

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

2º ANO

CALOR E TEMPERATURA



MATERIAL DO PROFESSOR

Wheverton Laurett Hertel
Cleiton Kenup Piumbini
Robson Leone Evangelista

Ao professor

Prezado, este material é um apoio para aplicação do material do aluno. Nele você encontrará sugestões e orientações para as atividades propostas. Todo o material, desde sua confecção foi pensado e desenvolvido baseado na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e com as interpretações de Marco Antônio Moreira.

Para o melhor aproveitamento, por parte dos alunos, de forma com que sejam protagonistas em seu processo de ensino-aprendizagem, é imprescindível que você, professor, tenha sempre uma postura mediadora nos debates, que não apresente respostas prontas e que também não aponte erros como aspectos negativos perante uma colocação. Ao invés disso, sugira e apresente ponderações e contraposições, instigando sempre o aluno a refletir sobre sua colocação de maneira que ele possa, de uma forma gradativa, adicionar novos significados aos seus conhecimentos prévios.

A visita é ponto importante para o professor identificar os conhecimentos prévios e para os alunos se identificarem com a Física, pois verão que a disciplina interage e está presente no cotidiano deles.

Todo material pode ser adaptado de acordo com sua realidade, não há necessidade que seja utilizado exatamente como se encontra aqui. Cada aula foi planejada para ser realizada em 55 minutos, o que não inviabiliza a realização em aulas de 50 minutos ou uma hora.

Bom trabalho! Espera-se que esse material possa contribuir para a melhoria da aprendizagem de sua comunidade escolar e da sociedade.

SUMÁRIO

OBJETIVO	5
DETALHAMENTO DOS ENCONTROS.....	6
1º ENCONTRO – <i>PREPARAÇÃO PARA VISITA</i>	6
Apresentação e entrega do material do aluno	6
O conteúdo da visita	7
Orientações sobre a visita e entrega das autorizações	7
2º ENCONTRO – <i>A VISITA</i>	8
Viveiro de mudas	9
Lavoura e Colheita.....	9
Lavador e Despoldador	10
Estufa de Secagem.....	10
Terreiro de Secagem	11
Secador mecânico	11
Pilagem.....	12
Torrefação	12
Moagem	13
Bebida.....	13
3º ENCONTRO – <i>DEBATE E DISCUSSÃO SOBRE A VISITA</i>	13
4º ENCONTRO – <i>EQUILÍBRIO TÉRMICO</i>	15
5º ENCONTRO – <i>DEBATE DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL</i>	16
6º ENCONTRO – <i>ATIVIDADE SENSORIAL, AULA EXPOSITIVA E APLICAÇÃO DO MÉTODO DE INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS (IPC)</i>	17
7º ENCONTRO – <i>PROPAGAÇÃO DO CALOR POR RADIAÇÃO</i>	20
8º ENCONTRO – <i>DEBATE SOBRE QUESTIONÁRIO DO EXPERIMENTO DE RADIAÇÃO</i>	21
9º ENCONTRO – <i>DIFERENCIANDO CALOR E TEMPERATURA</i>	24
10º ENCONTRO – <i>PROPAGAÇÃO DE CALOR POR CONDUÇÃO</i>	26

11º ENCONTRO – <i>CONCLUINDO O ASSUNTO: CONDUÇÃO</i>	27
12º ENCONTRO – <i>CONVECÇÃO</i>	29
13º ENCONTRO – <i>CONCLUINDO O ASSUNTO: CONVECÇÃO</i>	30
14º ENCONTRO – <i>COMO FUNCIONA UMA GARRAFA TÉRMICA</i>	33
15º ENCONTRO – <i>CAPACIDADE TÉRMICA, CALOR ESPECÍFICO E EQUAÇÃO FUNDAMENTAL DA CALORIMETRIA</i>	33
16º ENCONTRO – <i>CAPACIDADE TÉRMICA DA GARRAFA</i>	34
17º ENCONTRO – <i>DESAFIO FINAL</i>	35
REFERÊNCIAS	36
ANEXO A - O MÉTODO <i>PEER INSTRUCTION</i> OU INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS (IPC)	37

Objetivo

Buscando aproximar a Física da realidade do aluno, tem-se aqui uma proposta de aplicação baseada na aprendizagem significativa. Ao levar os alunos para uma propriedade onde se cultiva o café, beneficiando-o desde o seu plantio até à xícara, pode-se proporcioná-los a experiência de vivenciar os conceitos físicos, mais precisamente sobre termologia, envolvidos numa atividade rotineira da zona rural do município em que este material foi desenvolvido. Depois da visita, tratar destes assuntos em sala de aula torna-se mais real e presente.

Seguindo a proposta apresentada, inicia-se com a preparação para a visita. Na propriedade serão medidas algumas temperaturas e feitas observações sobre materiais utilizados para construção de mecanismos de beneficiamento do café. Não serão discutidas informações técnicas ou científicas durante a visita, mas servirão de embasamento para os encontros subsequentes.

Os encontros estão programados neste material para serem discutidos seguindo a cronologia da produção cafeeira, analisando em cada ponto os aspectos envolvidos com os conceitos físicos de termologia, como calor e temperatura.

Detalhamento dos encontros

Desenvolveram-se dezessete encontros, desde a parte inicial que se caracteriza por um aspecto motivacional até a finalização da aplicação deste material com análise e prática dos conceitos estudados. Para tanto, cada etapa do processo de aplicação será detalhada a seguir.

1º Encontro – *Preparação para Visita*

Neste primeiro momento, um dos objetivos é familiarizar o aluno com a proposta deste material, tendo como foco a participação de cada um, pois se o interesse dele for tão somente decorar e memorizar, a aprendizagem não será significativa, mas apenas mecânica. De acordo com Moreira (2012, p. 36)

Não se trata exatamente de motivação, ou de gostar da matéria. Por alguma razão, o sujeito que aprende deve se predispor a relacionar (diferenciando e integrando) interativamente os novos conhecimentos a sua estrutura cognitiva prévia, modificando-a, enriquecendo-a, elaborando-a e dando significados a esses conhecimentos. Pode ser simplesmente porque ela ou ele sabe que sem compreensão não terá bons resultados nas avaliações.

Também será nessa aula que deverão ser passadas instruções sobre a visita, feita a entrega do material do aluno e apresentação do conteúdo a ser estudado.

✓ Apresentação e entrega do material do aluno

Faça a entrega do material para cada aluno. Este pode ser impresso, mas por questões ecológicas e visando uma atitude sustentável, sugere-se a disponibilização de arquivo em formato PDF que poderá ser acessado via *smartphone* pelos alunos. Ao realizar a entrega, apresente o material, indicando que haverá algumas atividades experimentais, questionários de debate em grupo e com toda a classe. No material impresso há espaço para respostas de algumas perguntas individuais, caso tenha optado pelo formato PDF, estas deverão ser anotadas no caderno.

Durante a visita, algumas temperaturas deverão ser registradas pelos alunos, para tanto é necessário o uso de um pirômetro, pois há locais, como por exemplo, dentro da fornalha, em que o termômetro de mercúrio não pode ser usado. No material impresso há o espaço para anotação destas temperaturas, mas para quem fizer a opção pelo formato digital, as informações devem ser anotadas em um caderno ou no próprio *smartphone*, sempre bem especificada de onde foi medida tal temperatura, uma vez que serão utilizadas durante todo o processo de ensino proposto.



Pirômetro utilizado na visita para medição de temperaturas.

