UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS ARARANGUÁ
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

MATERIAL DE APOIO AO PROFESSOR DE FÍSICA

Implementação de Aquecedor Solar Caseiro: Introduzindo e discutindo conceitos de Termodinâmica

Thiago Almeida de Sá
Orientadora Profª. Dr. Marcia Martins Szortyka

Araranguá
2021

APRESENTAÇÃO

Caro(a) professor(a):

A educação, parte fundamental no desenvolvimento de uma sociedade, assim, é necessário que pensemos em processos educacionais com metodologias e estratégias que sejam capazes de transformar cidadãos em seres críticos, com capacidade de transformar suas realidades e assim se insiram nos ambientes que assim queiram e ali possam realizar a diferença que acharem necessária para o bem estar de todos.

Este produto educacional foi pensado e desenvolvido como parte de integrante da dissertação de mestrado *Implementação de aquecedor solar caseiro em Unidade Socioeducativa - Case de Criciúma: introduzindo e discutindo conceitos de termodinâmica*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Um pé sobre o tapete e outro sobre o piso 93
Figura 2 – Sensação frio, morno e quente 93
Figura 3 – Movimento das moléculas 94
Figura 4 – Termômetro clínico analógico 95
Figura 5 - Termômetro Infravermelho 96
Figura 6 – Relação entre as escala Kelvin (K), Celsius (C) e Fahrenheit. 98
Figura 7 – Experimento de Joule 99
Figura 8 – Transferência de energia 99
Figura 9 – Condução 102
Figura 10 – Correntes de convecção no ar 103
Figura 11 – Correntes de convecção em um líquido 104
Figura 12 – Tipos de energia radiante (Ondas eletromagnéticas) 104
Figura 13 – Espectro Eletromagnético 105
Figura 14 – Espectro da radiação em função da frequência 106
Figura 15 – Distribuição percentual da radiação incidente 108
Figura 16 – Funcionamento de Estufas 109
Figura 17 – Energia fotovoltaica 111
Figura 18 – Aquecedores solares 112
Figura 19 – Esquema de um aquecedor solar 113
Figura 20 – Eficácia da medida da temperatura no controle do coronavírus 115
Figura 21 – Preparação para o experimento 1 118
Figura 22 – Correntes de convecção 119
Figura 23 – Radiação Solar 120
Figura 24 – Efeitos da radiação solar em objetos claros e escuros 121
Figura 25 – Vídeo sobre Efeito Estufa 122
Figura 26 – Funcionamento do aquecedor solar 125
Figura 27 – Coletor Solar 126
Figura 28 – Caixa para coletor 127
Figura 29 – Fixação das mangueiras 127
Figura 30 – Reservatório 128
Figura 31 – Medidas dos furos para colocar flanges 129
Figura 32 – Aquecedor por fora 130
Figura 33 – Aquecedor por dentro 130

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 92

2 A FÍSICA DO AQUECEDOR SOLAR 93

2.1 TEMPERATURA 93

2.2 TERMÔMETROS E ESCALAS TERMOMÉTRICAS 95

2.2.1 Escalas termométricas 96

2.3 CALOR 98

2.3.1 Calor específico 100

2.4 TRANSFERÊNCIA DE CALOR 101

2.4.1 Condução 102

2.4.2 Convecção 103

2.4.3 Radiação 104

2.4.3.1 Absorção e reflexão 106

2.5 EFEITO ESTUFA 108

2.6 ENERGIA SOLAR 110

2.6.1 Aquecedor solar 111

3 SEQUÊNCIAS DIDÁTICA 114

3.1 SEQUÊNCIA DIDÁTICA - TEMPERATURA E CALOR 114

3.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA – TRANSFERÊNCIA DE CALOR 116

3.3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA – AQUECEDOR SOLAR 122

4 MONTAGEM DO AQUECEDOR SOLAR CASEIRO 126

4.1 MONTAGEM DO COLETOR SOLAR 126

4.2 MONTAGEM DO RESERVATÓRIO 127

4.3 ESQUEMA COMPlETO 129

5 CONCLUSÃO 131

REFERÊNCIAS 132

1 INTRODUÇÃO

Este produto foi elaborado com o objetivo de ensinar física e ciências de forma mais atrativa e leve, utilizando abordagens diferenciadas e estratégias pedagógicas para introduzir o conceito de termodinâmica.

