

Sequência didática multi-instrumento para o ensino dos conceitos iniciais de termodinâmica no ensino médio

LUCIANA VIANNA GOMES ALVARENGA

RODRIGO DIAS PEREIRA

FLAVIO GIMENES ALVARENGA





UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

LUCIANA VIANNA GOMES ALVARENGA
RODRIGO DIAS PEREIRA
FLAVIO GIMENES ALVARENGA

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA MULTI - INSTRUMENTO PARA O ENSINO
DOS CONCEITOS INICIAIS DE TERMODINÂMICA NO ENSINO
MÉDIO**

Vitória – ES
Agosto – 2019

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação da relação entre o movimento das partículas que compõem os corpos e a temperatura.....	10
Figura 2 - Representação do fluxo do calor.	14
Figura 3 - Representação do processo de transmissão de calor por condução.....	17
Figura 4 - Representação do processo de transmissão de calor por convecção	18
Figura 5 - Representação do processo de transmissão de calor por irradiação.....	19
Figura 6 - Representação dos passos 1 e 2 da atividade 1.	21
Figura 7 - Experimento 1.....	31
Figura 8 - Experimento 2.....	32
Figura 9 - Experimento 3.....	33
Figura 10 - Conceitos físicos abordados durante a construção do ASBC.....	44
Figura 11 - Esquema do aquecedor e os processos de transferência de calor.	46
Figura 12 - Imagem ilustrativa da refração da luz.	48
Figura 13 - Registro fotográfico da etapa de cortes das garrafas	52
Figura 14 - Etapa de corte das caixas de leite.	53
Figura 15 - Representação esquemática do processo de corte e dobradura das caixas de leite.....	54
Figura 16 - Etapa do corte dos barramentos superior e inferior.	55
Figura 17 - Etapa de montagem dos barramentos superior e inferior.	56
Figura 18 - Etapa de colocação das garrafas pet.....	56

Figura 19 - Etapa de colocação das caixas de leite.	57
Figura 20 - Etapa de fixação dos tampões superior e inferior.	57
Figura 21 - Etapa de montagem da caixa.	58
Figura 22 – Aspecto Final do Aquecedor Solar de Baixo Custo.....	58
Figura 23 - Equipamento utilizado no jogo passa ou repassa.	63
Figura 24 – Tela inicial do vídeo produzido pelos alunos e disponibilizado na internet.	76

Sumário

1. APRESENTAÇÃO.....	6
1.1 Justificativa	7
1.2 Objetivos da UEPS (sequência didática)	8
2. INTRODUÇÃO AO CONCEITO DE CALOR.....	9
3. FORMAS DE PROPAGAÇÃO DO CALOR.....	17
3.1 Condução térmica.....	17
3.2 Convecção térmica	18
3.3 Irradiação térmica	19
4. ATIVIDADES.....	21
4.1 Atividade 1 - Experimento sobre temperatura e sensações térmicas	21
4.2 Atividade 2 - Atividade diagnóstica	23
4.3 Atividade 3 - Simulador Computacional	28
4.4 Atividade 4 - Experimentos: processos de transmissão de calor.....	30
4.5 Atividade 5 - Experimento: sensações térmicas e temperatura	37
4.6 Atividade 6 - Texto: “Energia solar, uma solução eletrizante”	39
4.7 Atividade 7 (não presencial)	42
4.8 Atividade 8 Construção do Aquecedor Solar de Baixo Custo	44
4.8.1 A Física do ASBC: conceitos relacionados	47
4.8.2 Tutorial da construção: montagem do aquecedor	50
4.9 Atividade 9 - Texto 2: “O coletor solar, o radiador e a água de coco gelada” ..	59
4.10 Atividade 10 - Jogo passa e repassa	63
4.11 Atividade 11 - Avaliação	67
4.12 Atividade 12 - Produto educacional elaborado pelos alunos da 2ª série da turma no ano de 2018 da Escola Rômulo Castello.....	76
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77

1. APRESENTAÇÃO

Caro(a) professor(a), neste Produto Educacional, você encontrará orientações e sugestões que poderão auxiliá-lo na introdução e desenvolvimento dos conceitos de calor e seus processos de propagação, em uma perspectiva predominantemente conceitual. Este material instrucional consiste em uma sequência didática referente à conclusão do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (PPGEnFis) ofertado pela Sociedade Brasileira de Física (SBF), em parceria com a Universidade Federal do Espírito Santo – MNPEF – Polo 12 – UFES.

A metodologia adotada baseou-se segundo os pressupostos da teoria da educação de David Ausubel (2003), cujo conceito central é a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS). David Ausubel, propõe uma explicação teórica do processo de aprendizagem, que apresenta a ideia de que aprender significativamente é ampliar e reconfigurar ideias já existentes na estrutura mental do aprendiz e com isso, tornando possível a capacidade do indivíduo relacionar e acessar novos conteúdos.

Para a aplicação da sequência didática seguiu-se os procedimentos das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), que segundo Moreira (2011), são sequências de ensino fundamentadas voltadas para a aplicação em sala de aula, que priorizam a Aprendizagem Significativa. O objetivo das UEPS é estabelecer passos de como desenvolver uma unidade de ensino que seja potencialmente facilitadora da AS.

A pesquisa é desenvolvida considerando quatro etapas que se entrelaçam, se complementam e que convergem para a promoção da aprendizagem significativa. Essas etapas foram divididas em pré-testes, utilização dos materiais instrucionais (MI), atividades com caráter motivador e pós-testes.

Nos pré-testes, primeira etapa da pesquisa, objetivou-se principalmente a coleta de dados a respeito dos conhecimentos prévios dos alunos. Em seguida aplicou-se os MI (segunda etapa) e implementou-se as atividades motivadoras (terceira etapa), cuja ideia era verificar se propostas com essas características poderiam promover contribuições na apropriação de conhecimentos e na interação entre os alunos.

A quarta etapa foi a aplicação dos pós-testes, que consistia em uma avaliação final para verificação de aprendizagem.

O professor que desejar reaplicar este material, terá acesso a uma metodologia que oportunizará uma abordagem contextualizada, conectada com o dia a dia dos alunos com um desenvolvimento de aulas dialógicas. Espera-se que o material disponibilizado, possa contribuir para um ensino que seja eficiente, prazeroso tanto para o aluno como para o professor e que resulte em uma aprendizagem significativa para todos os envolvidos.

1.1 Justificativa

Diversos materiais e instrumentos que facilitam ou dificultam o aquecimento ou o resfriamento, são usados no dia a dia das pessoas, porém muitas vezes não se imagina quais conceitos físicos explicam seu funcionamento. Colheres de pau, luvas de silicone, painéis de barro, protetor solar de carro, isopor, cabos de madeira, ar condicionado, lareiras, estufas, garrafas térmicas e coletores solar, são materiais ou aparelhos que possuem propriedades que tem essa finalidade de facilitar ou dificultar transferência de energia térmica (calor). Para se conhecer de que forma acontece a transferência dessa energia, saber caracterizá-la e identificar suas diferentes formas de propagação, elaborou-se este (MI) que apresenta estratégias diversificadas para o ensino do tema.

Este MI tem como finalidade servir de apoio e complemento para o professor no ensino dos processos de transmissão de calor. Para que o MI cumpra seu papel de facilitador da aprendizagem, é necessário que exista uma organização sequencial dos conteúdos e que se faça cumprir a todo momento o princípio que Ausubel chama de consolidação. Segundo este princípio, é preciso que o conceito estudado deve ser revisado sempre que necessário, até que o domínio sobre o que está sendo estudado esteja estabelecido, para que novos conceitos possam ser introduzidos.

1.2 Objetivos da UEPS (sequência didática)

O objetivo desta proposta de UEPS é, oferecer diferentes estratégias de ensino por meios e metodologias que motivem e facilitem a Aprendizagem Significativa dos processos de transmissão de calor. Após a aplicação desta UEPS, espera-se que os estudantes sejam capazes de:

- a) Apropriar-se do conceito de calor e suas formas de propagação;
- b) Descrever e diferenciar os três processos de transmissão de calor: condução, convecção e irradiação térmica;
- c) Identificar esses fenômenos em situações do cotidiano.

2. INTRODUÇÃO AO CONCEITO DE CALOR



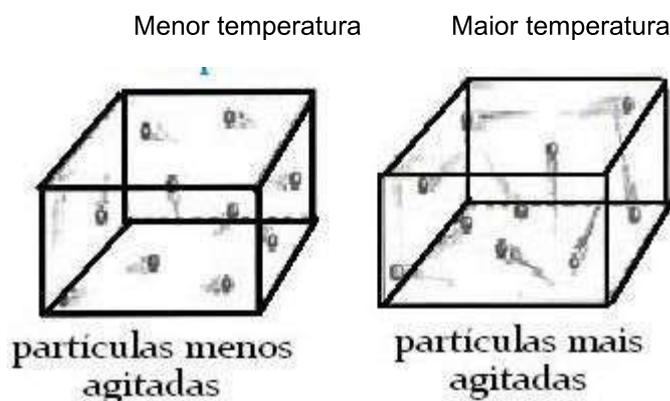
Para iniciarmos o ensino dos processos de transmissão de calor, é necessário que os alunos tenham domínio e clareza sobre os conceitos de temperatura para posteriormente saber diferenciá-lo do conceito de calor. Normalmente, os livros didáticos do 2º ano do Ensino Médio, iniciam a Termodinâmica com o conceito de temperatura e suas conversões de unidades, para a seguir introduzir o conceito de calor. Apesar dos alunos já terem estudado sobre temperatura, fazer uma revisão, se faz necessário para diminuir possíveis obstáculos na aprendizagem.



CONCEITO DE TEMPERATURA

Temperatura é um dos conceitos físicos mais presentes em nosso cotidiano, porém seu conceito científico não é de conhecimento da maioria das pessoas. Por esse motivo, é necessário que se tenha informações mais objetivas sobre temperatura. Qualquer corpo, seja ele sólido, líquido ou gasoso, é composto por partículas (átomos, moléculas, íons, elétrons livres) em constante movimento. A Figura 1, é uma representação de que o estado térmico desse corpo é definido pelo grau de agitação dessas partículas.

Figura 1 - Representação da relação entre o movimento das partículas que compõem os corpos e a temperatura.



Créditos da imagem <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/temperatura-calor.htm>.

A grandeza física que mede o grau de agitação dessas partículas é a **Temperatura**. Se as partículas de um corpo estiverem em um mesmo grau de agitação média que as de outro corpo, dizemos que estes corpos apresentam equilíbrio térmico. Associa-se temperatura à energia cinética, ou seja, ao estado de movimento das partículas que compõe esse corpo.



Temperatura: é um valor numérico relacionado com o estado de movimento ou agitação das partículas de um corpo. Quanto maior a agitação das partículas, maior será sua temperatura.

CONCEITO DE CALOR



Evolução do conceito de calor: uma breve história

A partir da construção do primeiro termômetro por **Galileu Galilei** (1564-1642), em 1593 foi possível compreender várias propriedades térmicas dos materiais. No final do século XVII a ideia de que o fogo era um dos elementos básicos da natureza, assim como a água, a terra e o ar, ainda era defendida por muitos estudiosos. No final do século XVIII, o médico alemão **Georg Ernest Stahl** (1660-1734) lançou a ideia do flogístico, uma substância que os corpos ganhavam ao serem aquecidos e perderiam ao serem resfriados. Essa teoria foi derrubada pelos trabalhos de **Antoine Laurent Lavoisier** (1743-1794), que estabeleceu as bases para a teoria do calórico. Para **Lavoisier**, calórico seria uma substância fluida, invisível, presente em grande quantidade dos corpos quentes e em pequenas quantidades nos corpos frios. Ao colocar dois corpos de diferentes temperaturas em contato, o de maior temperatura cederia calor para o de menor temperatura, até que suas temperaturas se igualassem.

Em 1798, **Benjamin Thompson** (1753-1814), conhecido como Conde de Rumford, observando o aquecimento das brocas utilizadas na fabricação de canhões, propôs uma explicação sobre o calor com base no trabalho mecânico realizada pelas forças de atrito.

No início do século XIX, com os trabalhos de **Lavoisier**, e **Rumford**, a ideia de calor como forma de energia começou a tomar figura. Em 1842, **Julius Robert von Mayer** (1814-1878) calculou a equivalência do trabalho mecânico em calor, a partir de uma expansão gasosa. Mas coube a **James Prescott Joule** (1818-1889) estabelecer de forma clara que o calor é uma forma de energia e determinar o equivalente mecânico de calor.

Georg Ernest Stahl
(1660 - 1734)



Créditos da imagem:
<https://www.biografiasyvidas.com/biografia/s/stahl.htm>

Médico e químico alemão que desenvolveu a teoria do flogisto como uma explicação dos fenômenos da combustão.

Stahl desvelou sua famosa teoria do flogisto, o componente dos corpos que é liberado durante a combustão e produz fogo, calor, chama e luz. Todo fenômeno de combustão e calcinação poderia ser explicado pela teoria do flogístico, mas ninguém se importou em provar sua existência.

O maior mérito da teoria do flogisto (que, durante um século, exerceu uma grande influência sobre o mundo química) deve ser reunido sob o mesmo assinar os fenômenos de oxidação e redução, e levaram inúmeras pesquisas química.

A teoria do flogístico foi derrubada pelo químico francês Lavoisier, que demonstrou o papel do oxigênio na combustão. Mas "flogosis" ou palavras "antiflogísticos" ainda permanecem na medicina, porque a teoria de Georg Stahl não foi sem impacto no mundo médico e farmacológico.