✓ O conteúdo da visita

É comum que os alunos, durante a visita, fiquem preocupados com os termos técnicos que surgirão durante palestra de apresentação, portanto, para que isto seja evitado e não haja desvio de foco, deve-se esclarecer de antemão que essa visita terá por princípio a análise e percepção da Física no cotidiano da produção de café, desde o cultivo de mudas até o resultado final no sabor da bebida. O foco de interesse serão as temperaturas, no fenômeno das transferências de calor e a aplicação que o homem encontrou para beneficiar a produção, ou a forma com que ele tenta evitar alguns destes processos naturais com o uso da garrafa térmica, por exemplo.

✓ Orientações sobre a visita e entrega das autorizações

No Anexo I deste material encontra-se um modelo de autorização que deve ser entregue a cada aluno para que seus pais/responsáveis assinem, autorizando-os a irem à visita. Recomenda-se que os alunos estejam uniformizados, que levem lanche e utilizem calçados fechados. A previsão de duração da visita é de 2h 30min a 3h.

Caso a visita não possa ser realizada, há três vídeos disponíveis na plataforma *YouTube* que podem ser passados aos alunos. Os vídeos se complementam, por isso é importante que sejam passados na ordem apresentada a seguir:

- Vídeo 1 – **Abordagem geral sobre o café e importâncias nas etapas de produção**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=qvGGB1B4b6E&t=261s>>. Acesso em: 20 dez. 2018.
- Vídeo 2 – **A produção**: colheita, preparo e secagem. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=hmsfbF_BrtM>. Acesso em: 20 dez. 2018.
- Vídeo 3 – **Produção industrial do café em pó**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=LDMmGKVtofY>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

2º Encontro – *A visita*

Este é um momento muito importante para o decorrer dos encontros, pois a partir de cada etapa vivenciada na produção de café será abordado um conceito de Física.

Antes de sair da escola, receba e confira as autorizações, que devem estar devidamente preenchidas e assinadas.

No momento da visita deixe os alunos livres para qualquer pergunta que possivelmente tenham, mesmo que a pergunta seja estritamente sobre a produção de café e não sobre algum conceito físico envolvido. É importante estar atento as indagações e participações, pois podem surgir nestes momentos alguns conhecimentos prévios que poderão ser explorados e servirem de ancoradouro para novos conhecimentos.

Baseie-se na cronologia da produção para conduzir a visita:

✓ Viveiro de mudas



Viveiro de Mudas. Fonte: Acervo pessoal do autor.

Este é um ambiente onde sua cobertura é construída de um material denominado “sombrite”. Para as mudas de café, geralmente é utilizado o de 50%, o que significa que permite a passagem de 50 % da luz solar. É muito utilizado para

os viveiros de mudas, visto que a luz solar é necessária para o desenvolvimento da maioria das plantas. Porém, ela deve ser controlada. A alta incidência de radiação solar prejudica o desenvolvimento das mudas e até mesmo plantas adultas.

Peça que os alunos registrem a temperatura ambiente fora e dentro da estufa

✓ Lavoura e Colheita



*Lavouras que utilizam tecnologias do Programa Arábica.
Fonte: Incaper (2016).*

O produtor quando conduzir esta visita deve comentar sobre o espaçamento e a distribuição das mudas, a época correta para plantio, do tempo de crescimento até a primeira colheita, os tipos de colheita. Após estas explicações, solicite que os alunos façam a aferição da temperatura do solo exposto ao sol e embaixo da

saia do pé de café. Novamente a relação a ser explorada será da temperatura com a exposição à radiação solar, realçando o que pode ser um bom ancoradouro, principalmente para o conceito físico de propagação de calor por irradiação.

✓ Lavador e Despoldador

Depois da colheita, os grãos passam pelo processo de lavagem em que, por densidade e com o uso de água, separam-se os grãos maduros, considerados de melhor qualidade dos demais e da sujeira, como pequenos galhos e folhas. Uma excelente oportunidade para comentar sobre a ideia de densidade.



Despoldador. Fonte: Acervo pessoal do autor.

✓ Estufa de Secagem

No processo de secagem os grãos devem ficar submetidos a um ambiente com temperatura controlada, apresentando pouca variação e realizando a secagem adequada. Para isto, a forma mais barata e conveniente encontrada pelos agricultores durante muito tempo e até



Estufa de secagem. Fonte: Acervo pessoal do autor.

hoje utilizada é a estufa. Internamente a temperatura é mais elevada que do lado de fora, os alunos devem fazer estas medições. Enfatize para a observação do material de que é constituída a cobertura da estufa e o seu formato, também comparando com a estufa de mudas, onde o processo de controle de temperatura é inverso.

✓ Terreiro de Secagem



Terreiro de Secagem. Fonte: Grão Gourmet (2015).

Outra possibilidade de secagem dos grãos é a utilização do terreiro de secagem, em que o piso pode ser revestido de cimento ou de “chão batido”. As temperaturas medidas serão do solo exposto ao sol e na sombra. O que mais vale ressaltar aqui é o manejo na administração do

tempo de exposição, pois como se forma um amontoado de grãos, eles devem ser movimentados para uma homogeneização da secagem, caso contrário, os grãos de cima secam e torram e os de baixo permanecem úmidos. Nas aulas posteriores é possível fazer comparação deste fenômeno com a situação da roupa posta estendida para secar no varal, aumentando a área de exposição.

✓ Secador mecânico



Secador Mecânico. Fonte: Acervo pessoal do autor.

Quando se trata de uma produção em grande quantidade e com necessidade de rapidez no processo de secagem, o produtor pode fazer uso do secador mecânico, que consiste na queima de material orgânico cujo ar aquecido por esta queima é lançado para dentro de um cilindro giratório onde se encontram os grãos. O primeiro aspecto a ser observado é o termômetro presente na tubulação que direciona o ar aquecido para dentro do cilindro, que normalmente se trata de um termômetro de ponteiro, o

que difere dos termômetros convencionais. Também é importante observar o

controle da temperatura para não queimar os grãos. Peça para que os alunos meçam a temperatura de dentro da fornalha, do seu telhado e da parede externa. Estas informações serão utilizadas quando foram discutir sobre condução. Enfatize sobre os materiais, como, por exemplo, os da parede, feita de tijolo de barro que é um material de baixa condutibilidade térmica, permitindo que a temperatura interna seja muito mais elevada que na parte externa.

✓ Pilagem

Na preparação do café, a pilagem é o processo de separação entre cascas e grãos. Não há medições de temperatura a serem feitas aqui, mas é interessante mencionar sobre a densidade novamente, que ao serem agitados são separados por um jato de ar que impulsiona o material de menor densidade (casca) por um tubo, separando-o dos grãos.

✓ Torrefação

Depois da separação dos grãos, este processo irá fazer a torra do café. Aqui a temperatura deve ser bem controlada, pois com temperatura elevadas, os grãos poderão se queimar ao invés de torrar, o que não deve acontecer. Peça para que os alunos meçam a temperatura do grão durante o processo no interior do torrador, após a torragem e ao término do resfriamento. Para resfriar o grão os torradores usam um aspersor de água e/ou soprador de ar. É interessante explorar a forma com que se faz o resfriamento, que deve ser no menor tempo possível para que os grãos não queimem.



Torrador para café. Fonte: Garcia (2011).

✓ Moagem

Não há influência da terminologia neste processo, mas é interessante mencionar sobre o acoplamento de polias que possibilita o controle da moagem pelo motor elétrico. Caso seja uma moagem manual, a utilização de alavancas é um tema a ser abordado.