O produto é dividido em três partes, sendo que no primeiro capítulo, a A Física do aquecedor solar, o professor encontra uma sequência de conteúdos para introdução de termodinâmica que visa contribuir na construção de conteúdos para sua aula e também para seus estudos.

No segundo capítulo, *sequências didáticas*, sugere-se três planos de aula. Cabe ressaltar que estes planejamentos podem ser aplicados nas séries finais do ensino fundamental e no ensino médio. O primeiro plano de aula discute as ideias de: temperatura, calor e escalas termométricas. O segundo plano de aula aborda assuntos relacionados a formas de transferência de calor. O terceiro plano de aula permite ao professor realizar uma avaliação dos conteúdos discutidos anteriormente, já que o mesmo aborda um exemplo prático para a discussão de assuntos como convecção, radiação, efeito estufa entre outros. Através do aquecedor solar caseiro o professor poderá abordar todos os assuntos discutidos e outros que surgirem no decorrer da aula.

O terceiro capítulo, *montagem do aquecedor solar caseiro*, mostra o passo a passo para a implementação de uma aquecedor solar, mostrando que é possível a montagem de um projeto deste tipo em uma residência, ou até no pátio de uma escola, tornando-se uma excelente ferramenta para diversas abordagens e disciplinas.

2 A FÍSICA DO AQUECEDOR SOLAR

Neste capítulo são apresentadas sugestões de conteúdos relevantes à discussão da física envolvida no aquecedor solar. Destaca-se que estas são propostas de conteúdos ficando o professor livre para outras abordagens e utilização de outras referências

2.1 TEMPERATURA

Quando ouvimos falar em temperatura, rapidamente nos vem à cabeça as palavras frio ou quente. Da mesma forma, é muito comum escutarmos frases como: “coloque o pé no tapete, o piso (cerâmico) está muito frio”, quando na verdade os dois apresentam a mesma temperatura. Saber como está a temperatura de uma bebida, da água para o banho, de um alimento, do dia, da sala, do quarto, são coisas que estão presentes em nosso cotidiano.

Figura 1 – Um pé sobre o tapete e outro sobre o piso

Fonte: https://www.benditaobra.com.br/blog/2019/06/10/quarto-do-bebe/. Acesso: 09 de jun 2021.

Intuitivamente, relacionamos a temperatura com as sensações de frio e calor, porém nem sempre podemos confiar na nossa sensação tátil de frio, morno ou quente.

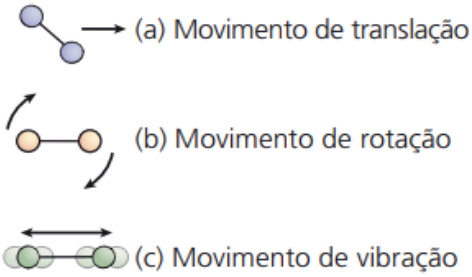
Figura 2 – Sensação frio, morno e quente

Fonte: HEWITT (2015).

Estudar as alterações na temperatura é importante não apenas pelas sensações físicas que nos provocam. Por exemplo, no inverno, se deixarmos a manteiga dentro da geladeira, fica quase impossível utilizá-la, pois fica muito dura, enquanto que no verão, se a deixarmos fora da geladeira, ela ficará muito mole. Isso ocorre, pois quando um corpo é aquecido ou resfriado, algumas de suas propriedades físicas se alteram.

Uma forma de entender o conceito de temperatura é através dos movimentos dos átomos e moléculas que compõem todos os corpos. Quanto maior a temperatura de um determinado corpo, maior será a agitação molecular em seu interior. Da mesma forma, quando diminuímos a temperatura, a agitação molecular diminui. É importante salientar que essa agitação molecular nunca cessa (somente no zero absoluto) e ela é a responsável pelo estado da matéria ser sólido, líquido ou gasoso. Na Figura 3, é possível observar que esse movimento molecular se traduz em movimento de translação, rotação e/ou vibração.

Figura 3 – Movimento das moléculas



Fonte: HEWITT (2015).