*No campo da medicina, Georg Stahl interpretou as atividades dos seres vivos de um ponto de vista vitalista (animismo) e apresentou suas idéias em *Theoria médica vera* (1707), uma das obras mais lidas de sua época.*

Antoine Laurent Lavoisier
(1743-1794)



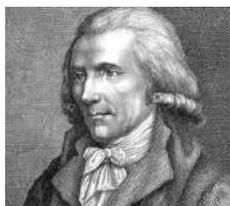
Créditos da imagem:
<https://www.grupoescolar.com/pesquisa/ant-oine-laurent-lavoisier-17431794.html>

Químico francês, nascido em uma família que fazia parte da nobreza do país. Lavoisier recebeu uma excelente educação em toda a sua vida, e no ano de 1764 se formou em direito, profissão que nunca exerceu por conta de sua paixão pela ciência.

Lavoisier foi um dos mais célebres cientistas da história do mundo. Ele pesquisou diversas áreas da química e contribuiu de maneira fundamental para o avanço da ciência. O cientista foi um dos responsáveis pela publicação da obra "Método de Nomenclatura Química", que provocou uma reforma na linguagem científica de sua época.

Antoine Lavoisier fez importantes descobertas sobre o oxigênio e realizou experimentos pioneiros com gases. Lavoisier é considerado o pai da química moderna. Por conta de sua atuação durante a Revolução Francesa, Lavoisier acabou morrendo guilhotinado no dia 8 de maio de 1794, após um julgamento sumário.

Benjamin Thompson
(1753-1814)



Créditos da imagem:
<https://www.biografiasyvidas.com/biografia/r/rumford.htm>

Nascido na Nova Inglaterra, Benjamin Thompson tornou-se coronel do exército britânico; Ministro da Guerra na Baviera, foi nomeado Conde de Rumford. Em 1804 ele se mudou para a França, onde se casou com a viúva de Antoine Lavoisier, de quem ele logo se divorciou. Ele era um membro proeminente da Royal Society e fundou a Royal Institution of Great Britain (1799).

Auto ensinado, Benjamin Thompson Rumford descreveu os fundamentos da teoria mecânica do calor e do fluido falsidade teoria calórica, observando-se a consistência da massa de gelo a derreter.

Desenvolveu a cozinha doméstica forno de assar, estudou o comportamento térmico dos materiais (mostrando que o atrito de metais libera calor, mas não altera a sua capacidade de calor) e como efetivamente isolar o equipamento de combustão. Suas invenções incluem o fotômetro de sombra, o calorímetro de água e uma lâmpada de petróleo; Ele também introduziu o conceito de candela como uma unidade de intensidade de luz.

James Prescott Joule
(1818-1889)



Créditos da imagem:
https://www.sofisica.com.br/conteudos/Biografias/james_joule.php

Nascido em Salford, Inglaterra, era filho de um importante cervejeiro de Manchester, e sempre manifestou interesse pelas máquinas e pela Física. Joule teve contato com grandes físicos como John Dalton que lhe ensinou ciências e matemática.

Estudou a natureza da corrente elétrica. Após inúmeros experimentos ele descobriu que, quando um condutor é aquecido ao ser percorrido por uma corrente elétrica, ocorre uma transformação de energia elétrica em energia térmica. Este fenômeno é conhecido como Efeito Joule (que dá nome ao blog) em sua homenagem.

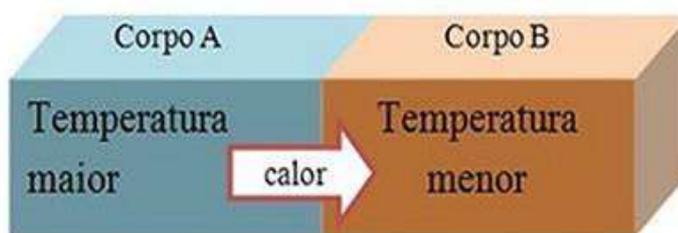
Interessado pelo estudo do calor, Joule também realizou vários experimentos nesta área, estes o ajudaram a determinar uma relação para a equivalência entre o trabalho mecânico e o calor. O que ajudou na formulação da teoria da conservação da energia (1ª Lei da Termodinâmica), contribuição que impulsionou o estudo da Termodinâmica. Trabalhou com o Físico William Thomson realizando experimentos termodinâmicos. Juntos chegaram ao efeito Joule-Thomson que relaciona a temperatura e o volume de um gás.



O que se sabe hoje?

Nos dias de hoje, considera-se que quando a temperatura de um corpo é aumentada, a energia que ele possui em seu interior, denominada energia interna, também aumenta. Se este corpo é colocado em contato com outro (Figura 2) de temperatura mais baixa, haverá transferência do primeiro para o segundo, energia esta que é também conhecida como calor.

Figura 2 - Representação do fluxo do calor.



Créditos da imagem: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/calculo-calor-transferido.htm>



Calor: é a energia transferida de um corpo para o outro em virtude, unicamente, de uma diferença de temperatura entre eles.



SENSAÇÕES TÉRMICAS

As sensações térmicas que um copo com água gelado ou uma xícara de café bem quente provocam nas pessoas, indicam para estas noções básicas de frio ou quente. No dia a dia é muito comum usarmos o tato para avaliarmos a temperatura dos objetos.

Ao sentarmos em uma cadeira que possui partes de metal como de plástico é nítida as sensações diferenciadas que obtemos, ao verificarmos se uma pessoa está febril, se o leite da mamadeira está em um ponto ideal para ser ingerida pelo bebê, se o ferro de passar roupa está pronto para ser usado, são alguns exemplos que confirmam o quanto as pessoas confiam nesse “instrumento” de medida.

Muitas vezes pessoas diferentes em um mesmo ambiente experimentam sensações térmicas diferentes, por serem sensações individuais e subjetivas que dependem do indivíduo e das condições a que está sujeito. Sabemos que ao tocarmos com a mão uma porta de madeira e sua maçaneta de metal, ambas em **equilíbrio térmico** (mesma temperatura), temos sensações térmicas diferentes. Mas de que forma surgem essas sensações? A condutividade térmica dos materiais é a responsável por termos sensações térmicas diferentes apesar dos corpos estarem localizados no mesmo ambiente.

Os metais, por exemplo por serem melhor condutores de calor que a madeira, retiram energia com mais rapidez de nossas mãos, o que explica a sensação de frio ao tocá-lo.



DE QUE FORMA ACONTECE A TRANSFERÊNCIA DE CALOR ENTRE OS CORPOS?

Quando colocamos uma blusa nos dias muito frios, estamos reduzindo a taxa de perda de calor do nosso corpo para o ambiente. Inversamente, nos dias quentes, procuramos utilizar roupas leves, que facilitem a perda de calor para o meio externo.

Nos motores a combustão, aumentar a perda de calor é essencial para que as temperaturas não fiquem tão altas a ponto de derreter seus componentes, enquanto nos refrigeradores procura-se evitar que a energia térmica do ambiente penetre em seu interior.

O calor corresponde à energia térmica que é transferida de um corpo para outro e pode se propagar nos meios sólidos, em meios fluidos ou mesmo no vácuo. Espontaneamente, o calor flui do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura.

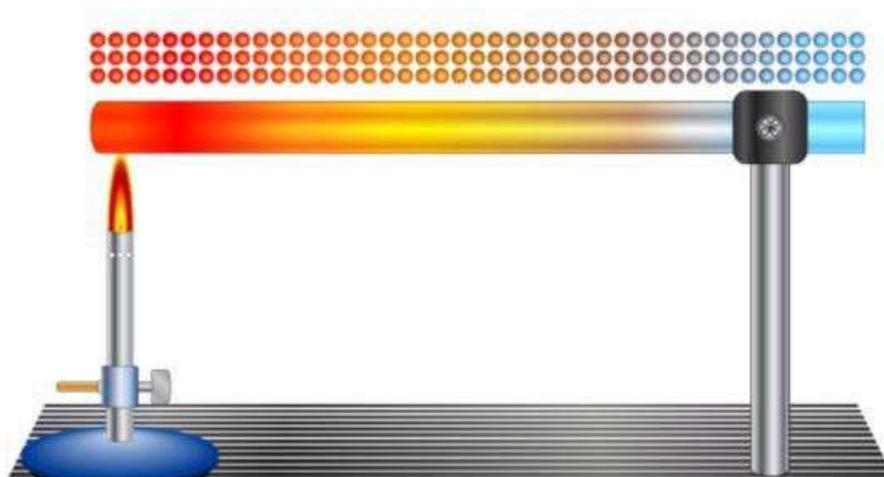
A transferência dessa energia térmica é possível graças a três processos de transferência. O conhecimento desses mecanismos pode, de acordo com nosso interesse, facilitar ou dificultar as transmissões de calor que podem acontecer de três maneiras distintas: por **condução**, principalmente em sólidos, por **convecção**, principalmente nos fluidos, e por **irradiação**, sem necessidade de meio material.

3. FORMAS DE PROPAGAÇÃO DO CALOR

3.1 Condução térmica

É a propagação de calor em que a energia térmica passa de partícula para partícula sem transporte de matéria. Ocorre principalmente nos metais (condutores térmicos). Este processo está representado na Figura 3.

Figura 3 - Representação do processo de transmissão de calor por condução.



Créditos da imagem: <https://concepto.de/equilibrio-termico/>

Cada material tem uma capacidade própria de conduzir o calor, que está diretamente relacionada com o tipo da substância e a natureza das ligações que o compõe. Aquele que conduz o calor com facilidade, é chamado de bom condutor térmico.

Os metais são materiais que tem boa condutividade térmica, sendo que esta condutividade varia para cada tipo de material. Se a condução for nula ou reduzida, o material é denominado isolante térmico. São exemplos de isolantes térmicos: água, gelo, ar, lã, isopor, vidro, borracha, madeira, serragem, etc.

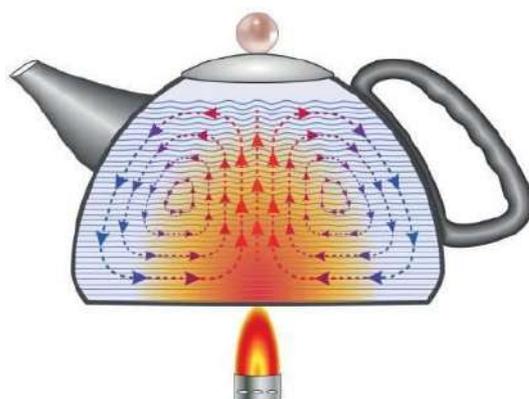
3.2 Convecção térmica

É o processo de propagação de calor, no qual a energia térmica se propaga pela movimentação de massas líquidas ou gasosas, que alteram suas posições no meio devido à diferença de densidade (Figura 4).

Quando estamos em um ambiente fechado, é comum sentirmos após algum tempo, que ele está muito “abafado”. Parece não existir circulação de ar. Isso acontece porque as camadas de ar mais próximas das pessoas que estão neste ambiente são aquecidas por elas e se expandem, aumentando seu volume, diminuindo sua densidade.

Esse ar quente de menor densidade tende a subir e o ar mais frio, de maior densidade, tende a descer. Esse fenômeno é cíclico, ao se repetir constantemente, produz no ar as correntes de convecção. Após algum tempo, todo ar da sala se encontra aquecido de maneira praticamente uniforme, não mais ocorrendo a convecção. Por esse motivo a sensação de ambiente “abafado”.

Figura 4 - Representação do processo de transmissão de calor por convecção



Créditos da imagem: <https://www.infoescola.com/termodinamica/propagacao-de-calor/>

O movimento vertical de massas fluidas, de densidades diferentes, é provocado pela existência do campo gravitacional da Terra. Em um local sem campo gravitacional, não ocorre convecção.

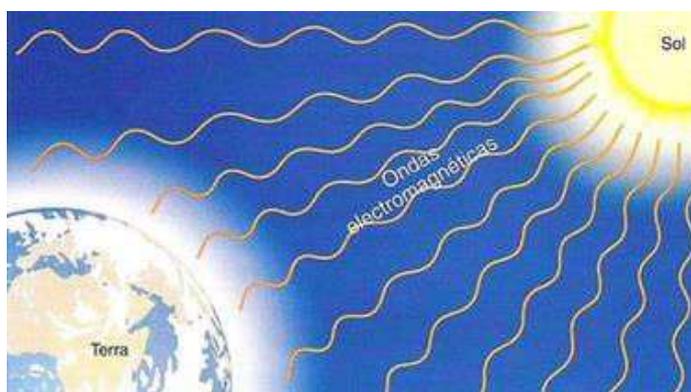
3.3 Irradiação térmica

É o processo de propagação de calor em que a energia térmica se propaga sob a forma de ondas eletromagnéticas. (Figura 5).

A irradiação ou radiação é o processo mais importante de propagação de calor, pois é através dele que a energia térmica vinda do Sol chega até a Terra. Sem esse processo não haveria vida na Terra. A irradiação é o processo de transferência de calor através de ondas eletromagnéticas, chamadas ondas de calor ou calor radiante. Enquanto a condução e a convecção ocorrem somente em meios materiais, a irradiação ocorre também no vácuo.

De um modo geral podemos dizer que, em diferentes quantidades, todos os corpos emitem energia radiante, por meio dos raios infravermelhos devido a sua temperatura. A radiação térmica ao incidir em um corpo tem uma parte absorvida e outra refletida pelo corpo. Corpos escuros absorvem a maior parte da radiação que incide sobre eles, enquanto os corpos claros refletem quase totalmente a radiação térmica incidente. É por isso que um corpo preto, quando colocado ao Sol, tem sua temperatura sensivelmente elevada, ao contrário dos corpos claros, que absorvem pouco calor.

Figura 5 - Representação do processo de transmissão de calor por irradiação.