✓ Bebida

A visita será encerrada com o resultado final de todo este processo, a bebida. Existem atualmente dois modos de se preparar o café, pelo tradicional coador ou pelo mecanismo expresso. O que diferencia os dois processos, além da pressão, é a temperatura da água no momento do preparo. Enquanto no café coado a temperatura da água está entre 95°C a 100°C, no café expresso esta é fixada em 90°C. Comumente, ao fazer o café, espera-se a água entrar em ebulição, o que, segundo os especialistas, não é o ideal, pois esta temperatura pode queimar o pó, afetando diretamente o sabor da bebida. Experimente fazer o café coado. Peça aos alunos que meçam a temperatura da água que será utilizada para coar, do café dentro da garrafa e do café ao ser despejado na xícara.

Encerrando a visita, oriente para que os alunos respondam, de forma individual, o questionário presente na UNIDADE 2 do material do aluno, que será discutido na próxima aula.

3º Encontro – *Debate e discussão sobre a visita*

Para facilitar o contato visual de todos os alunos da classe, recomenda-se que as carteiras sejam posicionadas em formato circular toda vez que neste material for proposta uma atividade de debate e discussão.

Este primeiro debate tem por objetivo principal para o professor identificar, através das respostas do questionário pós visita, os conhecimentos prévios que servirão de ancoradouro para os novos conhecimentos.

A condução do debate se inicia pela leitura da primeira pergunta e na solicitação de que algum aluno manifeste sua resposta, que poderá ser correta ou não, do ponto

de vista científico, porém, como já mencionado, não é este o foco principal do debate, para tanto a moderação por parte do professor é fundamental. Ao invés de utilizar palavras como “certo” ou “errado” e trazer “respostas prontas”, faça novas ponderações e contraposições para que tanto o aluno que respondeu quanto os demais participantes da discussão possam refletir sobre ambas as posições. Estimule a participação de todos, perguntando se alguém tem um posicionamento diferente ou até mesmo concorda com o exposto pelo aluno que respondeu esta primeira pergunta. Desta mesma maneira, proceda com as demais perguntas do questionário.

A seguir estão as perguntas e suas possíveis abordagens:

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

Aborde sobre a condição de exposição ao sol, tanto na estufa de mudas, quanto na de secagem, onde os objetivos são distintos.

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

Automóveis estacionados sob o sol, roupas escuras, telhados de amianto ou de telha colonial são exemplos que podem surgir.

3) Como você diferencia calor da temperatura?

Utilize das respostas desta pergunta para ter um direcionamento do que pensam seus alunos e da forma que estes conceitos precisam ser aprimorados, uma vez que o senso comum costumeiramente os torna iguais.

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 massa cimentada. Como você acha que o uso desse material pode contribuir para a secagem dos grãos?

Difícilmente os temas absorção e condução serão apresentados nas respostas, uma vez que não se trata de um vocabulário comum, mas procure identificar e relacionar estes conceitos nas respostas, pois se espera que posteriormente eles possam construir uma resposta aceita cientificamente.

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

Há ali uma queima de material orgânico (madeira), sendo assim, de uma forma bem resumida, transformação de energia química em térmica.

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

Esta pergunta se refere a parede da fornalha do secador que é constituída de tijolinho, mesmo material utilizado para construção de churrasqueiras, e o objetivo é iniciar uma discussão sobre a condução de calor.

Após o término do debate, peça que os alunos reavaliem suas respostas sobre o questionário pós visita, e caso haja alguma mudança a ser realizada que façam no espaço ao lado, sem apagar a resposta inicial para o acompanhamento do desenvolvimento individual pelo professor. Esta reformulação da resposta pode e deve acontecer durante toda a aplicação deste material.

4º Encontro – *Equilíbrio Térmico*

Neste encontro propõem-se a primeira atividade experimental do material instrucional, que consiste na mistura de água aquecida com água em temperatura ambiente. Esta atividade tem o objetivo de realizar medições de temperatura e analisar o equilíbrio térmico através da troca de calor. O roteiro da atividade encontra-se no material do aluno.

Na proposta, os béqueres são aquecidos com um fogareiro, mas não será afetado o objetivo da atividade se for utilizado um forno micro-ondas.

Depois do experimento os alunos se reúnem nos grupos e respondem as perguntas do tópico **“converse com seus colegas sobre”** proposto no material deles. Dê um tempo para que discutam neste pequeno grupo e no próximo encontro debata com toda a classe.

Para evitar possíveis conclusões equivocadas e fortalecimento do senso comum de que a temperatura de equilíbrio térmico é a média das temperaturas, recomenda-se que metade dos grupos realize o experimento com mais água aquecida e a outra metade com mais água em temperatura ambiente.

5º Encontro – *Debate da atividade experimental*

Esta aula pode ser dada na sequência da atividade experimental, caso haja tempo hábil, lembrando que esta proposta se baseia em aulas de 55 minutos.

Novamente as carteiras devem estar, preferencialmente, distribuídas ao redor da sala, como foi proposto para a atividade de debate sobre o questionário pós visita, para que quem esteja com a palavra possa ser visto por todos.

1) O que fez a água aquecer?

Para o aquecimento da água foi necessária uma transformação de energia química, da combustão, em energia térmica. Esta discussão é propícia para relacionar calor a energia.

2) Por que foi necessário esperar um tempo com o termômetro dentro da mistura para medir a temperatura?

O termômetro precisa estar em Equilíbrio Térmico com a mistura para que a leitura seja realizada

3) A temperatura da mistura foi MAIOR do que a da água aquecida? Foi MENOR do que a água em temperatura ambiente?

Quando se realiza a mistura, a temperatura de equilíbrio não será maior que a da água aquecida e nem menor que a da água em temperatura ambiente. A discussão deve ser feita em torno do conceito de calor como energia.

4) Faça uma relação do experimento executado com a mistura CAFÉ COM LEITE e cite outros exemplos.

Caso não tenha surgido nas respostas dos alunos, o professor pode indagar sobre o equilíbrio térmico de materiais em estados físicos diferentes aguçando a curiosidade dos alunos, citando, por exemplo, quando se molda o ferro para fabricação de ferramentas, em que é aquecido e posteriormente colocado dentro da água para resfriar. Assunto que será tratado posteriormente quando se falar sobre Capacidade Térmica e Calor Específico.

6º Encontro – *Atividade sensorial, aula expositiva e aplicação do método de Instrução pelos Colegas (IpC)*

Antes de realizar a atividade experimental, lance uma pergunta central para iniciar a aula:

“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?”

Com esta pergunta objetiva-se desenvolver o tema sensação térmica, tornar claro que FRIO e QUENTE não são parâmetros eficazes para determinação da temperatura de um corpo, pois tratam-se de sensações que podem ser diferentes de acordo com o indivíduo.

A atividade se desenvolve com três recipientes contendo água, em um deles água aquecida (35°C para evitar desconforto), outro com água e gelo e um terceiro, com água da torneira (temperatura ambiente). Estes recipientes precisam ser de um tamanho suficiente para caber as mãos dos alunos. Em resumo, a atividade consiste em o aluno colocar uma das mãos dentro do recipiente com água aquecida e a outra na água com gelo, aguardar um tempo para assim colocar uma das mãos no recipiente com água em temperatura ambiente, descrever se sente que a água está quente ou fria e repetir a análise, agora com a outra mão.

Por questões de higiene, sugere-se que a atividade seja desenvolvida em grupos e que cada grupo tenha seu próprio material.

Realizada a atividade em grupo, peça para que conversem sobre o assunto, baseando-se nas respostas às questões propostas ao fim do procedimento experimental contido no material deles.

Depois de responderem em grupos, articule uma discussão das repostas e da atividade com toda a classe. Abaixo estão as perguntas contidas no Material do Aluno.

1) Qual a sensação térmica que você teve?