Esses movimentos moleculares dão origem à energia cinética de translação, K_t , de rotação, K_R e de vibração, K_V. Para um gás (ideal) a energia cinética de translação está relacionada com a temperatura do gás através da equação 1.

$$K = \frac{3}{2}\, n\, R\, T \qquad (1)$$

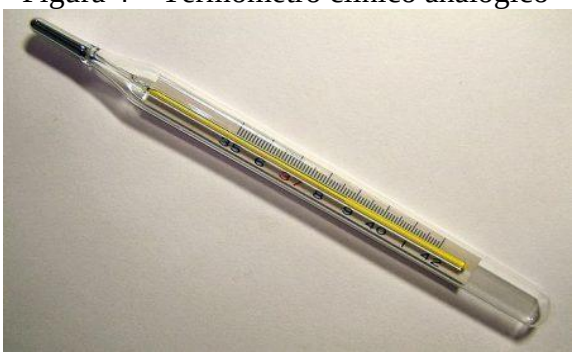
onde n é o número de moles da substância, R a constante universal dos gases e T a temperatura em Kelvin. A energia cinética associada à energia potencial (energia de interação do tipo elétrica entre átomos ou moléculas) da substância define o estado físico da matéria.

2.2 TERMÔMETROS E ESCALAS TERMOMÉTRICAS

Uma maneira de inferir a temperatura de um corpo é através do termômetro. O termômetro ganhou destaque mundial neste momento de pandemia. É comum observar ele sendo utilizado em portas de supermercados, farmácias, shoppings, e outros estabelecimentos, para medir a temperatura corporal das pessoas. Eles são aparelhos amplamente utilizados em áreas como: medicina, culinária, indústria, agricultura, entre outras.

A Figura 4 apresenta o termômetro clínico analógico, onde seu em seu capilar possui mercúrio ou álcool, utilizado durante muitos anos em nossas casas. Quando a temperatura do líquido no interior no termômetro varia, a altura da coluna de líquido varia, possibilitando a medição da temperatura. Esse tipo de termômetro foi um dos primeiros desenvolvidos pelo homem, porém não é mais utilizado nos dias atuais.

Figura 4 – Termômetro clínico analógico



Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Clinical_thermometer_38.7.JPG. Acesso: 21 de jun. 2021.

A Figura 5, mostra um termômetro infravermelho que consegue medir a temperatura mirando o aparelho para a testa da pessoa. Tal equipamento ganhou destaque devido a situação pandêmica atual. Seu funcionamento é baseado em uma propriedade física relativamente simples: qualquer corpo que esteja aquecido, seja o corpo humano ou até mesmo um objeto, emite ondas de calor infravermelho, que é um tipo de radiação. Após captar a energia do corpo em forma de radiação, o mecanismo interno do termômetro infravermelho a converte em energia térmica e energia elétrica. Depois, o valor é apontado no display do termômetro o qual está relacionado com a expressão: $V(T) = \varepsilon K T^N$, onde: $V(T)$: tensão em função da temperatura; ε: emissividade; K: constante de Boltzmann; T: temperatura do objeto; N: fator calculado com $N = 14330/\lambda T$; λ, comprimento de onda.

Figura 5 - Termômetro Infravermelho

Fonte: https://accmetrologia.com.br/tipos-de-termometros-entenda-qual-o-melhor-para-o-seu-processo/. Acesso: 21 de jun. 2021.

Cada termômetro tem sua característica e assim desempenham papéis diferentes nas áreas onde são usados.

Além disso, para haver uma padronização nas medidas é necessário que haja uma escala termométrica universal.

2.2.1 Escalas termométricas

Uma escala termométrica em geral é construída na graduação de um termômetro, “a maneira mais fácil de estabelecer uma escala termométrica é achar uma substância que possua uma propriedade que se modifica de modo regular com a temperatura e tenha praticidade de uso”. (PIRES; AFONSO; CHAVES, 2006). A partir disso o conjunto de números assumidos pela temperatura forma uma escala termométrica. As escalas termométricas em uso atualmente no mundo são as escalas Celsius, Fahrenheit e a Kelvin, a primeira baseia-se nos pontos fusão e ebulição da água, a segunda aponta 0 ºF para uma mistura de água, gelo e cloreto de amônia e 100 ºF a temperatura do corpo humano, a terceira é considerada uma escala absoluta.