Créditos da imagem: <http://fisicacomanaivalentina.blogspot.com/2015/12/propagacao-do-calor-irradiacao.html>

ATIVIDADES



4. ATIVIDADES

4.1 Atividade 1 - Experimento sobre temperatura e sensações térmicas

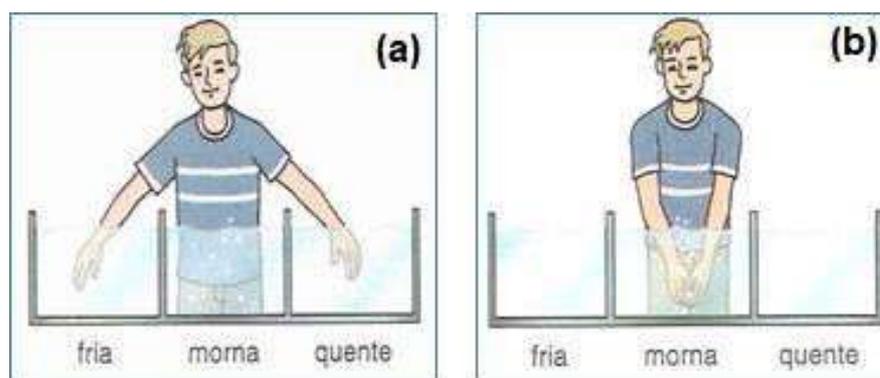
Nesta atividade, os alunos poderão descrever suas concepções de calor e temperatura por meio das sensações térmicas percebidas por eles. É possível ao professor identificar seus conhecimentos prévios para que assim tenha abordagens adequadas. Cabe nesta atividade, discutir sobre perda ou ganho de calor, além de introduzir o conceito de equilíbrio térmico.

1 - PROCEDIMENTO:

Dispondo de três recipientes, o primeiro contendo água com gelo, o segundo água à temperatura ambiente (morna) e o terceiro contendo água aquecida a uma temperatura de aproximadamente 50°C, siga os seguintes passos:

- I) Coloque uma mão na água gelada e a outra na água quente durante 30 s, conforme a Figura 6 a.
- II) Depois coloque as duas mãos na água à temperatura ambiente pelo mesmo tempo, de acordo com Figura 6 b.

Figura 6 - Representação dos passos 1 e 2 da atividade 1.



Fonte: <http://fisicaemclasse.blogspot.com/2013/03/quente-ou-frio-relatividade-da-sensacao.html>.

- III) Observe a sua sensação de temperatura ao colocar suas mãos na água morna.

2 - ATIVIDADE A SER REALIZADA:

Após a realização da parte experimental o aluno deverá responder o seguinte questionário:

Utilizando as palavras FRIO, QUENTE, CALOR e TEMPERATURA, responda em um único parágrafo as perguntas abaixo:

a) Ao colocar a sua mão na água com gelo o que você sentiu?

b) Ao colocar a sua mão na água quente o que você sentiu?

Depois de colocar as duas mãos na água morna descreva a sensação que você teve.

c) Qual foi a sensação térmica da mão que estava na água fria? Por que você acha que teve essa sensação?

d) E a sensação térmica da mão que estava na água quente? Por que você acha que teve essa sensação?

4.2 Atividade 2 - Atividade diagnóstica

Esta atividade está dividida em 10 questões objetivas e 5 questões discursivas. A aplicação desta atividade é opcional e fica como sugestão para o professor que queira fazer um levantamento mais específico sobre concepções alternativas dos alunos a respeito dos conceitos de temperatura e calor.

QUESTÕES OBJETIVAS

Leia com atenção as questões e marque apenas uma alternativa para cada questão.

1- A frase “Hoje estou com muito calor” é falada em nosso dia-a-dia, mas está errada quando consideramos a definição de calor na Física.

- a) concordo totalmente
- b) concordo parcialmente
- c) discordo parcialmente
- d) discordo totalmente

2 - Para esquentar meu corpo eu posso usar um cobertor, pois ele isola o calor do meu corpo, mantendo a minha temperatura.

- a) concordo totalmente
- b) concordo parcialmente
- c) discordo parcialmente
- d) discordo totalmente



3 - Um aluno da professora Luciana, fez uma visita a um restaurante e observou a seguinte situação: Inicialmente o cozinheiro segurando um recipiente que contém um alimento que acabou de sair do forno (Figura a), e depois o mesmo cozinheiro segurando um outro recipiente contendo gelo (Figura b). Quando o aluno foi contar para a professora Luciana, ele disse o seguinte: Na situação a, está havendo trocas de calor com o ambiente, porém isso não acontece na situação b. Qual a sua opinião sobre o que o aluno contou para a professora:

- a) concordo totalmente
- b) concordo parcialmente
- c) discordo parcialmente
- d) discordo totalmente



4 - Durante o momento que você encosta em uma panela que acabou de ser aquecida no fogão, você tem a “sensação térmica” de “quente”. Sobre o fenômeno que ocorre nessa situação é correto afirmar que: A panela cede calor para minha mão, pois está a uma temperatura maior.

- a) concordo totalmente
- b) concordo parcialmente
- c) discordo parcialmente
- d) discordo totalmente

5 - Anitta diz a sua mãe (Miriam) que enquanto está segurando uma pedra de gelo, sua mão acusa sensação de “frio”. A mãe de Anitta explica que o tato indica a falta de calor na pedra de gelo. Analisando a resposta da mãe de Anitta, você:

- a) concordo totalmente
- b) concordo parcialmente
- c) discordo parcialmente
- d) discordo totalmente

6 - Dudu esqueceu seus dois copos, com a mesma quantidade de água no quintal da sua casa. O copo que ele ganhou da sua mãe é feito de alumínio (copo de cor prata) o outro copo que é preto, Dudu ganhou do seu pai. Os dois copos ficaram expostos ao Sol durante uma hora. Inicialmente os copos estavam na mesma temperatura, é após uma hora no sol as temperaturas continuam iguais, pois em qualquer momento as temperaturas são as mesmas.

- a) concordo totalmente
- b) concordo parcialmente
- c) discordo parcialmente
- d) discordo totalmente



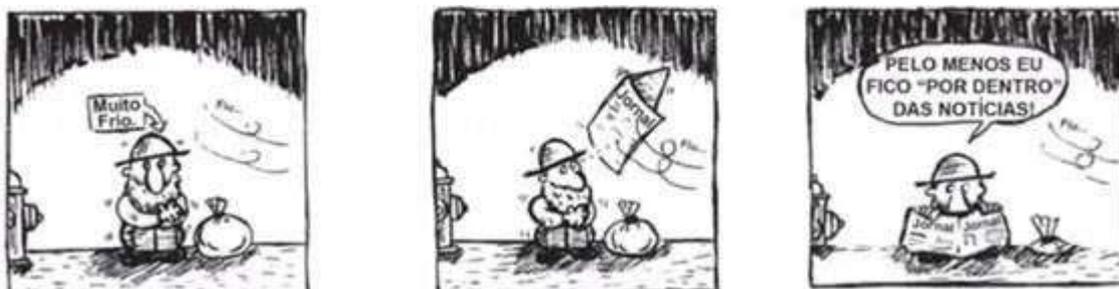
7- Na primeira atividade feita, fizemos um experimento com três recipientes (A = água fria, B = água a temperatura ambiente e C = água quente) com água a temperaturas diferentes. Ao retirar as mão que estavam mergulhadas nos recipientes de maior e menor temperatura, depois colocar no recipiente de temperatura ambiente, uma mão indicou que a água estava quente e a outra indicou que a água estava fria. Sobre o fenômeno físico envolvido, é correto afirmar:

- a) A nossa pele mede a temperatura dos objetos que tocamos.
- b) Quando a mão é retirada de A e colocada em B, o calor é transmitido da mão para a água em B.
- c) Quando a mão é retirada de C e colocada em B, o calor é transmitido da mão para a água em B.
- d) não há troca de calor e nem é possível dizer a temperatura de cada água.

8 - Após um dia de aula, você volta para casa e encosta a mão na maçaneta metálica da uma porta de casa e depois na madeira da porta. Você fica curioso ao perceber que, ao encostar sua mão na maçaneta, a sensação de “frio” é maior que quando você encosta a mão na madeira. Sobre o fenômeno físico ocorrido é correto afirmar que:

- a) A madeira está a uma temperatura maior que o metal
- b) Ambos estão a mesma temperatura, mas o metal é melhor condutor de calor.
- c) Ambos estão a mesma temperatura, mas o metal tem mais frio.
- d) O metal está a uma temperatura menor que a do ambiente

9 - A tirinha faz referência a uma propriedade de uma grandeza Física, em que a função do jornal utilizado pelo homem é a de:



- a) Impedir que o frio do ambiente penetre.
- b) Manter o calor do homem concentrado.
- c) Bloquear o vento que sopra trazendo frio.
- d) Restringir a perda de calor para o ambiente

10 - É comum nos referirmos a dias quentes como dias “de calor”. Muitas vezes ouvimos expressões como “hoje está calor” ou “hoje o calor está muito forte” quando a temperatura ambiente está alta. No contexto científico, podemos dizer que as expressões estão corretas.

- a) concordo totalmente
- b) concordo parcialmente
- c) discordo parcialmente
- d) discordo totalmente



QUESTÕES DISCURSIVAS

Usando seus conhecimentos sobre as situações apresentadas, responda o que se pede.

1-Observe a tirinha, e responda as questões:



a) O que levou a menina a acreditar que seu pai está com febre?

b) O que acontece quando estamos com febre?

c) Como é possível verificar se uma pessoa está com febre?

2-Quem já entrou num carro que tenha ficado estacionado ao Sol por algum tempo vai entender o significado da expressão "Isso está parecendo uma estufa". Se o calor "consegue" entrar no carro, por que ele não sai? Como os materiais "absorvem" e emitem calor?



3 - Depois de um dia exaustivo, um estudante chega em casa e tira seu tênis. Ao caminhar por sua casa percebe que quando pisa descalço no tapete e no piso de cerâmica, tem a sensação de que ambos estão a diferentes temperaturas. Para você, o tapete e o piso estão a diferentes temperaturas? Explique sua resposta.



4 - Ao aquecer a água em uma panela, a parte da água que está em contato com o fundo da panela se aquece primeiro. Como você explica o aquecimento da água que está na parte de cima da panela?

5 - Ao aproximarmos a mão de uma lâmpada incandescente, mesmo sem tocá-la, percebemos que ela está muito quente. Por que sentimos essa transferência de calor mesmo sem tocá-la?

4.3 Atividade 3 - Simulador Computacional

Para a execução desta atividade é necessário acessar o site https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/energy-forms-and-changes, e seguir os procedimentos do roteiro (passo a passo) disponibilizado aos alunos. Por ela, é possível, introduzir novos conceitos físicos como energia térmica, transferência de calor, equilíbrio térmico, materiais isolantes e condutores térmicos. Uma sugestão é que a atividade seja trabalhada em grupo, para permitir que os alunos possam compartilhar ideias.

Passo a passo para realizar a tarefa:

Abra o simulador, siga os comandos e responda as questões.



https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/energy-forms-and-changes

1º Comando: arraste a vasilha com água para o tripé e arrastar um termômetro próximo a ela.

a) Quando aqueço a água o que acontece?

b) Por que a água é aquecida?

2º Comando: clique em símbolos de energia.

a) O que vocês observam?

b) Que energia é essa que sai da chama?

3º Comando: agora arraste o marcador para resfriar a água.

a) O que você observa?

4º Comando: vá em reiniciar. Arraste o bloco de tijolo e o bloco de ferro para os tripés (um em cada tripé). Arraste um termômetro ao lado de cada bloco.

No bloco de ferro, diminua a temperatura ao máximo, no tijolo, aumente a temperatura ao máximo. Depois coloque um bloco ao lado do outro.

a) A energia vai de que bloco para que bloco?

b) Qual o nome do processo de transferência de calor que está acontecendo.

5º Comando: repita o mesmo procedimento do passo 4, porém, no bloco de ferro, aumente a temperatura ao máximo, no tijolo, resfrie ao máximo. Arrastar os blocos para o lado e colocar um em cima ou ao lado do outro. Coloque o terceiro termômetro entre eles sem tocá-los.

a) A energia vai de que bloco para que bloco?

b) Qual o nome do processo de transferência de calor que está acontecendo.

c) O que acontece após algum tempo com as temperaturas dos blocos?

4.4 Atividade 4 - Experimentos: processos de transmissão de calor

São demonstrados 3 experimentos sobre condução, convecção e irradiação para que o aluno consiga diferenciar e caracterizar cada processo de transferência de calor. Através dos experimentos é possível evidenciar a particularidade de cada forma de propagação de calor, além de abordar outros conceitos físicos que estão correlacionados. No experimento 1 (condução), é possível abordar sobre as condutibilidades térmica dos materiais, identificando os isolantes e condutores térmicos. O experimento 2 (irradiação), oportuniza abordagem sobre radiação de corpo negro, absorção e reflexão do calor. Já para o experimento 3, (convecção), é possível discutir sobre densidade de fluidos. Ressalta-se que é importante sempre que possível relacionar o que foi ensinado com os eventos do cotidiano.

A sugestão é iniciar a aula explicando que a transferência de calor de um corpo para outro, poderia ocorrer de três modos distintos. Após a introdução, apresenta-se os experimentos, sem identificar o processo de transferência de calor. Os experimentos receberam nomes que não induzissem os alunos a identificá-los. O primeiro experimento sobre condução, foi nomeado de “BOTANDO PARA DERRETER”, o segundo sobre irradiação “QUE CALOR É ESSE?” e o terceiro sobre convecção, “QUEM SOBE, QUEM DESCE?” “DIZ AI!” Após a demonstração de cada experimento, os alunos respondiam o questionário, identificando a transferência de calor presente em cada experimento.

Material do professor

Atividade Experimental 1

“BOTANDO PARA DERRETER”

1 - Objetivo: Compreender o conceito de transferência de calor por condução através de uma experiência que será demonstrada pelo professor e discutir sobre materiais isolantes e condutores térmicos.