Com a descrição efetuada pelos alunos, o professor deve conduzir sua mediação de forma a retomar sobre a definição de calor apresentada na aula anterior como energia em trânsito.

- 2) **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?**

Um cuidado importante a ser tomado aqui: se trata do Equilíbrio Térmico, que por senso comum, tende-se a supor que a mão entra em equilíbrio térmico com a água a qual foi imersa, porém as sensações de Frio e Quente se dão pela TAXA DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR e o corpo mantém sua temperatura média.

- 3) **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”?**

Um bom texto para esta discussão encontra-se no link <https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=sensacao-termica-x-temperatura-ambiente> em que o professor Fernando Lang responde uma pergunta sobre a sensação térmica versus temperatura ambiente, ao passo que esta relação se estabelece em decorrência da taxa de evaporação.

- 4) **Descreva outras situações cotidianas parecidas com a experimentada aqui.**

Pisar descalço sobre um tapete e sobre um piso de cerâmica, colocar a mão em uma superfície de madeira e em um pedaço de ferro, são situações que podem ser apresentadas.

Nesta discussão em grupo, espera-se que os temas Equilíbrio Térmico e Calor como Energia Térmica em trânsito tenham sido satisfatoriamente abordados e para verificar isto, utilize o método de *Instrução pelos Colegas (IpC)*. Para esta abordagem, o professor deve se conscientizar de que o importante é o processo de instrução mútua entre os alunos. Sua abordagem inicial com atividade experimental e debate em grupo já foi realizada. No anexo II deste material se encontra a forma proposta de aplicação deste método.

As perguntas propostas aqui para o PI não se encontram no material do aluno, portanto, deve-se realizar a projeção desta pelo recurso visual disponível.

Pergunta 1 (UFSM - adaptado). Com base no que foi discutido e trabalhado nas aulas, pode-se afirmar que Calor é uma:

- a) Forma de Energia transferida devido à diferença de temperatura;
- b) Medida da Energia Interna de um corpo;
- c) Forma de Energia atribuída aos corpos quentes;
- d) Forma de energia inexistente nos corpos frios.

RESPOSTA: **Letra A**

Pergunta 2. 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 de maior temperatura;
- b) O corpo menor é o de maior temperatura;
- c) Não há trocas de calor entre os corpos;
- d) O corpo maior cede calor para o corpo menor.

RESPOSTA: **Letra C**

Pergunta 3. Quando dois objetos são colocados em contato, a condição necessária para que haja transferência de calor entre eles é que possuam:

- a) Diferentes quantidades de calor;
- b) Diferentes volumes;
- c) Diferentes massas;
- d) Diferentes temperatura.

RESPOSTA: **Letra D**

Pergunta 4. Determine a afirmação correta sobre o sentido do fluxo do calor

- a) O calor flui espontaneamente do corpo de maior massa para o de menor massa;
- b) O calor flui espontaneamente do corpo com maior número de partículas para o corpo com menor número de partículas;
- c) O calor flui espontaneamente do corpo de maior volume para o de menor volume;
- d) O calor flui espontaneamente do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura.

RESPOSTA: **Letra D**

Pergunta 5 (ENEM – adaptado). Em dias com baixas temperaturas, as pessoas utilizam casacos ou blusas de lã com o intuito de minimizar a sensação de frio. A utilização desta vestimenta diminui a sensação de frio, porque:

- a) Possui a propriedade de gerar calor;
- b) Não permite a entrada do ar frio;
- c) Diminui a taxa de transferência de calor do corpo humano para o meio externo
- d) Tem como principal característica a absorção de calor, facilitando o equilíbrio térmico

RESPOSTA: **Letra C**

7º Encontro – *Propagação do calor por Radiação*

A retomada da visita e do questionário inicial, presente no material do aluno, deve ser um ponto de partida para esta aula. Chame atenção para a diferença na temperatura das estufas, tanto na de muda (com absorção de 50%) quanto na de secagem do café, e indague os alunos como explicar este fato e peça exemplos semelhantes.

Aberto este diálogo, inicie a atividade experimental cujo procedimento está descrito no material do aluno que consiste em expor ao sol sobre uma placa de isopor e medir a temperatura a cada minuto de três latinhas de refrigerante com água, uma pintada de preto, outra de branco e a terceira sem pintar ou envolta em papel alumínio. Em sequência deixá-las à sombra, também medindo a temperatura a cada minuto.

É recomendado que solicite aos alunos para trazerem já pintadas as latas de refrigerante, conforme indicado no material deles, para que este processo não tome tempo da aula. Observe que é uma tarefa que necessita de pelo menos 30 minutos, pois serão 20 min de exposição ao sol e 10 min à sombra.

Há uma variação possível, onde ao invés de encher de água, deixam-se as latas “vazias” (é importante comentar, caso este experimento seja realizado, sobre o aquecimento do ar dentro da latinha), utilizando um pirômetro, pode ser feito o registro da temperatura interna e externa de cada lata.

É importante comentar sobre a taxa de transferência de calor, havendo, portanto, uma temperatura limite, pois a quantidade de energia recebida é igual à cedida para o ambiente estabelecendo assim um limite máximo para a temperatura em qualquer que seja a lata.

8º Encontro – *Debate sobre questionário do experimento de radiação*

Este encontro é dividido em duas partes. Na primeira, os alunos constroem a discussão de acordo com a seção “converse com seus colegas sobre” no material do aluno, dentro dos grupos que realizaram as medições da atividade experimental do encontro anterior. A segunda parte é conduzida pelo professor, num debate amplo sobre as mesmas questões, porém, com a participação de toda a classe.

Estas são as perguntas:

1) Que função tem a placa de isopor no experimento?

A placa de isopor tem por finalidade evitar troca de calor por condução entre a lata e o solo. Anote sobre esta pergunta evidências de conhecimentos prévios sobre condução de calor.

2) Por que as latinhas sofreram aumento de temperatura quando expostas ao sol?

Ao ser exposto ao Sol os corpos recebem radiação eletromagnética que provoca o aumento da temperatura. Utilize esta questão para promover a construção do conceito de radiação.

3) Construa um gráfico de aquecimento das latinhas mostrando as suas temperaturas com o passar do tempo.

Se possível faça com que todos os gráficos sejam vistos pela classe para comparação

4) Durante o aquecimento, as latas receberam a mesma quantidade de energia solar? As temperaturas finais após o aquecimento são iguais ou diferentes?

Sim, as latas receberam a mesma quantidade de energia solar, porém, durante o experimento as temperaturas atingidas não foi a mesma, isso se

deve a cor de cada latinha e a absorção ou reflexão dessa radiação. A preta absorvendo mais.

5) Em relação ao resfriamento das latas, qual foi mais rápido? Este era o resultado que você esperava?

Como a latinha pintada de preto aqueceu mais que as outras, costuma-se esperar que seu resfriamento seja mais lento, mas o que ocorre é que a cor preta é bom absorvedor de calor o que facilita a troca de calor entre a água aquecida e o meio ambiente.

6) A que conclusão podemos chegar, comparando as duas etapas desse experimento?

Espera-se que o aluno possa refletir sobre a relação entre as temperaturas e as cores das latas. Conduza a discussão para construção do processo de propagação de calor por radiação, fazendo relação com a próxima pergunta.

A construção do gráfico requer de muitos alunos o auxílio do professor. Esteja atendo a isso.

Ao concluir o debate deste questionário, convide os alunos a novamente revisarem suas respostas do questionário pós-visita, caso haja alteração, que esta seja feita sem apagar a primeira resposta.