A escala Celsius desenvolvida por Anders Celsius, chamada de escala centígrada, é subdividida em 100 partes iguais, chamadas de graus. Nesta escala o ponto zero é utilizado como o ponto de congelamento da água e ponto cem o ponto de ebulição.

Aperfeiçoada pelo físico holandês Daniel Fahrenheit, a escala Fahrenheit é dividida em 180 partes iguais, onde os intervalos são chamados de graus, porém para Fahrenheit a água congela a 32 ºF e entra em ebulição a 212 ºF.

Chamada de escala absoluta e utilizada principalmente pelos cientistas, a escala Kelvin foi desenvolvida pelo físico inglês Willian Thompson conhecido como Lord Kelvin. Através de um termômetro de gás é possível definir a escala de Kelvin com apenas um ponto de referência para a temperatura. Um termômetro de gás é um tipo de termômetro que apresenta um comportamento próximo do ideal, estes termômetros são calibrados, levando em consideração o fato de que a pressão de gás mantido a volume constante aumenta quando aumenta a temperatura (YOUNG E FREEDMAN, 2008). É possível medir a temperatura usando um termômetro de gás através da seguinte equação:

$$T = (273{,}16K)\left(\lim_{gás \to 0} \frac{p}{p_3}\right) \qquad (2)$$

onde T é a temperatura em Kelvins, p_3 a pressão do gás a 273,16 K e p pressão do gás na temperatura que está sendo medida.

Através da Equação (3) observa-se como calcular o valor da temperatura na escala Kelvin, com apenas um ponto de referência e utilizando o termômetro de gás. Para isso é escolhido o ponto triplo da água, único ponto em que a água coexiste em estado sólido (gelo), líquido e vapor d'água. Sabe-se que a temperatura da água no ponto triplo é 273,16 K.

$$T = T_{triplo} \frac{P}{P_{triplo}} = (273{,}16\ K) \frac{P}{P_{triplo}} \qquad (3)$$

onde, P_{triplo} é a pressão para uma temperatura T_{tripo} e P é a pressão para outra temperatura T, então T é dada na escala Kelvin.

Para a conversão de uma dada temperatura para qualquer outra das discutidas, basta utilizar das fórmulas abaixo, onde T_K representa a temperatura em Kelvin, T_C a temperatura em graus Celsius e T_F a temperatura em graus Fahrenheit.

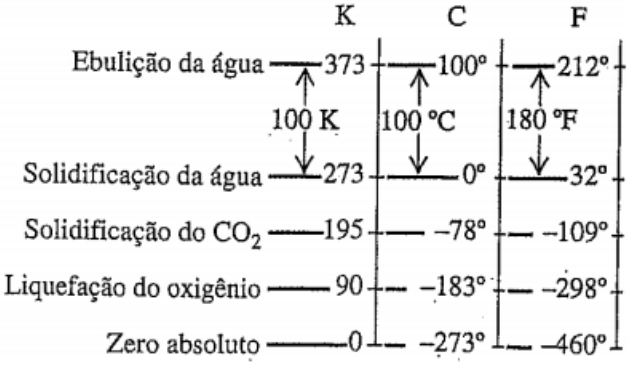
$$T_C = \frac{5(T_F - 32)}{9} \qquad (4)$$

$$T_K = T_C + 273{,}15 \qquad (5)$$

$$T_K = \frac{5\,(T_F - 32)}{9} + 273{,}15 \qquad (6)$$

As relações entre as três escalas são representadas graficamente na figura abaixo, as frações dos graus das temperaturas foram aproximadas para os graus inteiros mais próximos.

Figura 6 – Relação entre as escala Kelvin (K), Celsius (C) e Fahrenheit.



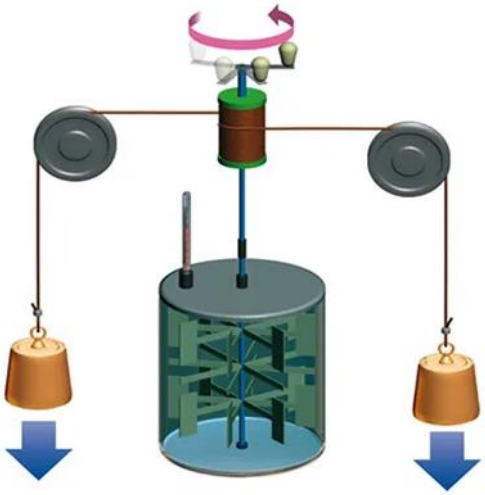
Fonte: YOUNG E FREEDMAN, 2008

2.3 CALOR

Nos primórdios, o calor era visto como um fluido que os corpos continham e que, devido ao movimento relativo, passava de um corpo para outro. Até 1840, ano em que Joule realizou o experimento sobre o equivalente mecânico de calor, essa ideia de fluido prevalecia na comunidade científica.