2 - Material Utilizado:

- 1 (um) fio de cobre
- 1 (um) maçarico ou vela
- 1(um) cano de PVC
- Um suporte de madeira para apoio

3 - Procedimento:

Monte equipamento de acordo com a Figura 7 e observe o que acontece e responda ao 1º questionário disponível no material do aluno

Figura 7 - Experimento 1.



Material do professor

Atividade Experimental 2

“QUE CALOR É ESSE?”

1 - Objetivo: Compreender o conceito de transferência de calor por radiação através de uma experiência que será demonstrada pelo professor e discutir radiação de corpos negros.

2 - Material Utilizado:

- 1 lata de alumínio sem pintura/1 lata de alumínio pintada de preto;
- 2 (dois) termômetros;
- Um suporte de madeira para apoio com duas lâmpadas conforme Figura 8;
- Água à temperatura ambiente.

Figura 8 - Experimento 2



3 - Procedimento:

- a) Encha igualmente as latas com água e meça a temperatura;
- b) Posicione as latas bem próximas as lâmpadas acesas;
- c) Aguarde em média por 20 minutos e meça novamente as temperaturas das águas;
- d) Desligue as lâmpadas e após algum tempo meça novamente as temperaturas.
- e) Peça aos alunos para responderem ao 2º questionário disponível no material do aluno.

Material do professor

Atividade Experimental 3

“QUEM SOBE, QUEM DESCE?” “DIZ AÍ”.

1 - Objetivo: Compreender o conceito de transferência de calor por convecção através de uma experiência que será demonstrada pelo professor e discutir situações que ocorram e se aplicam as correntes de convecção no cotidiano.

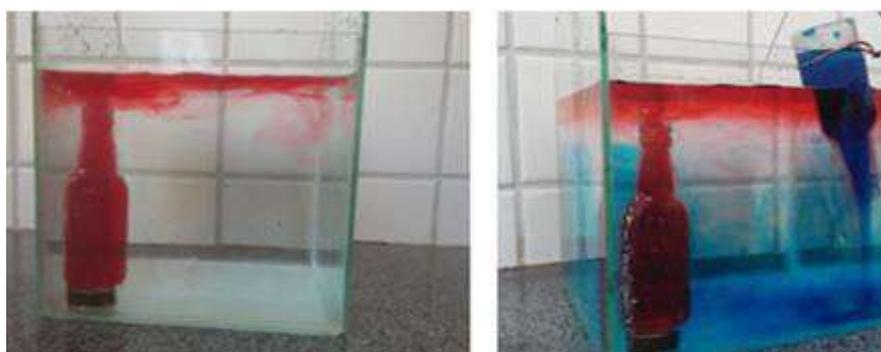
2 - Material Utilizado:

- 1 recipiente de vidro transparente (tipo um aquário);
- 1 recipiente transparente contendo água quente com corante vermelho;
- 1 recipiente transparente contendo água fria com corante azul;

3 - Procedimento:

Encha o aquário com água à temperatura ambiente e introduza os dois recipientes, de acordo com Figura 9. Na sequência peça para os alunos responderem ao 3º questionário disponível no material do aluno.

Figura 9 - Experimento 3



Material do aluno

Atividade Experimental 1

“BOTANDO PARA DERRETER”

a) Qual o nome da transmissão de calor que você observa que faz toda cera derreter?

b) Por que a cera vai derretendo sequencialmente?

c) E se substituíssemos um dos fios por uma vareta de madeira, o derretimento da cera aconteceria da mesma maneira? Por quê?

d) Com relação ao processo de transmissão de calor observado no experimento, identifique uma situação semelhante já observada por você.

Material do aluno

Atividade Experimental 2

“QUE CALOR É ESSE?”

a) Qual o nome da transmissão de calor que você observa que faz a água aquecer?

b) Que função tem a base de madeira no experimento? E se a base fosse de metal?

c) Durante o aquecimento, as latas receberam a mesma quantidade de calor, no entanto suas temperaturas finais foram diferentes. Por que isso aconteceu?

d) De que forma aconteceu o resfriamento das latas? Ocorreu da mesma forma nas duas latas?

Material do aluno

Atividade Experimental 3

“QUEM SOBE, QUEM DESCE?” “DIZ AÍ!”

a) Qual o nome da transmissão de calor que você observa que faz o movimento dos líquidos?

b) O que aconteceu com os líquidos que estavam nos copos? Por que isso acontece?

c) Dê pelo menos um exemplo de onde você já tenha visto esse fenômeno da convecção de calor acontecer.

4.5 Atividade 5 - Experimento: sensações térmicas e temperatura

Esta atividade tem por finalidade mostrar que sensações térmicas não indicam a real medida de temperatura e que o tato não é um instrumento de medida para essa grandeza física. Essas sensações térmicas se devem à condutividade dos materiais, ou seja, depende da rapidez de como a energia é transferida.

Experiências do cotidiano como a de verificar com os dedos se o ferro de passar roupas está quente, usar a palma da mão para saber se o leite do bebê está quente ou mesmo tocar uma lata de refrigerantes para constatar se a temperatura está ideal para que a bebida seja ingerida, são exemplos que asseguram a confiança em medir a temperatura pelo tato. Esses exemplos reforçam o senso comum de que alguns materiais são mais frios que outros, mesmo estando em um mesmo ambiente.

Questionário do aluno**Atividade Experimental****“SENSAÇÕES TÉRMICAS E TEMPERATURA”**

Objetivo: Verificar que materiais diferentes, localizados em um mesmo ambiente, estão a mesma temperatura.

Material Utilizado:

- Cano de PVC;
- Cano de metal;
- Termômetro de laboratório

Procedimento:

Segure o cano de PVC por alguns segundos e em seguida o cano de metal. Na sequência responda:

a) Para você os dois estão a mesma temperatura?

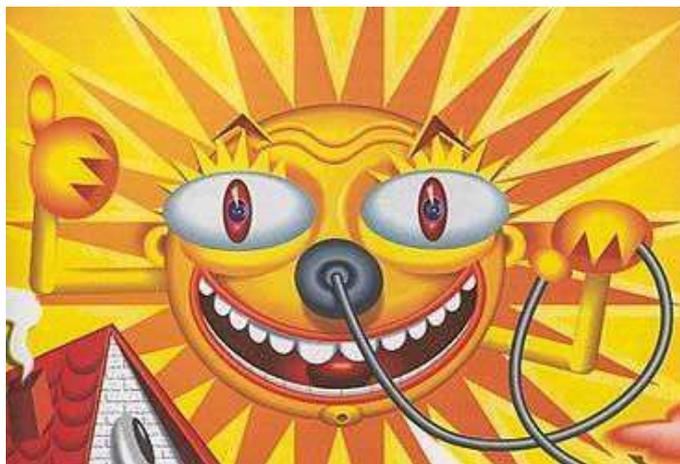
b) Com ajuda de um termômetro, meça a temperatura dos dois canos. O que você observa?

4.6 Atividade 6 - Texto: “Energia solar, uma solução eletrizante”

Este texto se aplica como um organizador prévio que é um material instrucional introdutório apresentado antes do material a ser aprendido, que no caso será o aquecedor solar. Segundo Ausubel, sua principal função é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que deveria saber a fim de que o novo conhecimento pudesse ser aprendido significativamente.

O texto narra de forma simples e objetiva a importância da energia solar para nossas vidas, levantando aspectos relevantes como transformação e economia de energia e a possibilidade de usarmos energia renovável e limpa. E é por ele que os alunos têm o primeiro contato com o aquecedor solar, permitindo uma discussão sobre seu funcionamento e os conceitos físicos que participam do processo de aquecimento da água. O texto encontra-se disponível no site <http://chc.org.br/energia-solar-uma-solucao-eletrizante/>.

ENERGIA SOLAR: UMA SOLUÇÃO ELETRIZANTE!



Veja como a energia do Sol pode ser usada para esquentar água e gerar eletricidade!

Xiii! A lâmpada apagou, sumiu a imagem da TV e a água do chuveiro está um gelo. O que será que aconteceu? Ora, acabou a eletricidade. Agora não tem jeito... senta e espera ela voltar! Aposto que você não ficou tão conformado e está aí no escuro

tentando imaginar se não há outra forma de a lâmpada acender e de a TV funcionar. Vou te dar uma pista: a solução vai brilhar no céu amanhã de manhã!

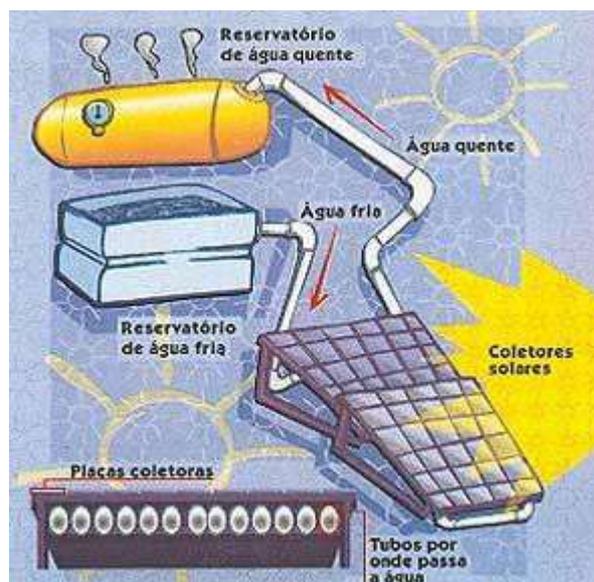
Não é só para você pegar aquele bronzeado quando vai à praia que o Sol existe. É ele que nos dá a luz e o calor, sem os quais não haveria vida no planeta. Vejamos as plantas na fotossíntese: para crescer, dar flores e frutos, elas precisam da luz solar para produzir o oxigênio (que respiramos) a partir do gás carbônico (que elas respiram).

O homem não faz fotossíntese, mas ao longo dos anos, aprendeu a tirar proveito do Sol para tornar sua vida confortável. Descobriu, por exemplo, que casas de paredes brancas deixam o ambiente mais iluminado. Os primeiros homens usavam fontes de luz naturais, como o fogo e o próprio Sol. Com o passar dos séculos, foram inventadas outras formas de iluminação artificiais, embora quase todas elas venham, de uma certa maneira, da energia que o Sol tem enviado à Terra ao longo de milhões de anos. É o caso da lâmpada, que dá a chamada luz elétrica. Ao ligar o interruptor para acender uma lâmpada, você está fazendo passar por ela uma corrente elétrica.

Com essas e outras novidades, o homem passou a se preocupar menos em aproveitar o Sol. Observando os edifícios modernos, vemos que a maioria deles passou a depender mais da iluminação artificial.

Quando o Sol ilumina e aquece a gente, está enviando energia — a energia solar. Esta pode ser transformada em outros tipos de energia, como a energia elétrica, que gera a eletricidade necessária para acender a lâmpada. No Brasil, a energia solar é abundante, embora não seja suficiente para atender diretamente as necessidades do dia-a-dia de uma cidade. Mas há situações em que a energia solar pode ser usada com grande vantagem. Veja só os exemplos a seguir.

Para a água do banho soltar aquela fumacinha é comum usarmos um chuveiro elétrico ou um aquecedor a gás. Mas, em muitas regiões do país, onde faz muito calor, o Sol pode servir para esquentar a água.



Um tubo leva a água do reservatório de água fria para as placas coletoras. Essas placas, aquecidas pelos raios solares, esquentam a água que passa pelos tubinhos dentro delas. Essa água vai para o reservatório de água quente, onde fica guardada, pronta para você tomar aquele banho gostoso

Existem várias formas de construir um aquecedor solar de uso residencial. Em geral, o modelo mais usado no Brasil é feito de placas especiais, chamadas coletores solares, e de duas caixas d'água (uma para armazenar a água quente e outra para a fria). Normalmente, as placas coletoras são feitas de cobre ou alumínio e cobertas por vidro.

Também podem ser de plástico. O reservatório de água quente deve estar protegido por algum material que conserve o calor, como o isopor, por exemplo.

Agora, para gerar eletricidade a partir do sol é necessário outro tipo de placa solar, chamada de painel fotovoltaico. Ele é feito com materiais capazes de converter a energia do sol em eletricidade, que pode ser utilizada nas casas diretamente ou armazenada em baterias para usar à noite, por exemplo. Viu como a luz que vem do nosso Sol pode ser útil para iluminar nossa vida?

4.7 Atividade 7 (não presencial)

Esta atividade é um exercício que tem como objetivo, verificar se os alunos conseguem identificar o processo de transmissão de calor para cada situação proposta. Por este exercício, o professor pode analisar se está havendo domínio sobre os conceitos apresentados. Todas as situações propostas no exercício são situações concretas que fazem ou fizeram parte do cotidiano do aluno.

Atividade não presencial

1-Identifique qual o processo de transmissão de calor está acontecendo em cada evento.

