisões de átomos e de elétrons, a convecção envolve o movimento de “bolhas” de matéria – fruto do movimento médio das moléculas de um fluido.

A convecção pode ocorrer em todos os fluidos, sejam líquidos ou gases. Se a água é aquecida em uma panela ou até mesmo é aquecido o ar de uma sala, o processo é o mesmo. Quando o fluido é aquecido por baixo, as moléculas do líquido que estão no fundo passam a mover-se mais rapidamente, afastando-se, em média, mais umas das outras, tornando menos denso o material, de maneira que surge uma força de empuxo que empurra o fluido para cima. O fluido mais frio e mais denso, então, move-se de modo a ocupar o lugar do fluido mais quente do fundo. Dessa maneira, as correntes de convecção mantêm o fluido em circulação enquanto ele esquenta – o fluido mais aquecido afasta-se da fonte de calor e o fluido mais frio move-se em direção à fonte de calor.



VAMOS INVESTIGAR...

Quando um café é preparado, pode-se observar que quando a água entra em ebulição, há um movimento da parte de baixo para cima no líquido, mas este movimento não ocorre apenas na fervura. Observe-o no experimento seguinte.



Lista de Materiais

- ✓ Um béquer de qualquer volume;
- ✓ 1/2 colher de chá de pó de café;
- ✓ Fogareiro;
- ✓ Água.



Procedimento

- 1) Encha o béquer com água;
- 2) Coloque o pó de café sobre a água, sem agitá-la;
- 3) Pegue o conjunto e coloque sobre o fogareiro aceso;
- 4) Observe o que acontece.



Converse com seus colegas sobre

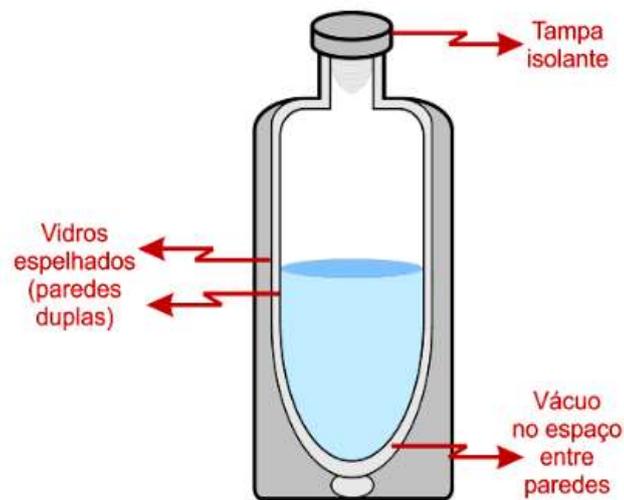
- I. Explique o fenômeno observado.
- II. Explique por que o aquecimento de um sólido não pode ocorrer por convecção.
- III. Com este experimento, você consegue explicar o porquê de os congeladores internos ficarem na parte superior das geladeiras?
- IV. Por que os aparelhos de ar condicionado são instalados na parte superior dos ambientes?
- V. Explique o funcionamento da chaminé da fornalha do secador de café, visto na visita.

4.6 – Vaso de Dewar

Discute-se aqui sobre trocas de calor, e quando um café é feito, deseja-se que a bebida fique aquecida pelo maior tempo possível. Nesse caso, o objetivo é evitar a troca de calor.

Nesta atividade, pretende-se desmontar uma garrafa térmica, como é popularmente conhecido o vaso de Dewar, identificando onde e como o processo de transmissão de calor é evitado.

Figura 3 – Esquema de um corte transversal de uma garrafa térmica



Fonte: Buglia (2016).

4.6.1 Cálculos de Capacidade Térmica, calor específico e a Equação Fundamental da Calorimetria

Em uma aula expositiva dialogada será discutido o tema proposto com as formulações matemáticas, participe e tire suas dúvidas. Posteriormente uma nova atividade experimental será realizada.



Lista de Materiais

- ✓ Garrafa térmica (de preferência de 200 ml);
- ✓ Água Destilada;
- ✓ Balança de precisão;
- ✓ Termômetro;
- ✓ Tela de amianto;
- ✓ Fogareiro;
- ✓ Proveta;
- ✓ Fósforo;
- ✓ Béquer.



Procedimento

- 1) Coloque 100 g de água à temperatura ambiente dentro da garrafa térmica, anote esta temperatura no Quadro 2;
- 2) Aqueça 100 g de água, em um béquer, até a temperatura de ebulição, anote no Quadro 2;
- 3) Despeje a água aquecida dentro da garrafa e rapidamente tampe-a, chacoalhe bem a garrafa para que a mistura atinja o equilíbrio térmico, abra e meça a temperatura, anotando no Quadro 2;
- 4) Repita este procedimento 4 vezes.

Quadro 2 – Controle de temperatura para Cálculos de Capacidade Térmica, calor específico e a Equação Fundamental da Calorimetria

Controle de Temperaturas					
	Experimento 1	Experimento 2	Experimento 3	Experimento 4	Experimento 5
Temperatura ambiente Garrafa Térmica					
Temperatura de Ebulição no Béquer					
Temperatura do equilíbrio térmico					

Fonte: Elaboração própria.

Em grupo, utilize os dados para calcular a capacidade térmica desta Garrafa.



Desafio

Uma das bebidas mais vendidas em padarias é a mistura “Café com Leite”, uns preferem a mistura com mais café, outros com mais leite. Este desafio se baseia em calcular as quantidades aproximadas de leite e café para que se possa obter a mistura numa temperatura específica.

Faça os cálculos e teste os resultados com a garrafa que determinou a capacidade térmica no experimento anterior. Aqui, considere a capacidade térmica obtida no experimento anterior.

Você dispõe de Café que acabou de ser feito com água fervente e leite retirado da geladeira, que devem ter suas temperaturas medidas. Seu objetivo é obter uma xícara (200 mL) da mistura de café com leite a uma temperatura de 38°C. Use o Quadro 3 para as anotações.

Quadro 3 – Controle de temperatura para o desafio

Temperatura do Café	Temperatura do Leite	Temperatura mistura	Capacidade Térmica da Garrafa	Massa de Leite	Massa de Café

Fonte: Elaboração própria.

Referências

BUGLIA, F. **Entenda o funcionamento de uma garrafa térmica**. 2016. Disponível em: <<https://www.infoenem.com.br/entenda-o-funcionamento-de-uma-garrafa-termica/>>. Acesso em: 02 jan. 2019.

LUCCA, G. F. L. de. **Quente ou frio?** A relatividade da sensação térmica. [S.d]. Disponível em: <<http://fisicaemclasse.blogspot.com/2013/03/quente-ou-frio-relatividade-da-sensacao.html>>. Acesso em: 02 jan. 2019.