Para finalizar a aula, estimule, com o auxílio do método de *Instrução pelos Colegas (IpC)*, para que os alunos respondam as seguintes sugestões de perguntas:

Pergunta 1. Qual alternativa melhor define o que ocorre no aquecimento da estufa de secagem do café?

- a) O calor entra na estufa e não consegue sair pois é absorvido por todos os corpos;
- b) A radiação entra na estufa, uma parte é absorvida e outra é refletida dentro dela, inclusive pelo material da cobertura;
- c) A temperatura é refletida dentro da estufa inclusive pelo material da cobertura;
- d) O solo absorve toda a radiação solar.

RESPOSTA: **Letra B.**

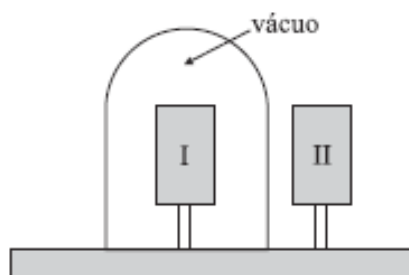
Caso necessário, recomenda-se a utilização da simulação encontrada no link (**O Efeito Estufa.** [S.d]. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/greenhouse>. Acesso em: 12 nov. 2018) para uma nova abordagem sobre as estufas

Pergunta 2. A radiação é um processo de transmissão de calor caracterizado por:

- a) Se propagar em meios materiais sólidos;
- b) Se propagar nos fluidos;
- c) Única forma de propagação de calor possível no vácuo;
- d) Não alterar a temperatura dos corpos.

RESPOSTA: **Letra C.**

Pergunta 3 (Unesp – Adaptada). Um corpo I é colocado dentro de uma campânula de vidro transparente evacuada. Do lado externo, em ambiente à pressão atmosférica, um corpo II é colocado próximo à campânula, mas não em contato com ela, como mostra a figura. As temperaturas dos corpos são diferentes e os pinos que os sustentam são isolantes térmicos. Considere as formas de transferência de calor entre esses corpos e aponte a alternativa correta.



- a) Não há troca de calor entre os corpos I e II porque não estão em contato entre si.
- b) Não há troca de calor entre os corpos I e II porque o ambiente no interior da campânula está evacuado.
- c) Há troca de calor entre os corpos I e II porque suas temperaturas são diferentes.
- d) Há troca de calor entre os corpos I e II e a transferência se dá por meio de radiação eletromagnética.

RESPOSTA: **Letra D.**

9º Encontro – *Diferenciando calor e temperatura*

Até esta aula, tem-se trabalhado com a definição de calor, falando sobre e fazendo medições de temperaturas, mas sem diferenciá-los. O objetivo desta aula é deixar clara esta diferença e conceituar cientificamente, pois na linguagem cotidiana seus significados diferem da linguagem científica.

Comente com os alunos sobre o conceito de calor. Espera-se que até aqui eles já tenham diferenciado e assimilado este conceito como energia térmica em trânsito, caso não esteja, faça uma breve explicação.

Em grupo peça que façam leitura do texto sobre temperatura presente no material do aluno, revejam as anotações da visita, onde fizeram medições de temperatura nas aulas anteriores também. Comente sobre os instrumentos utilizados para isso e oriente para o início da atividade experimental. São dois procedimentos, que consistem em:

Procedimento 1

- Encher dois béqueres, um completamente e outro pela metade, com água em temperatura ambiente;
- Colocar um dos béqueres sobre um fogareiro e medir a temperatura a cada minuto, por 5 minutos;
- Colocar o segundo béquer sobre o mesmo fogareiro e repetir as medições;
- Construir as curvas de aquecimento;

Procedimento 2

- Novamente com os dois béqueres com água a temperatura ambiente, um pela metade e outro por completo, faz-se a inserção de 4 cubos de gelo em cada;
- A temperatura da água deve ser medida antes de colocar os cubos de gelo e após o a liquefação total destes.

Novamente, caso não seja possível o aquecimento com um fogareiro, pode-se utilizar um forno micro-ondas.

Cada grupo deve realizar seu experimento e responder as questões propostas no material. Depois discuta as questões e respostas com toda a classe. Seguem as perguntas:

1) 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?

Esta pergunta inicia a discussão sobre a diferenciação dos conceitos de calor e temperatura. A quantidade de calor fornecida para os dois béqueres foi a mesma, pois ficaram sobre o mesmo fogareiro o mesmo intervalo de tempo. Porém as temperaturas registradas são diferentes, devido a quantidade de massa de água em cada béquer.

2) No procedimento 2 a quantidade de calor fornecida foi a mesma para os dois béqueres? E a temperatura atingida após o derretimento do gelo, foi a mesma?

A quantidade de calor envolvida neste procedimento é a mesma para os dois béqueres, porém, novamente as temperaturas são diferentes. É interessante de se ressaltar nessa atividade sobre o aspecto de quem está cedendo e quem está recebendo calor, em que a água, em temperatura ambiente, cede calor ao gelo.

3) Com base na atividade experimental realizada, qual a diferença entre calor e temperatura?

O calor é energia em trânsito e a temperatura é definida como o estado de agitação das moléculas.

Para acompanhamento do desenvolvimento da turma, sugere-se, para o fim desta aula, ou no início da próxima, com o método *Peer Instruction*, a aplicação das seguintes questões:

Pergunta 1. O que acontece com as moléculas de uma substância em estado sólido, sem alteração de estado físico, quando esta é aquecida?

- a) Ficam mais agitadas e afastadas umas das outras.
- b) Ficam mais agitadas e unidas umas das outras.
- c) Ficam mais lentas e afastadas umas das outras.
- d) Ficam mais lentas e unidas umas das outras.

RESPOSTA: Letra A.

Caso o resultado não tenha atingido 30% de acerto, sugere-se uma nova abordagem, enfatizando a temperatura como estado de agitação das moléculas. A simulação “Estado da Matéria: Básico” (Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter-basics/latest/states-of-matter-basics_pt_BR.html>. Acesso em: 20. dez. 2018) pode ajudar nesta nova abordagem.

Pergunta 2. “Transferência de energia de um corpo a outro devido à diferença de temperatura entre eles”. Esta é a definição de:

- a) Energia Térmica.
- b) Força.
- c) Calor.
- d) Temperatura.

RESPOSTA: **Letra C**

Caso o percentual de acerto não tenha superado 30%, é sugerido uma nova abordagem. A pergunta refere-se ao conceito físico de CALOR, refaça uma explanação sobre o tema. Como sugestão pode ser utilizada uma leitura do livro-texto dos alunos.

Pergunta 3. Em relação à agitação das moléculas de um corpo, podemos afirmar que:

- a) Entre 0°C a 4°C, elas alcançam agitação máxima.
- b) Quanto maior a temperatura, menor será a agitação das partículas.
- c) Quanto maior a temperatura, maior será a agitação das partículas.
- d) Quanto menor a temperatura, maior será a agitação das partículas.

RESPOSTA: **Letra C**

10º Encontro – *Propagação de calor por Condução*

Como introdução desta aula é proposta uma discussão inicial, retomando aspectos da visita e do dia a dia do aluno.

- ❖ Qual a temperatura interna da fornalha?
- ❖ E a temperatura da parede externa?

- ❖ Como explicar uma variação tão grande?
- ❖ Se a parede fosse de algum metal, será que aumentaria ou diminuiria a temperatura externa?
- ❖ O cabo de uma colher de pau aquece da mesma maneira que o cabo de uma colher de metal?

Estas são algumas perguntas norteadoras desta aula, lembrando que os valores de temperaturas mencionados foram médios durante a visita à produção de café.