	EVENTOS	Condução térmica	Convecção térmica	Irradiação térmica
1	<i>Ao tomar “banho” de Sol na praia, uma pessoa pode ficar bronzeada.</i>			
2	<i>Sinto um ventinho na praia por causa das brisas de ar que são formadas.</i>			
3	<i>O ar condicionado deve ser colocado na parte de cima de uma sala para tornar o ambiente mais “fresco” rapidamente.</i>			
4	<i>É por esse processo que o Sol aquece o nosso planeta.</i>			
5	<i>Um pedaço de carne assa mais rápido quando introduzimos um espeto metálico, é assim que fazemos churrasco.</i>			
6	<i>É convencional usar o congelador da geladeira na parte de cima da geladeira.</i>			
7	<i>Em lugares de temperatura muito baixa, é comum o uso de lareiras.</i>			
8	<i>As panelas são feitas de metal porque esses materiais têm maior capacidade de transmissão de calor por esse processo.</i>			
9	<i>Em lugares de temperatura muito baixa, é comum o uso de lareiras.</i>			
10	<i>Ao aproximar a mão do forno do fogão, sinto que ele está quente.</i>			
11	<i>Ao tocar uma maçaneta de metal de uma porta, tenho a sensação que ela está mais fria que a porta de madeira.</i>			
12	<i>Ao esquecer a colher dentro de uma panela que estava no fogo, percebi que ela estava quente como a panela.</i>			
13	<i>Os componentes eletrônicos de aparelhos, em funcionamento, de uma estação espacial, transmitem calor para o espaço.</i>			
14	<i>É por esse processo que a luz consegue atravessar o vácuo.</i>			
15	<i>Numa noite de festa junina, podemos nos aquecer próximo à numa fogueira.</i>			
16	<i>O congelador, localizado na parte superior de uma geladeira, resfria todo o interior da mesma.</i>			
17	<i>Quando andamos na areia da praia sentimos que ela está quente.</i>			

4.8 Atividade 8 Construção do Aquecedor Solar de Baixo Custo

Esta atividade dentre todas aplicadas é a atividade que requer maior organização e tempo. Julgou-se importante utilizar esse MI pelo fato de permitir que seja explorado e sintetizado todos os conceitos físicos abordados no estudo dos processos de transferência de calor e outros conceitos que acerca de seu funcionamento. O diagrama mostrado na Figura 10, identifica os conceitos físicos abordados durante a construção do aquecedor solar de baixo custo (ASBC).

Figura 10 - Conceitos físicos abordados durante a construção do ASBC



Fonte: Produzida pela autora

A atividade da construção do ASBC nesta dissertação foi dividida em etapas (quatro), para que se pudesse economizar tempo e permitir que todas as turmas participassem separadamente de cada etapa da construção.

Fica como sugestão, para o professor que queira aplicar esta atividade, que cada turma construa seu próprio ASBC. Desta forma, os alunos de cada turma poderão participar de todos os processos da construção. Foram necessárias 4 aulas, sendo uma para cada turma. É importante que o professor organize todo o material necessário e peça aos alunos que adiantem parte de montagem como os cortes das caixas de leite e limpeza das garrafas PET.

FUNCIONAMENTO DO AQUECEDOR

O aquecedor solar é composto basicamente de duas partes: o coletor solar, feito de garrafas pet, canos de PVC e caixas de leite, e um reservatório de água.

O ciclo de trocas de calor do aquecedor começa a partir do momento que a água fria vinda da parte inferior do reservatório desce pelos canos de PVC para ser aquecida pelos três processos de transmissão de energia por diferença de temperatura: irradiação, condução e convecção térmica.

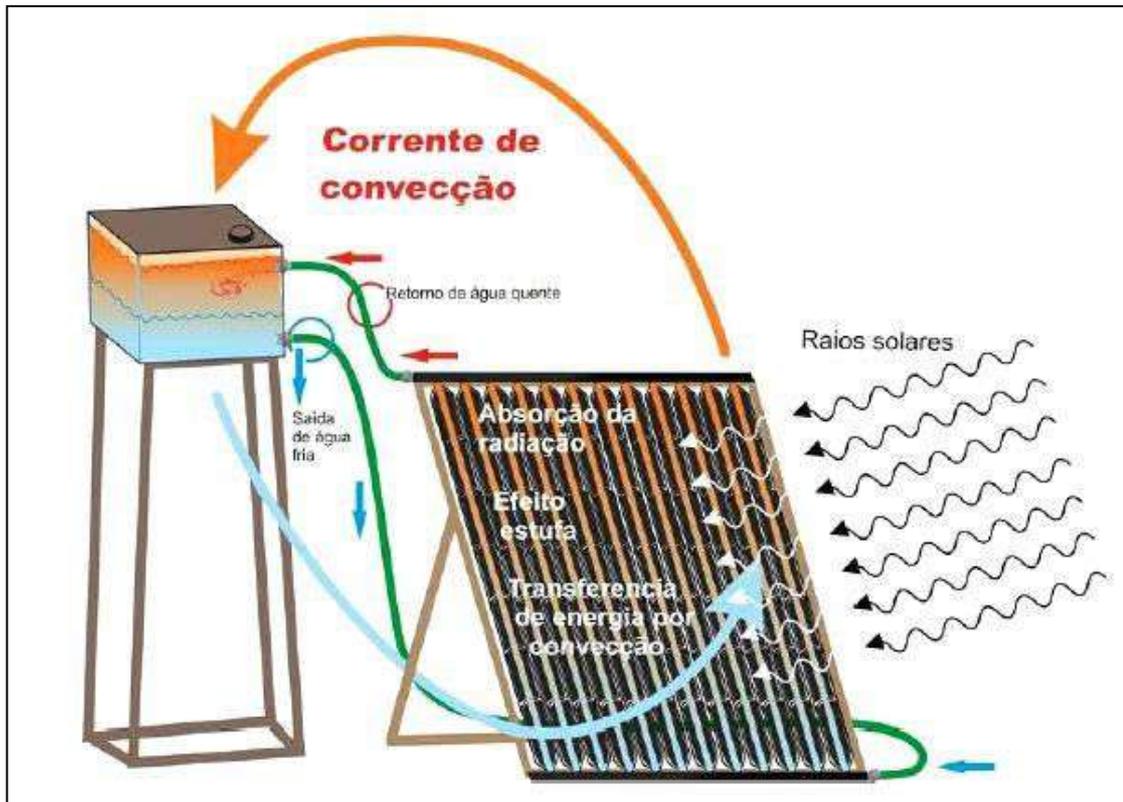
A irradiação solar incide sobre as garrafas e atinge os canos e caixas de leite que devem ser pintados de preto a fim de aumentar a absorção de calor, permitindo que o aquecimento da água no interior dos canos aconteça com maior rapidez. As garrafas pet têm como função impedir que a radiação infravermelha emitida pelos canos e caixas de leite aquecidos atravessem novamente para o meio externo, fazendo, assim, ocorrer uma espécie de efeito estufa, que garante temperaturas elevadas no interior da garrafa.

A água em contato com os canos é aquecida por condução térmica, sofrendo dilatação e tornando-se menos densa. Por convecção térmica, desloca-se para a parte superior do reservatório. Ao mesmo tempo, a água fria, vinda da parte inferior do reservatório, desce para o coletor.

Esse deslocamento de matéria (água fria que desce, por ser mais densa e água quente que sobe, por ser menos densa), formam as correntes de convecção térmica. A água quente pronta para o consumo é retirada da parte superior do reservatório e uma nova quantidade de água fria é inserida no sistema, permitindo que todo o ciclo recomece.

O reservatório deve ser isolado termicamente a fim de diminuir trocas de calor com o ambiente. O esquema mostrado na Figura 11 identifica os três processos de transferência de calor que ocorrem no aquecedor.

Figura 11 - Esquema do aquecedor e os processos de transferência de calor.



Disponível em:

http://www.fisicajp2.unir.br/uploads/48059049/arquivos/M_RCIO_LUIZ_MARQUES_DE_SOUZA_2014_418565578.pdf

4.8.1 A FÍSICA DO ASBC: CONCEITOS RELACIONADOS

O aquecedor solar de garrafas pet foi um dos instrumentos utilizado para facilitar e diversificar o ensino sobre Termodinâmica, mais especificamente a respeito dos tópicos referentes aos processos de transmissão de calor.

A cada etapa da construção do aquecedor era oportunizado abordar e/ou reforçar conceitos físicos que participam do processo de funcionamento do aquecedor, estabelecendo relações a partir de contextualizações entre os conceitos físicos abordados e situações cotidianas já observadas pelos alunos.

Inicia-se a explicação caracterizando a energia solar, que chega até nós por irradiação, como uma onda eletromagnética, semelhante às ondas de rádio ou às de raios-X, que têm por característica serem transmitidas através do vácuo.

Faz-se uma breve introdução sobre a natureza eletromagnética da energia radiante e sobre o espectro eletromagnético, destacando as principais radiações que chegam até nós, como: luz visível, ultravioleta e infravermelho; pois o assunto será desenvolvido de forma mais pormenorizada em período posterior ao desenvolvimento desta pesquisa. Assim, apresenta-se de forma geral, caracterizando as radiações apenas em relação a comprimentos e frequências de ondas.

Sobre transparência e opacidade de materiais, os alunos relacionavam transparência a capacidade de enxergar através desses materiais. É possível contextualizar que tanto a transparência como a opacidade, são propriedades que os corpos têm de permitirem ou não a passagem de radiação eletromagnética.

É possível contextualizar também a respeito da incidência dos raios-X no nosso corpo, destacando que quase todos os tecidos são transparentes à passagem dos raios-X e outros são opacos, no caso, o tecido ósseo.

Ainda na etapa da construção do coletor, introduziu-se conteúdos de óptica como: refração, absorção e reflexão da luz. Para cada um desses conceitos, foi dada uma rápida introdução teórica, ao mesmo tempo em que se identificava onde o fenômeno se fazia presente no coletor. Sobre a refração, foi explicado que a luz proveniente do

Sol, ao atravessar a garrafa pet transparente, sofria desvios ao mudar de meio de propagação (do ar para o plástico), alterando sua velocidade e direção de propagação. Para exemplificar melhor esse conceito, pode ser realizada uma experiência simples de refração utilizando um copo com água e um lápis (Figura 12). Conceitos como absorção e reflexão do calor já haviam sido apresentados em uma atividade experimental, no entanto foi oportunizado mais uma vez reforçar e contextualizar esses conceitos com fenômenos do cotidiano.

Figura 12 - Imagem ilustrativa da refração da luz.



Fonte: Própria autora

A respeito da absorção da luz, ela acontece quando canos e caixas de leite recebem parte da radiação transferida para o interior das garrafas e se aquecem. O fato dos canos de PVC e caixas de leite serem pintados de preto, melhora a absorção do calor, aumentando a agitação das moléculas que constituem esses corpos e, conseqüentemente, aumentando a temperatura no interior das garrafas.

A reflexão acontece quando a radiação infravermelha emitida por canos de PVC, caixas de leite e o ar aquecido, não consegue atravessar as garrafas de volta para o meio externo ficando retida nesse meio.

Deve-se deixar claro para o aluno que a radiação total incidente nas garrafas é a soma das radiações refratadas, absorvidas e refletidas.

As garrafas pet são transmissíveis à passagem de luz visível, porém são parcialmente opacas às ondas de calor, esse fato possibilita a formação do efeito estufa. A partir das observações feitas sobre o efeito estufa produzido no interior das garrafas, fizemos comentários mais específicos a respeito de ondas

eletromagnéticas, mais especificamente sobre a radiação infravermelha, acrescentando informações como: apesar de todas as ondas eletromagnéticas transportarem energia, apenas as correspondentes à faixa do infravermelho são chamadas ondas de calor.

Isso porque o infravermelho transforma-se mais facilmente em energia térmica ao ser absorvido; as ondas eletromagnéticas que possuem menor frequência, portanto maior comprimento de onda não conseguem passar pelas garrafas, mas as de maior frequência, e menor comprimento de onda, as mais próximas das radiações correspondentes à luz vermelha, conseguem passar como a luz visível e outras radiações. Esse fato faz com que ocorra reflexão no sentido garrafa/cano e caixa /garrafa que promoverá um aumento de temperatura no seu interior.

Contextualizamos as relações entre esse efeito estufa com eventos do cotidiano, tais como: o aquecimento de um carro exposto a luz solar, a estufa de plantas e o aquecimento da Terra devido a emissão de gases poluentes na atmosfera.

Após o aquecimento das garrafas pet, canos e caixas de leite por irradiação, a água em contato com os canos é então aquecida por condução térmica. Nessa etapa, enfatizamos a importância dos materiais condutores isolantes térmicos no aquecedor solar.

Falamos da condutividade térmica como uma propriedade física que alguns materiais de conduzem calor com maior rapidez. A energia cinética das moléculas de água próximas à superfície de contato dos canos aumenta devido ao aumento do grau de agitação dessas moléculas.

Tendo sua temperatura aumentada, a água sofre dilatação, que faz com que sua densidade diminua permitindo sua subida pela tubulação em direção a parte superior do reservatório.

A água fria localizada na parte inferior do reservatório por ser mais densa que a água quente, desce permitindo a troca dos fluidos por diferenças de temperaturas. Essas trocas de calor são as chamadas correntes de convecção.

O ciclo de trocas de calor é encerrado quando é estabelecido o equilíbrio térmico e reinicia à medida que uma quantidade de água quente é retirada do reservatório e substituída por água à temperatura ambiente, assim o equilíbrio térmico é desfeito e as correntes de convecção voltam a acontecer, permitindo a circulação da água. É importante ressaltar que o reservatório deve ser isolado termicamente a fim de impedir transferência de calor entre ele e o meio externo.

A partir da construção do coletor solar, foi possível abordar e/ou reforçar conceitos físicos como: temperatura, calor, processos de transmissão de calor, condutores e isolantes térmicos, dilatação térmica, densidade dos líquidos, efeito estufa, radiação de corpo negro, espectro eletromagnético, refração, reflexão e absorção de radiação eletromagnética.

4.8.2 TUTORIAL DA CONSTRUÇÃO: MONTAGEM DO AQUECEDOR

A construção do aquecedor solar de garrafas pet foi adaptada do projeto idealizado e desenvolvido por José Alcino Alano (2009), que tinha como objetivo diminuir os custos de energia elétrica de sua residência e aproveitar materiais recicláveis como garrafas pet e embalagens de caixas de leite longa vida, numa proposta de beneficiamento do meio ambiente.

Adaptamos o nosso projeto, reduzindo a quantidade de materiais usados, de forma que não compromettesse a eficiência do aquecedor, visando uma proposta didática para facilitar o ensino e a aprendizagem dos processos de transmissão de calor e outros conceitos físicos relacionados. Toda a construção também está disponibilizada no site http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/cors/Kit_res_17_aquecedor_solar.pdf.