Após esta iniciação da aula, os alunos se reúnem em grupos para realizar as atividades de discussão e experimental, propostas no material deles.

A atividade experimental consiste em expor a uma mesma chama, de vela ou fogareiro, dois espetinhos, um de madeira e outro feito com fio de cobre, onde foram colados com parafina, várias taxinhas ou pregos, que se soltarão sequencialmente do fio de cobre e permanecerão colados no espetinho de madeira, proporcionando assim uma discussão sobre a condução do calor nos diferentes tipos de materiais. Por experiência, é interessante que as tachinhas sejam presas previamente pelo professor, ou pelos próprios alunos, por se tratar de algo minucioso que demanda tempo para execução.

Após a atividade experimental há questões que devem ser debatidas nos grupos para que na aula seguinte seja feito o debate geral.

11º Encontro – *Concluindo o assunto: Condução*

Em uma introdução para a aula, lembre a atividade experimental, as discussões da aula anterior, dando início ao debate aberto com toda a classe, onde as respostas devem ser discutidas e contrapostas por toda a turma. Abaixo seguem as perguntas e abordagens sugeridas:

1) Por que os preguinhos vão se soltando sequencialmente no fio de cobre?

O calor flui no fio de cobre, da extremidade exposta à chama até a outra aquecendo a parafina e derretendo-a.

2) Como você explica esse fenômeno e o fato de os preguinhos não se soltarem do espetinho de churrasco?

No espetinho de churrasco, não há o mesmo fluxo de calor que no fio de cobre. Neste caso, pode-se afirmar que o cobre conduz melhor o calor do que a madeira.

3) O processo analisado, de CONDUÇÃO, pode ocorrer no vácuo? Por quê?

O processo de condução necessita de um meio material para propagar o calor, sendo o vácuo um ambiente sem matéria, não é possível a condução do calor.

4) Sobre a visita: como pode a temperatura de dentro da fornalha ser tão diferente da temperatura de sua parede externa? Você conhece alguma outra situação em que algo semelhante acontece?

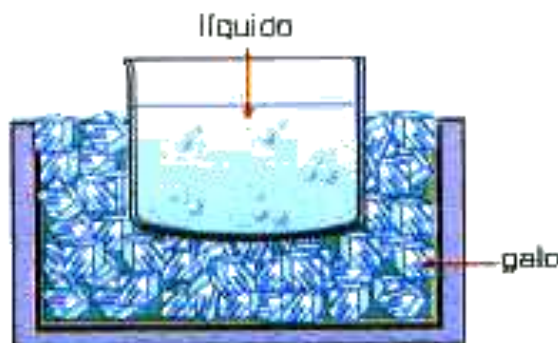
A parede da fornalha é construída com tijolo de barro, sendo este um material mau condutor de calor, dificultando que a energia térmica flua para fora da fornalha, permitindo assim uma maior temperatura dentro da fornalha, onde está ocorrendo a queima de madeira do que do lado de fora.

Para o fechamento da discussão o professor deve apresentar a lei de Fourier que estabelece o fluxo de calor através de um material relacionando-a com as discussões anteriores.

$$\Phi = \frac{k \cdot A \cdot \Delta T}{L}$$

Para finalizar a aula, utilize o método de Instrução pelos Colegas para lançar algumas perguntas como as sugeridas abaixo:

Pergunta 1. Para resfriar um líquido, é comum colocar a vasilha que o contém dentro de um recipiente com gelo, conforme a figura. Para que o resfriamento seja mais rápido, é conveniente que a vasilha seja metálica, em vez de ser de vidro, porque o metal apresenta, em relação ao vidro:



- a) Maior Temperatura
- b) Melhor Condutibilidade Térmica
- c) Mais energia térmica
- d) Mais Calor

RESPOSTA: **Letra B**

Esta é uma pergunta que envolve o conceito de condutibilidade térmica, caso não tenha obtido acerto superior a 30% é necessária uma nova abordagem. A sugestão é um diálogo maior sobre a condução térmica e os diferentes tipos de matérias.

Pergunta 2. Uma carteira escolar é construída com partes de ferro e partes de madeira. Quando você toca a parte de madeira com a mão direita e a parte de ferro com a mão esquerda, embora todo o conjunto esteja em equilíbrio térmico:

- a) a mão direita sente mais frio que a esquerda, porque a madeira conduz melhor o calor
- b) a mão direita sente mais frio que a esquerda, porque a radiação na madeira é mais notada que no ferro
- c) a mão direita sente menos frio que a esquerda, porque o ferro conduz melhor o calor
- d) a mão direita sente mais frio que a esquerda, porque a radiação no ferro é mais notada que na madeira

RESPOSTA: **Letra C.**

12º Encontro – *Convecção*

Com a leitura do texto no material do aluno, se inicia uma discussão sobre as correntes de convecção. É importante frisar sobre os fluidos em geral, não se restringindo aos líquidos.

Após a leitura e uma breve explanação e com propósito de instigar os alunos sobre o assunto, deve-se trazer questões do dia a dia deles, como por exemplo:

- ❖ Quando a água está em ebulição, o que ocasiona aquele movimento?

- ❖ Porque os aparelhos de ar condicionado são instalados na parte superior dos ambientes, assim como os congeladores internos na parte superior das geladeiras?

Com os alunos divididos em grupos para facilitar a execução da tarefa, seguem-se então as instruções presentes no material do aluno. Na atividade proposta os alunos devem colocar 300 ml de água em um béquer e uma colher de chá de pó de café na água, sem agitá-lo, somente depositando sobre sua superfície, colocando o conjunto sobre um fogareiro e observar o movimento do pó de café, que acompanhará a corrente de convecção da água. Sugerimos que ao executar o experimento, seja colocada uma folha de papel, ou isopor, branca atrás do béquer para facilitar a visualização.

Professor, a discussão sobre o questionário após a atividade experimental é extremamente esclarecedora para o conceito de convecção. Instigue seus alunos, acrescente perguntas e acompanhe as discussões em cada grupo. Por se tratar de uma atividade que não demanda muito tempo, caso perceba a necessidade, pode indicar que algum grupo refaça a experiência, até mesmo substituindo o pó de café por papel picado ou outro material. Ressalte que o pó de café só facilita a nossa visualização do fenômeno, mas que a corrente de convecção ocorre na água e é ela que transporta o pó de café.

13º Encontro – *Concluindo o assunto: Convecção*

Neste encontro os alunos deverão ampliar para toda a classe a discussão feita na aula anterior em pequenos grupos. As questões a serem abordadas são:

- 1) A corrente de convecção observada foi mais rápida ou mais lenta conforme a água se aquecia?**

A resposta esperada é que foi mais rápida, caso não seja consenso, repita o experimento e faça observações junto aos alunos.

- 2) Explique com suas palavras o fenômeno observado.**

A resposta é pessoal mas deve ser coerente, cabe ao professor não trazer resposta pronta, mas lhe cabe a instrução para que os alunos pesquisem sobre o assunto.

3) Explique por que o aquecimento de um sólido não pode ocorrer por convecção.

Os sólidos possuem suas partículas sem liberdade de movimento como nos líquidos, impedindo assim que uma partícula que recebeu energia térmica se movimente dentro do próprio sólido indo de uma extremidade à outra.

4) Com este experimento, você consegue explicar o porquê de os congeladores internos ficarem na parte superior das geladeiras?

Por convecção, o ar resfriado em volta do congelador tende a descer e resfriar toda a geladeira.

Para encerrar a aula, e concluir sobre o assunto, recomenda-se o método de Instrução pelos Colegas com as seguintes perguntas:

Pergunta 1. Qual alternativa melhor explica um fenômeno de propagação do calor?