A sugestão para o professor que for aplicar é que as etapas sejam divididas em: cortes das garrafas e lixamento das superfícies cortadas, corte e dobraduras das caixas de leite, pintura das caixas e corte dos canos e por último, montagem do aquecedor solar incluindo o coletor e o reservatório de água.

PARA CONSTRUIR O AQUECEDOR SOLAR UTILIZAMOS:

- 40 garrafas PET de 2 litros (todas transparentes e de mesma marca);
- 40 embalagens longa vida de 1 litro;
- 11m metros de canos de PVC de 20 mm;
- 16 conexões T em PVC de 20 mm;
- 04 conexões L (luva) em PVC de 20 mm;
- 02 tampões em PVC de 20 mm;
- 03 flanges de 20 mm;
- tinta preta fosca;
- 01 caixa plástica de 56L (reservatório de água);
- cola de PVC;
- fita adesiva preta;
- suporte de madeira para apoiar a estrutura;
- 01 torneira de plástico;
- adaptador com rosca para a torneira;
- lixa;
- martelo de borracha.

PASSO A PASSO DA MONTAGEM

Passo I - (Corte das garrafas – Figura 13)

1) Corte das garrafas:

A partir da base da garrafa, corte 5 cm e descarte a parte menor (existe uma marcação na garrafa que facilita a localização do corte).

2) Lixamento da superfície cortada das garrafas:

Foi realizado esse procedimento a fim de evitar acidentes como o risco de algum aluno se cortar com as extremidades irregulares.

Figura 13 - Registro fotográfico da etapa de cortes das garrafas .



Fonte: Própria autora

Passo II – (corte das caixas de leite longa vida)

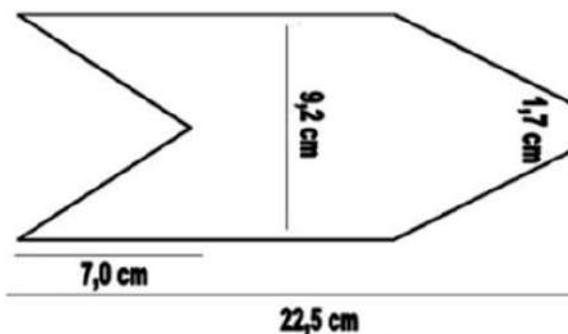
1) Corte das caixas de leite (Figuras 14 e 15)

Corte e faça dobras nas caixas de leite. Depois de devidamente higienizadas e secas, abra as orelhas da caixa e planifique as embalagens.

Corte a parte já aberta de modo que as caixas fiquem com 22,5 cm de altura;

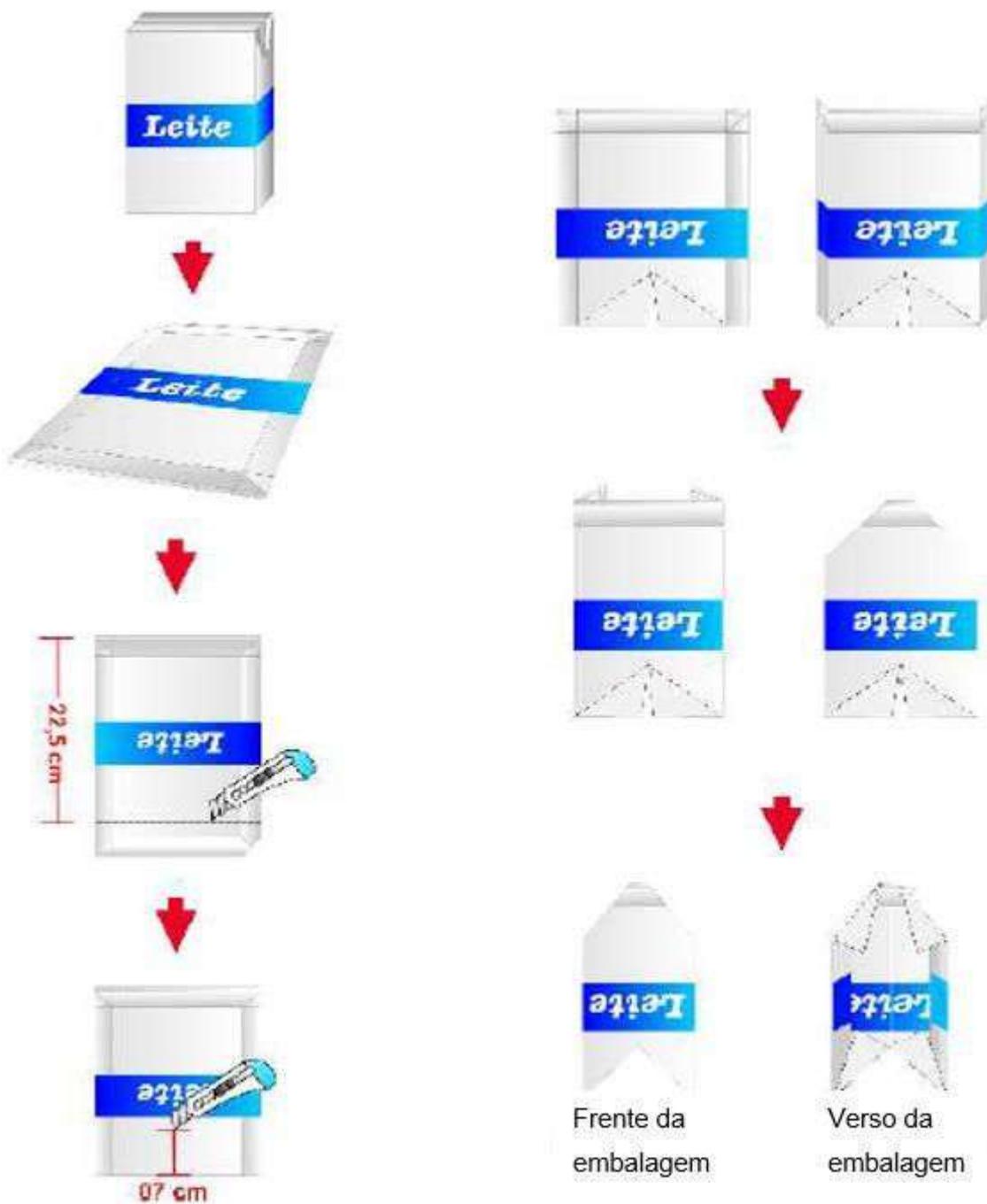
Faça um corte de 7 cm na extremidade aberta das caixas e em seguida, dobre de acordo com as instruções abaixo.

Figura 14 - Etapa de corte das caixas de leite.



Fonte: Própria autora

Figura 15 - Representação esquemática do processo de corte e dobradura das caixas de leite.



Créditos da imagem: <http://www.celesc.com.br/portal/images/arquivos/manuais/manual-aquecedor-solar.pdf>

Passo III – (pintura e corte dos canos)

A turma foi dividida em duas equipes, uma equipe responsável pela pintura e a outra pelos cortes dos canos de PVC.

1) Pintura das caixas de leite:

Faça a pintura em todas as caixas de leite de preto fosco nos dois lados.

2) Corte dos barramentos superior e inferior (Figura 16):

Para os barramentos superior e inferior são necessários:

10 pedaços de 8,5 cm de cano PVC;

10 conexões T;

10 pedaços de 1m;

Lixe todas as extremidades dos canos cortadas.

Figura 16 - Etapa do corte dos barramentos superior e inferior.



Fonte: Própria autora

Passo IV – (montagem do aquecedor)

1) Montagem dos barramentos superior e inferior (Figura 17)

Para o barramento superior, junte com cola de PVC as conexões "T" e os canos de 8,5 cm, de forma que o barramento tenha oito conexões "T". Em seguida encaixe em cada conexão "T" o tubo de 1m.

Figura 17 - Etapa de montagem dos barramentos superior e inferior.



Fonte: Própria autora

2) Colocação das garrafas pet (Figura 18)

Após a colagem dos tubos de 1 metro nas conexões T, encaixe a primeira fileira de garrafas PET e vede com fita adesiva.

Figura 18 - Etapa de colocação das garrafas pet.



Fonte: Própria autora

3) Colocação das caixas de leite

Introduza as caixas de leite em cada garrafa e sequencialmente preencha todo o barramento. A caixa de leite deve ficar atrás do tubo, com a face que foi pintada de preto para cima com as dobras para trás. Repita o processo até chegar o número de cinco garrafas por tubo, tudo conforme Figura 19.

Figura 19 - Etapa de colocação das caixas de leite.

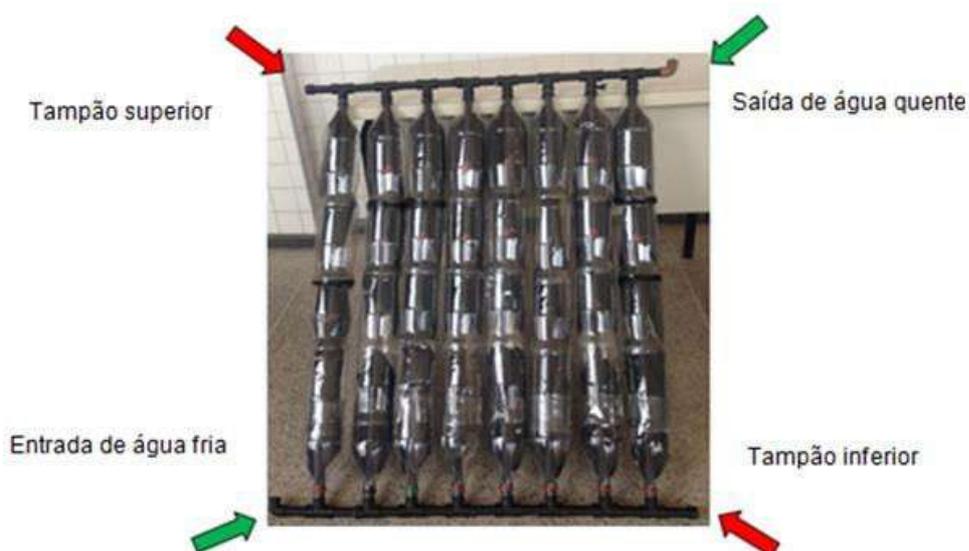


Fonte: Própria autora.

Na última fileira, finalize invertendo o sentido das garrafas e adicionando o barramento inferior. Não use cola para fixar as conexões do barramento inferior, dessa forma será possível desmontá-lo a fim de facilitar a manutenção, use um martelo de borracha para melhor fixação evitando possíveis vazamentos.

Prenda dois tampões, um em cada barramento em lados opostos. Os lados que ficaram abertos serão a entrada e saída de água. O lado aberto no barramento superior será a saída de água quente do reservatório. O lado aberto do barramento inferior será a entrada de água fria, tudo conforme Figura 20.

Figura 20 - Etapa de fixação dos tampões superior e inferior.



Fonte: Própria autora

4) Preparação do reservatório de água

Faça três furos para colocação dos flanges, um furo na parte inferior (saída de água fria), o outro na parte superior (entrada de água quente) e o terceiro centralizado na parte frontal superior da caixa. Os furos para saída e entrada de água, devem estar em lados opostos da caixa. Para cada furo, utilize flanges, e para a torneira um adaptador com rosca para encaixá-la, tudo conforme Figura 21.



Figura 21 - Etapa de montagem da caixa.

Fonte: Própria autora.

5) Interligando coletor e reservatório

Conecte o reservatório ao coletor interligando com canos de PVC as laterais do reservatório de água com as extremidades abertas do coletor. A saída de água fria do reservatório será ligada na parte inferior do coletor e a entrada de água quente, ligada na parte superior do coletor (Figura 22).

Figura 22 – Aspecto Final do Aquecedor Solar de Baixo Custo.



Fonte: Própria autora.

4.9 Atividade 9 - Texto 2: “O coletor solar, o radiador e a água de coco gelada”

Muitos alunos já ouviram falar ou conhecem o aquecedor solar, o radiador de carro e o carrinho de água de coco, porém não imaginam como funcionam. O texto explica de forma detalhada o funcionamento do AS e os conceitos físicos presentes em cada etapa. É um material rico para o ensino sobre condutores e isolantes térmicos, radiação de corpo negro, densidade dos fluidos e para os processos de transferência de calor. Explica através da função do radiador de carro e do carrinho de água de coco, que os mesmos processos de transferência de calor estão presentes, porém exercendo objetivos diferentes. Este texto faz parte do livro texto adotado pela escola Física 2 Interação e Tecnologia, páginas 34, 35 e 36, 2ª edição.

TEXTO E INTERPRETAÇÃO

O coletor solar, o radiador e a água de coco gelada

A energia solar pode ser aproveitada para o aquecimento da água em residências. Para isso, é necessário que a água passe por uma caixa semelhante a uma estufa de plantas (figura 23). A radiação solar incide na face transparente do coletor, e parte dela atinge a chapa de alumínio pintada de preto, que está no interior da caixa.

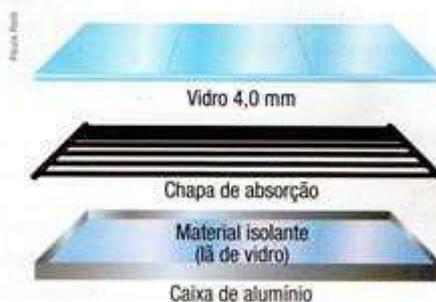


Figura 23: Principais partes de uma placa de aquecedor solar.

Fixada à chapa de alumínio está a tubulação de água, também pintada de preto. Pelo processo de condução, parte do aquecimento da chapa é transmitida para a água. A capacidade de aquecimento da chapa metálica depende de sua área e espessura. A cor preta aumenta a absorção da energia radiante incidente, aquecendo a água mais rapidamente.

No fundo da caixa, coloca-se lã de vidro, um material isolante térmico que, como a cobertura de vidro, ajuda a diminuir a transferência de energia para o ambiente. O vidro, transparente à luz, provoca o efeito estufa e impede a saída da radiação infravermelha, retendo-a no interior do coletor e contribuindo para aumentar a temperatura da água no interior da tubulação, a valores próximos de 60 °C.

Uma vez aquecida, a água na tubulação torna-se menos densa e desloca-se para a parte superior do reservatório (figura 24). Ao mesmo tempo, a água mais fria, na parte inferior do reservatório, desloca-se para a tubulação, formando uma corrente de convecção térmica. A água quente, pronta para o consumo, sai pela parte superior do reservatório, e uma nova quantidade de água vinda da caixa-d'água entra no aquecedor.

No funcionamento do coletor solar, verificam-se os três processos de transferência de energia por diferença de temperatura: irradiação, condução e convecção. Uma parcela da energia que incide por irradiação é absorvida pela chapa metálica, que, por sua vez, transmite parte dessa energia para a água; outra pequena parte dessa energia é refletida para o ar que envolve a chapa. A proporção dessas três parcelas de energia (absorvida, transmitida e refletida) em relação à quantidade total de energia incidente indica a eficiência do coletor. Quanto maior sua eficiência, maior a quantidade de energia transmitida para a água.





A cor preta na placa metálica facilita a absorção da radiação incidente, mas um bom absorvedor é também um bom emissor. Ou seja, se um objeto escuro absorve grande quantidade de energia, ele a emitirá em grande quantidade. É por essa razão que os radiadores são pintados de preto (figura 25). Sua função nos automóveis e nos refrigeradores (figura 26) é a mesma: facilitar a transmissão de energia térmica da substância, no interior da tubulação, para o ambiente – a água no caso do radiador de automóvel e o fréon no caso do refrigerador –, reduzindo sua temperatura.

Embora os três processos estejam presentes (irradiação, condução e convecção), o efeito desejado no radiador é o de resfriamento, enquanto no coletor é o de aquecimento.

A serpentina (figura 27) utilizada para resfriar água de coco em carrinhos de comerciantes de bebidas funciona de maneira semelhante, mas quase sem irradiação. A água de coco circula pela tubulação metálica – em geral de alumínio – no interior de uma caixa de isopor, um material isolante térmico. Colocando-se pedras de gelo no interior dessa caixa, a água de coco entra em contato com essa fonte fria. Assim, parte de sua energia interna é transferida, pelo processo de condução, para a tubulação e, posteriormente, para o gelo e o ar no interior da caixa. O resultado é a diminuição da temperatura da água de coco.



Figura 25: Radiador automotivo.



Figura 26: Foto de radiador de uma geladeira, também conhecido como condensador.



Figura 27: Foto de serpentina de resfriamento, neste caso, utilizada para gelar a água de coco.

- 1 O aquecimento da água no coletor solar envolve que processos de transferência de energia por diferença de temperatura e em que sequência?
- 2 Qual é a função exercida pela cor preta do radiador e da chapa de alumínio do coletor solar? Qual o efeito obtido em cada um deles?
- 3 Identifique o principal processo de transferência de energia presente no uso da serpentina para resfriar a água de coco.
- 4 A lâ de vidro é um material utilizado no interior das paredes dos refrigeradores e dos fornos dos fogões. Explique qual é sua função nesses aparelhos.

4.10 Atividade 10 - Jogo passa e repassa

O envolvimento dos alunos nas atividades de aprendizagem vai depender das estratégias utilizadas. O jogo passa e repassa, além de despertar o interesse devido à competição, permite maior socialização e maior participação dos alunos. Todas as questões escolhidas continham ilustrações e textos curtos e foram apresentadas em PowerPoint. Esta atividade, serviu como revisão de conteúdo, sendo possível identificar, os conceitos que ainda não foram assimilados pelos alunos.

Para organização do jogo, definiu-se regras que podem ser modificadas ou adequadas, conforme a decisão de quem for jogar. Para cada pergunta, um representante de cada equipe se apresenta para responder.

A escolha de quem vai responder, fica à critério das regras das equipes. Vence a equipe que acertar o maior número de questões. Fica como sugestão para o professor, que se ofereça premiação para a equipe vencedora. Esse fato aumenta mais ainda a motivação em participar e ganhar. Nesta atividade, usamos um artefato conhecido como passa e repassa, pois a escola tinha disponível, porém seu uso não é obrigatório (Figura 23).

Figura 23 - Equipamento utilizado no jogo passa ou repassa.



Fonte: Própria autora

A seguir apresentamos todos os slides utilizados durante o jogo passa ou repassa.

JOGO PASSA E REPASSA
PROCESSOS DE TRANSMISSÃO DE CALOR



1- Na figura, a colher se aquece por estar dentro de uma caneca com leite quente. Por qual processo de transmissão de calor a colher se aquece:

(A) IRRADIAÇÃO
(B) CONDUÇÃO
(C) CONVECÇÃO
(D) NRA



2- Numa noite de festa junina, podemos nos aquecer próximo a numa fogueira por:



(A) IRRADIAÇÃO
(B) CONDUÇÃO
(C) CONVECÇÃO
(D) NRA

3- O objetivo de uma estufa de plantas é manter o ambiente aquecido. Por qual processo a estufa é aquecida?



(A) IRRADIAÇÃO
(B) CONDUÇÃO
(C) CONVECÇÃO
(D) NRA

4- Ao tomar "banho" sol na praia, as pessoas podem ficar bronzeadas. Isso acontece por causa da:



(A) IRRADIAÇÃO
(B) CONDUÇÃO
(C) CONVECÇÃO
(D) NRA

5- Sinto um ventinho na praia por causa das brisas de ar que são formadas. Isso se deve a:



(A) IRRADIAÇÃO
(B) CONDUÇÃO
(C) CONVECÇÃO
(D) NRA

6- O ar condicionado deve ser colocado na parte de cima de uma sala para tornar o ambiente mais "fresco" rapidamente por causa da:



(A) IRRADIAÇÃO
(B) CONDUÇÃO
(C) CONVECÇÃO
(D) NRA

7- Um estudante chega em casa e tira seu tênis. Ao caminhar por sua casa percebe que quando pisa descalço no tapete e no piso de cerâmica, tem a sensação de que ambos estão a diferentes temperaturas. Explique porque cada pé tem uma sensação diferente.



8- Ao aproximar minha mão no ferro de passar roupas, percebi que ele estava ligado. Essa percepção se deve a:



- (A) IRRADIAÇÃO
- (B) CONDUÇÃO
- (C) CONVECÇÃO
- (D) NRA

9- A figura ao lado mostra um copo de água com gelo. Nessa situação gelo + água:



- (A) O gelo cede o frio pra a água.
- (B) Nesse caso não existe transferência de calor.
- (C) A água cede calor para o gelo.
- (D) O gelo cede calor para a água

10- A respeito do experimento realizado por nós, a taxa de variação da temperatura da lata preta, em comparação a outra lata sem pintura durante todo experimento foi:



- 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.

11 – A respeito do aquecedor solar:



- () A água dos coletores fica mais quente e, portanto, menos densa que a água no reservatório. Assim, a água fria "empurra" a água quente, gerando a circulação por causa da convecção térmica.
 - () Os canos e as placas dentro do coletor devem ser pintados de preto para uma diminuir a absorção de calor por irradiação térmica.
 - () As garrafas se aquecem por radiação térmica, a água se aquece por condução e se desloca por convecção
- (A) VVV (B) VFV (C) FVV (D) FVV

12- Observe as três imagens baixo e corresponda cada uma à sua transmissão de calor .



- (A) I- Radiação II- Condução III- Convecção
- (B) I- Convecção II- Radiação III- Condução
- (C) I- Radiação II- Convecção III- Condução
- (D) I- Convecção II- Condução III- Radiação

O melhor de Calvin Bill Watterson



A casa vai parecer quentinha para o Calvin por que:

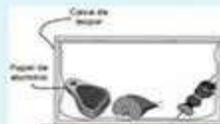
- (A) O Calvin vai perder calor ao entrar na casa.
- (B) O Calvin vai receber calor ao entrar na casa.
- (C) Ao entrar na casa não haverá trocas de calor
- (D) Calvin não irá sentir nada ao entrar na casa.

14- Para manter as carnes aquecidas após um churrasco, algumas pessoas utilizam uma caixa de isopor revestida de papel alumínio. A figura a seguir mostra, em corte lateral, uma caixa de isopor revestida de alumínio com carnes no seu interior.

Assinale a alternativa correta que completa as lacunas das frases a seguir.

A caixa de isopor funciona como recipiente adiabático. O isopor tenta _____ a troca de calor com o meio por _____ e o alumínio tenta impedir _____

- (A) impedir - convecção - irradiação do calor
- (B) facilitar - condução - convecção
- (C) impedir - condução - irradiação do calor
- (D) facilitar - convecção - condução



15- É aconselhável servir alimentos na panela de barro quando se quer conservar o alimento mais quente por mais tempo. Isso acontece porque a panela de barro :

- (A) Conduz bem o calor.
- (B) É um bom isolante térmico.
- (C) Segura o calor por mais tempo.
- (D) Tanto a panela de barro como a de alumínio são isolantes térmicos e vão manter o calor dos alimentos preso por mais tempo.



16- Com base na charge e nos conceitos da termodinâmica, é correto afirmar que as luvas de amianto são utilizadas por que :



- (A) São boas condutoras de calor.
- (B) São isolantes térmicos.
- (C) Não deixam o frio entrar
- (D) NRA.

17- Observe as três imagens e relacione cada uma à sua transmissão de calor correspondente.



- (I) - carro no sol
 - (II) - água fervendo
 - (III) - queimadura na mão
- (A) I- Radiação II- Condução III- Convecção
 - (B) I- Convecção II- Radiação III- Condução
 - (C) I- Radiação II- Convecção III- Condução
 - (D) I- Convecção II- Condução III- Radiação

18- A figura indica que:

- (A) Cores escuras absorvem mais calor que as claras.
- (B) Cores claras absorvem mais calor que as escuras.
- (C) Cores escuras não deixam o frio entrar.
- (D) NRDA



19- Para que o carro não seja aquecido pela radiação solar, costuma-se usar protetor solar de para brisa. Por que a parte brilhante deve ficar voltada para fora do carro?

- (A) A parte brilhante absorve melhor a luz proveniente do Sol.
- (B) A parte brilhante é excelente isolante térmico.
- (C) A parte brilhante reflete a luz proveniente do Sol.
- (D) NRA



20- Baseando-se nos seus conhecimentos sobre transferência de calor, como você explicaria a imagem da pele de uma pessoa arrepida?



21- Um pedaço de carne assa mais rápido quando introduzimos um espeto metálico. Qual o processo de transferência de calor garante esse feito?

- (A) IRRADIAÇÃO
- (B) CONDUÇÃO
- (C) CONVECÇÃO
- (D) NRA



22- No final da tirinha, Calvin percebe que a mãe tinha razão. De que forma a água chegou a temperatura adequada para ele?



23- Uma caixa térmica pode manter no seu interior substância que podem permanecer geladas por mais tempo. Isso se deve por quê?

- (A) O isopor é um bom condutor térmico
- (B) O isopor não deixa o calor sair
- (C) O isopor não deixa o frio sair
- (D) O isopor é um bom isolante térmico



24- Na tragédia ocorrida na Boate Kiss, localizada no Rio Grande do Sul, em janeiro de 2013, algumas orientações de segurança contra incêndios poderiam ter evitado a morte de tantas pessoas. Dentre as diversas orientações dadas pelos bombeiros, uma delas é considerada bem simples, fugir do local o mais abastado possível. Essa orientação se deve ao fato de que:



- a) a fumaça esfria rapidamente e, tendo maior densidade que o ar, tende a subir.
- b) a fumaça, por ser negra, impede a visualização da porta de emergência.
- c) a pessoa mantendo-se inclinada permanece mais calma. Esse procedimento também é adotado em pouso de emergência na aviação civil.
- d) Os gases oriundos do combate, por estarem aquecidos, tendem a subir, ocupando a parte superior do local.

25- Enquanto está segurando uma pedra de gelo, sua mão acusa sensação de "frio". Sobre o fenômeno físico que ocorre nessa situação é correto afirmar que:



- a) O tato indica a falta de calor na pedra de gelo
- b) O tato mede a temperatura do gelo
- c) O tato indica que o gelo tem bastante frio nele
- d) A sua mão emite calor para o gelo

4.11 Atividade 11 - Avaliação



Nesta atividade, os estudantes respondem as questões individualmente sendo 12 questões objetivas e 6 questões discursivas, nas quais os estudantes terão a oportunidade de expressar livremente sua compreensão dos conceitos abordados nesta unidade de ensino. Segundo Moreira (2011), a avaliação da aprendizagem deve ser frequente e progressiva com caráter formativo e recursivo, para que se oportunize ao estudante reconhecer seus erros e corrigi-los. Além desta avaliação, também foram consideradas atividades realizadas durante a aplicação do trabalho.

Questões Objetivas

1 - Um cobertor de lã tem por função:

- a) dar calor ao corpo;
- b) impedir a entrada do frio;
- c) reduzir a transferência de calor para o exterior;
- d) comunicar sua temperatura ao corpo.



2 - (ENEM 2013) É comum nos referirmos a dias quentes como dias “de calor”. Muitas vezes ouvimos expressões como “hoje está calor” ou “hoje o calor está muito forte” quando a temperatura ambiente está alta.

No contexto científico, é correto o significado de “calor” usado nessas expressões?

- a) Sim, pois o calor de um corpo depende de sua temperatura.
- b) Sim, pois calor é sinônimo de alta temperatura.
- c) Não, pois calor é energia térmica em trânsito.
- d) Não, pois calor é a quantidade de energia térmica contida em um corpo.