- a) A convecção térmica só ocorre nos fluidos, ou seja, não se verifica no vácuo nem em materiais no estado sólido
- b) A condução térmica só ocorre no vácuo; no entanto, a convecção térmica se verifica inclusive em materiais no estado sólido
- c) No vácuo, a única forma de transmissão do calor é por condução
- d) A condução e a convecção térmica só ocorrem no vácuo

RESPOSTA: Letra A.

Esta é uma questão que abrange os três processos de propagação de calor, mesmo que se obtenha um acerto maior que 70% é muito importante que se faça uma explanação de cada alternativa, do porquê de não estar correta e qual alteração a tornaria correta.

Pergunta 2. Uma panela com água está sendo aquecida num fogão. O calor das chamas se transmite através da parede do fundo da panela para a água que está em contato com essa parede e daí para o restante da água. Na ordem desta descrição, o calor se transmitiu predominantemente por:

- a) Convecção e radiação
- b) Radiação e convecção
- c) Condução e convecção
- d) Condução e radiação

RESPOSTA: **Letra C.**

Pergunta 3. Um ventilador de teto, fixado acima de uma lâmpada incandescente, apesar de desligado, gira lentamente algum tempo após a lâmpada estar acesa. Esse fenômeno é devido à:

- a) Reflexão da luz
- b) Irradiação da luz e do calor
- c) Polarização da luz
- d) Convecção do ar aquecido

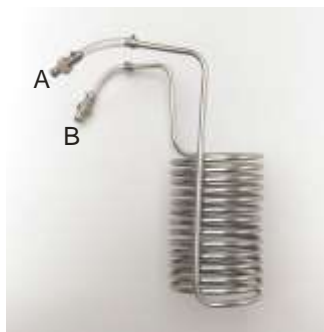
RESPOSTA: **Letra D.**

Pergunta 4. A transmissão de calor por convecção só é possível:

- a) No vácuo
- b) Nos fluidos em geral
- c) Nos gases
- d) Nos sólidos

RESPOSTA: **Letra B**

Pergunta 5. O aparato da figura é chamado de “*chiller* de imersão”, que consiste em um sistema em espiral em que dentro dele passará água fria e será imerso em um líquido quente para que trocando calor, possa resfriá-lo.



Para maior eficiência do propósito citado no enunciado é correto conectar a entrada de água fria:

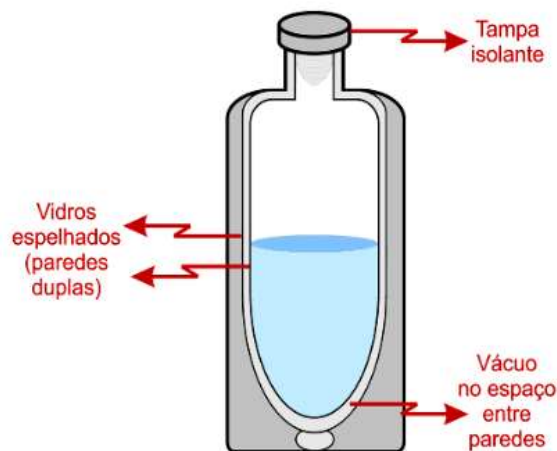
- a) No bico A;
- b) No bico B;
- c) Em qualquer bico o resfriamento será igual;

RESPOSTA: **Letra B**

14º Encontro – *Como funciona uma garrafa térmica*

De acordo com o que foi estudado, a proposta desta aula é trazer os assuntos sobre transmissão de calor já discutidos e com base nisso, analisar o funcionamento de uma garrafa térmica convencional. Lembrando que este equipamento foi produzido para evitar a transferência de calor. É interessante comentar com os alunos que para saber como evitar é necessário saber como ocorrem as transferências. Leve uma garrafa para a sala e desmonte-a, deixando que os alunos comentem a respeito do objetivo de cada parte dessa garrafa. Apesar de pouco usual, seu funcionamento é efetivo não somente para conservar líquidos temperaturas mais altas que a ambiente como também mais baixas, podendo estar dentro dela suco, água gelada ou café.

Use de recursos visuais para facilitar. Existem várias imagens de garrafas térmicas com corte vertical na internet. Apresenta-se aqui um exemplo que pode ser utilizado:



15º Encontro – *Capacidade Térmica, Calor Específico e Equação Fundamental da Calorimetria*

Os formalismos matemáticos devem estar presentes nesta aula, já que as próximas duas atividades experimentais nas aulas seguintes dependerão deste aprendizado. Na próxima aula eles devem realizar o cálculo da capacidade térmica de uma garrafa e na seguinte, realizar uma mistura de café com leite dentro desta garrafa.

Para a relação da massa com a quantidade de calor, propõem-se um experimento mental, em que se submete duas quantidades de água, 1 L e 5 L sobre dois fogareiros idênticos. Pergunte aos alunos como estarão as temperaturas das quantidades de água. Provavelmente responderão que 1 L de água estará com temperatura mais alta do que os 5 L, consensualmente estabelecido que a quantidade de calor fornecida foi a mesma e uma obteve medição de temperatura mais elevada, pode-se relacionar este fenômeno com a massa.

Um segundo experimento mental trata-se da submissão de situação semelhante ao anterior, porém agora com 1 Kg de água e 1 kg de óleo vegetal (fala-se em massa e não em volume pois já se percebeu que a quantidade de calor fornecida irá modificar a temperatura de acordo com a massa). Assim, espera-se manter esta variável constante, apenas modificando o material. O óleo estará a uma temperatura mais elevada pois precisa de menos energia por unidade de massa para variar um grau em sua temperatura, o que se define por calor específico.

Com essa relação direta de proporcionalidade consegue-se definir a quantidade de calor com a formulação matemática:

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

O produto mc também pode ser interpretado como a Capacidade Térmica além da relação quantidade de calor e variação de temperatura:

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

16º Encontro – Capacidade térmica da garrafa

Como aplicação do que foi visto na aula anterior, sugere-se aqui uma atividade em que o objetivo é calcular, mediante experimento, a capacidade térmica de uma garrafa, ou seja, um calorímetro.

É recomendável que a garrafa não seja muito grande. Recomenda-se a de 200 mL, para minimizar a quantidade de água necessária para preencher toda a garrafa.

No material do aluno encontram-se as instruções da atividade, inclusive uma tabela para preenchimento que facilitará o cálculo solicitado.

17º Encontro – Desafio Final

Com o resultado da aula anterior propõem-se uma atividade final, onde o objetivo é a realização de mistura de café com leite, sendo que devem estar nos seguintes critérios:

- ❖ 200 ml de mistura
- ❖ 38°C de temperatura

Preferencialmente utilize leite desnatado para que possa ter densidade aproximada para 1 g/mL, facilitando o cálculo, também assim para o café. Como ambos possuem mais de 90% de água, pode-se utilizar o calor específico de 1 cal/g°C. Estas orientações devem ser fornecidas aos alunos.

A atividade é finalizada com as argumentações de cada grupo sobre a forma com que chegaram ao resultado calculado e sugestões do que mudariam para obter melhores resultados.

Referências

ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, p. 362-384, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2013v30n2p362/24959>>. Acesso em: 09 set. 2018.

GARCIA, L. O. **Torrador para café**. 2011. Disponível em: <<https://www.cimm.com.br/portal/produtos/exibir/23765-torrador-para-cafe>>. Acesso em 12 jul. 2018.

GONÇALVES FILHO, A.; TOSCANO, C. **Física: Interação e Tecnologia**. 2. ed. São Paulo: Leya, 2016.