3 - (UFSCAR –SP) Um grupo de amigos compra barras de gelo para um churrasco em um dia de calor, como as barras chegam com algumas horas de antecedência, alguém sugere que sejam envolvidas em um grosso cobertor para evitar que derretam demais. Essa sugestão é:

- a) é absurda porque o cobertor vai aquecer o gelo, derretendo-o ainda mais depressa;
- b) é absurda porque o cobertor facilita a troca de calor entre o ambiente e o gelo, fazendo com que ele derreta ainda mais depressa;
- c) não faz diferença, pois o cobertor não fornece nem absorve calor ao gelo, não alterando a rapidez com que o gelo derrete;
- d) faz sentido porque o cobertor dificulta a troca de calor entre o ambiente e o gelo, retardando o seu derretimento.

4 - Durante o momento que você toca uma panela aquecida recentemente no fogão, você tem a “sensação térmica” de “quente”. Sobre o fenômeno que ocorre nessa situação é correto afirmar que:

- a) O meu tato é uma maneira de medir a temperatura de qualquer objeto
- b) O tato indica que a panela tem pouco frio e bastante calor
- c) A panela passa sua temperatura para minha mão
- d) A panela cede calor para minha mão, pois está a uma temperatura maior.

5 – (Enem PPL 2013) Quais são os processos de propagação de calor relacionados à fala de cada personagem?



Disponível em: <http://casadosnoopy.blogspot.com>. Acesso em: 14 jun. 2011.

- a) Convecção e condução.
- b) Convecção e irradiação.
- c) Condução e convecção.
- d) Irradiação e condução.

6 - Em um experimento de Física, os alunos da professora Luciana mergulham uma das mãos num recipiente com água fria, a outra na água quente, e em seguida mergulham as duas mãos na água morna, conforme a figura ao lado.



Alguns alunos fazem comentários sobre a experiência, mas apenas um está correto cientificamente, aponte qual é o comentário correto.

- a) Ao colocar a mão que estava na água fria na água morna, o calor que estava na minha mão aumentou, tive a sensação que a água estava quentinha.
- b) Ao colocar a mão que estava na água quente na água morna, o calor que estava na minha mão diminuiu, tive a sensação que a água estava fria.
- c) Ao colocar a mão que estava na água quente na água morna, minha mão cedeu calor para a água tive a sensação que a água estava fria.
- d) Não houve trocas de calor na água fria

7- (UNITAU – SP) Num dia quente você estaciona o carro num trecho descoberto e sob um sol causticante. Sai e fecha todos os vidros. Quando volta, nota que “o carro parece um forno”. Esse fato se dá por quê:



- a) A luz solar que atravessa o vidro aumenta a temperatura interna do interior do carro. A parte interna aquecida emite radiação infravermelha. Essa radiação não consegue atravessar o vidro, aumentando ainda mais a temperatura no seu interior.
- b) A maior parte do carro é feita de metal, que conduz bem o calor, deixando-o entrar e dessa forma aumentando a temperatura no interior.
- c) É o vidro que esquenta o carro
- d) A luz solar entra pelo vidro, e o calor dessa luz fica preso no carro.

8 - O uso mais popular de energia solar está associado ao fornecimento de água quente para fins domésticos. Na figura abaixo, é ilustrado um aquecedor de água constituído de dois tanques pretos dentro de uma caixa termicamente isolada e com cobertura de vidro, os quais absorvem energia solar. Sobre o aquecedor solar podemos afirmar que:



- Os tanques pintados de preto, são maus absorvedores de calor e reduzem as perdas de energia;
- A cobertura de vidro deixa passar a energia luminosa e reduz a perda de energia térmica utilizada para o aquecimento;
- O calor propaga-se da superfície dos tanques metálicos para a água em seu interior por radiação.
- A água circula devido à variação de energia luminosa existentes entre os pontos X e Y.

9 - Em determinadas casas, geralmente são usados piso de madeira ou de borracha em quartos e piso cerâmico na cozinha. Por que sentimos o piso cerâmico mais gelado?

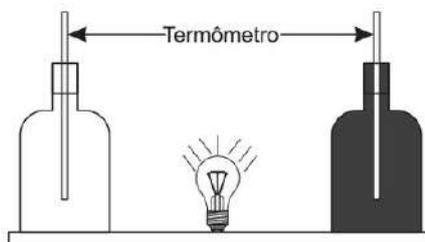
- Porque o piso de cerâmica está mais quente do que o piso de madeira, por isso a sensação de mais frio no piso cerâmico.
- Porque o piso de cerâmica está mais gelado do que o piso de madeira, por isso a sensação de mais frio no piso cerâmico.
- Os dois pisos encontram-se a mesma temperatura, porém o piso de cerâmica troca mais calor com os nossos pés, causando-nos sensação de frio.
- Porque o piso de cerâmica tem mais área de contato com o pé, por isso troca mais calor, causando sensação de frio.



10 - (Enem – 2006) Em um experimento foram utilizadas duas latas, uma pintada de branco e a outra de preto, acopladas cada uma a um termômetro. No ponto médio da distância entre as latas, foi mantida acesa, durante alguns minutos, uma lâmpada incandescente. Em seguida, a lâmpada foi desligada. Durante o experimento, foram monitoradas as temperaturas das latas:

i) enquanto a lâmpada permaneceu acesa e ii) após a lâmpada ser desligada e atingirem equilíbrio térmico com o ambiente.

A taxa de variação da temperatura da garrafa preta, em comparação à da branca, durante todo experimento, foi:



- 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 maior no resfriamento.

11 - A respeito dos processos de transmissão de calor, considere:

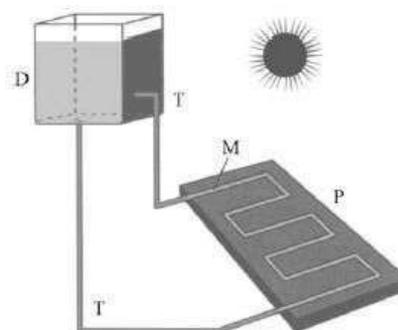
- I. Na convecção, o calor é transferido de um lugar para outro tendo como agentes os próprios fluidos;
- II. Na condução, ocorre a transferência de energia cinética entre as partículas;
- III. Na irradiação, o calor é transmitido sob a forma de ondas eletromagnéticas.

É correto o contido em

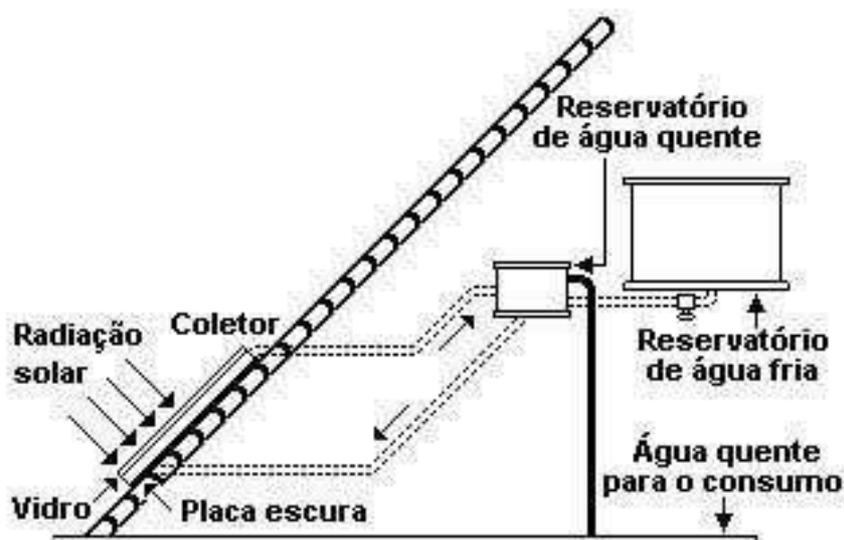
- a) I, apenas.
- b) II, apenas.
- c) I e II, apenas.
- d) I, II e III.

12 - A energia solar é uma das fontes de energia limpa cujo uso deve ser incentivado. A figura acima ilustra um sistema de aquecimento solar demonstrativo que pode ser facilmente construído nos laboratórios de escolas do ensino médio e fundamental. Ele é composto de uma placa metálica (P) pintada de preto, em contato com um tubo metálico sinuoso (M); um depósito de água D e tubos (T) que ligam o depósito ao tubo metálico em contato com a placa. Os tubos sinuosos (M) no interior da placa devem ser de feitos de metal. O aquecimento da água contida no depósito D, pela absorção da energia solar, deve-se, basicamente, à ocorrência sucessiva dos fenômenos de:

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



13 - (ENEM_MEC) O resultado da conversão direta de energia solar é uma das várias formas de energia alternativa de que se dispõe. O aquecimento solar é obtido por uma placa escura coberta por vidro, pela qual passa um tubo contendo água. A água circula, conforme mostra o esquema abaixo.



São feitas as seguintes afirmações quanto aos materiais utilizados no aquecedor solar:

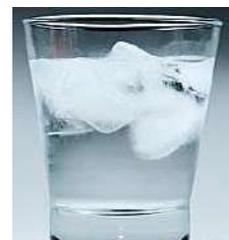
- I. o reservatório de água quente deve ser metálico para conduzir melhor o calor.
- II. a cobertura de vidro tem como função reter melhor o calor, de forma semelhante ao que ocorre em uma estufa.
- III. a placa utilizada é escura para absorver melhor a energia radiante do Sol, aquecendo a água com maior eficiência.

Dentre as afirmações acima, pode-se dizer que, apenas está(ão) correta(s):

- a) I
- b) II e III
- c) II
- d) I e III

QUESTÕES DISCURSIVAS

1 - A figura ao lado mostra um copo de água com gelo. Nessa situação gelo + água, está havendo transferência de calor?



() Sim () Não

Se sim, de que forma acontece?

2 - Em uma praia, um banhista fez o seguinte comentário: "Estou com muito calor, vou tomar banho de mar". Do ponto de vista da Física, ele cometeu um equívoco nessa frase? Qual?

3 - Uma pessoa afirma que seu agasalho é de boa qualidade "porque impede que o frio passe através dele" Essa afirmativa está correta? Justifique.

4 - Observe a figura, explique porque apesar dos dois homens estarem expostos ao Sol, apenas um deles está muito suado.



5- Uma pessoa pretende instalar um ar condicionado próximo ao chão. Usando seus conhecimentos sobre transferência de calor, como você explicaria que não seria aconselhável fazer a instalação nesse local?

6 - O aquecedor solar é um sistema simples que utiliza a radiação, a condução e a convecção térmica para o aquecimento da água. Esse dispositivo é constituído de duas partes: o coletor solar (placas ou garrafas pets, como no nosso caso) e o reservatório onde a água é armazenada). Identifique no aquecedor as etapas onde ocorrem as transferências de calor citadas acima (radiação, a condução e a convecção térmica).



Radiação _____

Condução _____

Convecção _____

7- A respeito do aquecedor solar de garrafas PET que construímos, responda:

a) Por que as caixas de leite e canos foram pintadas de preto?

b) E se as garrafas não fossem transparentes, fossem verdes, por exemplo, a eficiência do coletor seria a mesma? Justifique.

4.12 Atividade 12 - Produto educacional elaborado pelos alunos da 2ª série da turma no ano de 2018 da Escola Rômulo Castello

Esta atividade apresenta um caráter desafiador. Os alunos foram motivados através de uma competição entre turmas a produzir um vídeo que explicasse de forma clara e objetiva o funcionamento do ASBC abordando os conceitos apresentados em sala de aula.

Neste vídeo elaborado pela turma 2M4 do ano de 2018, de forma lúdica e simples é possível visualizar e entender de que forma os três processos de transmissão de calor se fazem presentes no funcionamento do aquecedor solar. Na Figura 24 é apresentado a imagem inicial do vídeo disponível no sítio eletrônico do Youtube.

Figura 24 – Tela inicial do vídeo produzido pelos alunos e disponibilizado na internet.



Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=oEem1yyVo8M>

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALANO, J. A. **Manual Sobre a Construção e Instalação do Aquecedor Solar com Descartáveis**. Santa Catarina. 2008. Disponível em: <http://www.celesc.com.br/portal/images/arquivos/manuais/manual-aquecedor-solar.pdf> Acesso em: 19 set. 2017

BARRETO FILHO, B.; SILVA, C. X. **Física Aula por Aula**. Mecânica: 2º ano. 3ª edição. São Paulo: FTD, 2016.

CHC Ciência hoje das crianças Disponível em <http://chc.org.br/energia-solar-uma-solucao-eletrizante/> Acesso em: 28 de out. 2017.

FUKE, L. F.; YAMAMOTO, K. **Física para o Ensino Médio 2**. 4ª Edição. São Paulo: Saraiva, 2017

GASPAR, A. **Compreendendo a Física 2**. 3ª Edição. São Paulo: Ática, 2017

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

GRAF - **Grupo de Reelaboração de Ensino de Física** - Instituto de Física da USP. Disponível em: <http://www.if.usp.br/graf/termo/termo1.pdf>. Acesso em: 12 de set. 2017.

GRAF - **Grupo de Reelaboração de Ensino de Física** - Instituto de Física da USP. Disponível em: <http://www.if.usp.br/graf/termo/termo2.pdf>. Acesso em: 12 de set. 2017.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Física Contexto e Aplicações 2**. 1ª Edição. São Paulo: Scipione, 2014.

MENEZES, L. C de *et al.* **Coleção Quanta Física**. 1ª série. 1. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2010.

PIQUEIRA, J. R. C.; CARRON, W.; GUIMARÃES, O. **Física 2**. 2ª Edição. São Paulo: Ática, 2017

TORRES, C. M. A. *et al.* **Física Ciência e tecnologia 2**. 4ª Edição. São Paulo: Moderna, 2016.