GRÃO GOURMET. **Colheita de cafés especiais na fazenda Boa Vista**. 2015. Disponível em: <<https://www.graogourmet.com/blog/cafes-especiais-na-fazenda-boa-vista/>>. Acesso em: 12 jul. 2018.

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

INCAPER. **Espírito Santo fecha 2016 com maior safra de café arábica da história**. 2016. Disponível em: <<https://incaper.es.gov.br/Not%C3%ADcia/espírito-santo-fecha-2016-com-maior-safra-de-cafe-arabica-da-historia>>. Acesso em 12. jul. 2018.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B.; GUIMARÃES, C. **Física: Contexto e Aplicações**. 2. ed. São Paulo: Scipione, 2017.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal Aprendizagem Significativa?** Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. Aceito para publicação, *Curriculum*, La Laguna, Espanha, 2012. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/oqueefinal.pdf> >. Acesso em: 23 jul. 2018.

PHET INTERACTIVE SIMULATIONS. **Física - Simulações PhET**. [S.d]. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/physics>. Acesso em: 12 set. 2018.

PIETROCOLA, M. et al. **Física em Contextos**. 1.ed. São Paulo: Editora do Brasil, 2016.

TORRES, C. M. A. et al. **Física: Ciência e tecnologia**. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2016.

ANEXO A - O método de Instrução pelos Colegas (IpC)

Basicamente o método desenvolvido por Eric Mazur, de instruções pelos colegas, trata-se de uma forma mais rápida e eficaz de o professor obter um feedback sobre o conteúdo que está sendo estudado. De uma forma geral o método consiste em uma explanação Inicial, por volta de 15 minutos, sobre um tema e então aplicação de uma questão de múltipla escolha, que tem como objetivos promover e avaliar a compreensão dos aprendizes sobre os conceitos mais importantes apresentados, em que os alunos são instigados a pensar sobre sua resposta e uma justificativa para ela. A partir de então é feita a verificação das respostas, que mais adiante veremos como foi feito neste trabalho, e então é colhida a informação da quantidade de acertos. Dependendo do percentual os alunos são convidados a discutir em grupos ou em dupla com pessoas que escolheram respostas diferentes, argumentando e tentando convencer o outro, posteriormente é feita uma nova análise em relação a pergunta e discutido com toda a classe.

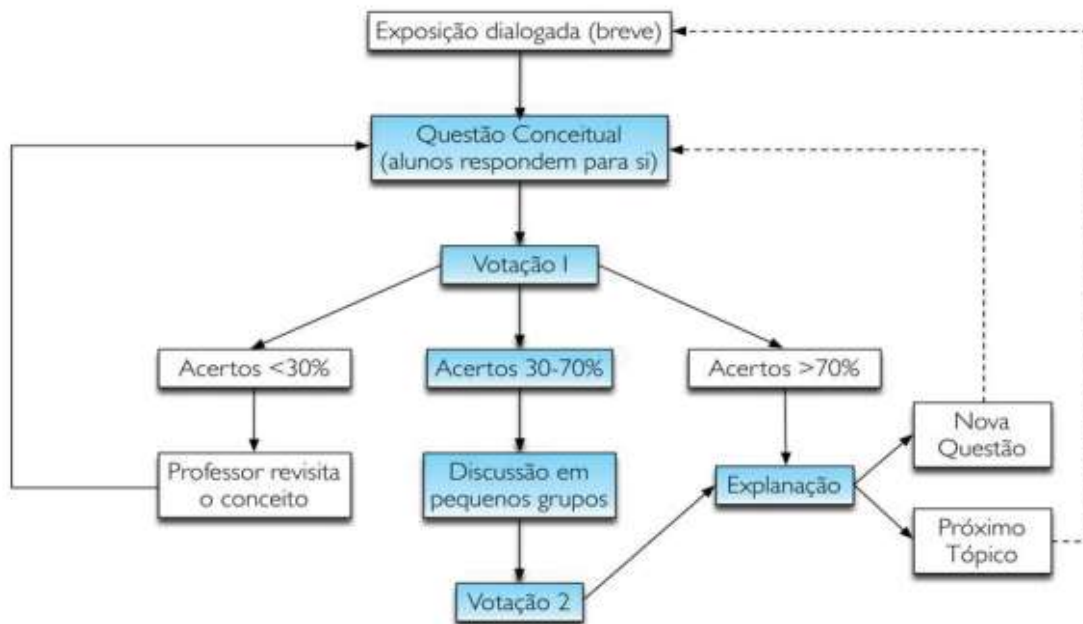
Com base nas respostas informadas, mas ainda sem indicar a correta aos alunos, o professor decide entre:

- Explicar a questão, reiniciar o processo de exposição dialogada e apresentar uma nova questão conceitual sobre um novo tópico. Essa opção é aconselhada se mais de 70% dos estudantes votarem na resposta correta;
- Agrupar alunos em pequenos grupos (2-5 pessoas), preferencialmente que tenham escolhido respostas diferentes, pedindo que eles tentem convencer uns aos outros usando as justificativas pensadas ao responderem individualmente. Após alguns minutos, o professor abre novamente o processo de votação e explica a questão. Se julgar necessário, o professor pode apresentar novas questões sobre o mesmo tópico, ou passar diretamente para a exposição do próximo tópico, reiniciando o processo. Essa opção é aconselhada se o percentual de acertos obtidos na primeira votação estiver entre 30% e 70%. O tempo despendido nesta etapa costuma ser de três a cinco minutos, dependendo do nível de discussão alcançada;

- Revisitar o conceito explicado, através de nova exposição dialogada buscando aclará-lo, apresentando outra questão conceitual ao final da explanação e recomeçando o processo. Essa é a opção indicada se menos de 30% das respostas estiverem corretas.

O diagrama abaixo, da Figura 1 ilustra o processo descrito.

Figura 1 Diagrama representativo do método IpC.



Fonte: Elaboração própria.

Neste trabalho foi utilizado o sistema de placas juntamente com o aplicativo *plickers*¹, que foi adotado pelo professor, por ser considerada a forma mais adequada a realidade da escola em que a pesquisa foi realizada, não sendo necessária conexão com a internet e os alunos precisam apenas de possuir uma placa com QR CODE gerado no site do aplicativo ²conforme Figura 1.

¹ Encontrado no site <<https://www.plickers.com>>.

² Disponível em: <<https://www.plickers.com/cards>>. Acesso em: 03 dez. 2018.

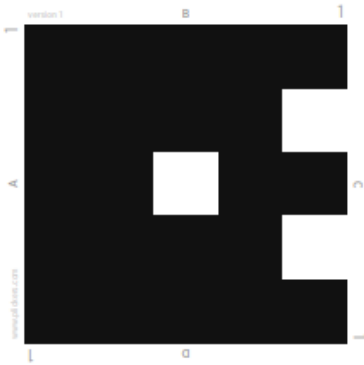


Figura 2. Modelo de *card* disponibilizado pelo site com referência de resposta correta e número do aluno. Fonte: Elaboração própria.

No site apresentado é possível realizar um cadastro e criar turmas, com nome dos alunos, identificando-os pelos números das placas e sincronizado posteriormente pelo smartphone que realiza a leitura dos códigos.

O *card* da Figura 2 é utilizado pelo aluno de forma que no momento da leitura pelo aplicativo a letra voltada para cima é tida como a resposta.

No uso deste recurso o professor não precisa se aproximar das placas, no entanto, se aconselha

que os alunos posicionem seus *cards* em um plano paralelo ao plano do celular. A leitura é feita normalmente tanto dos *cards* próximos quanto dos mais distantes, realizada esta atividade em uma sala com 7 m de comprimento.