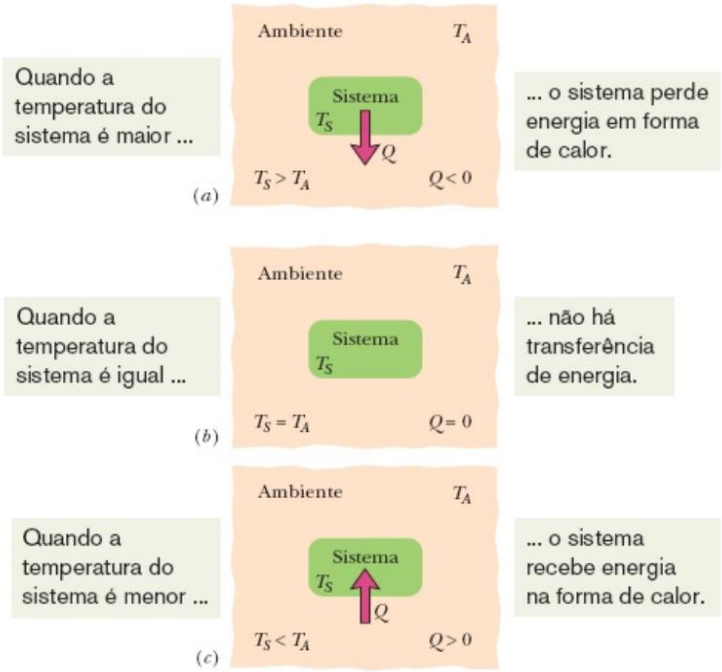
Joule desenvolveu um dispositivo (Figura 7) que consistia de dois pesos presos à pás giratórias que, quando liberados, realizavam trabalho sobre as pás, “enquanto o peso desce, ele perde energia potencial (mecânica), a qual é convertida em calor que aquece a água” (HEWITT, 2015). Com esse experimento ele foi capaz de estabelecer a relação entre trabalho e energia e demonstrar que calor também é uma forma de energia. Então, podemos definir o calor, representado pela letra *Q*, como a energia trocada por dois ou mais corpos quando existe uma diferença de temperatura entre eles. A Figura 8 mostra uma ilustração da transferência de energia entre um corpo qualquer e seus arredores, onde “na situação da Fig. 8 (a), na qual $T_S > T_A$, a energia é transferida do sistema para o ambiente, de modo que Q é negativo. Na Fig. 8 (b), em que $T_S = T_A$, não há transferência de energia, Q é zero e, portanto, não há calor cedido nem absorvido. Na Fig. 8 (c), na qual $T_S < T_A$, a transferência é do ambiente para o sistema e Q é positivo” (HALLIDAY; RESNICK; e WALKER , 2008).

Figura 7 – Experimento de Joule



Fonte: Disponível em: https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/experiencia-joule.htm. Acesso em: 15 de jul. de 2021

Figura 8 – Transferência de energia



Fonte: Halliday; Resnick; e Walker (2008)

Como pode ser visto, o calor sempre flui do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura. Quando a temperatura dos dois corpos são iguais, dizemos que o sistema está em equilíbrio térmico. No Brasil a unidade mais utilizada para o calor é a *caloria (cal)*, sendo a caloria a quantidade de calor necessária para aumentar a temperatura de um grama de água em um grau Celsius. O Sistema Internacional adota o *Joule (J)* como unidade para o

calor. No sistema inglês a unidade de calor é o *British thermal unit (Btu)*, semelhante a caloria o Btu é definido como a quantidade calor necessária para elevar a temperatura de 1 libra de água em grau Fahrenheit. A *quilocaloria (kcal)* é uma unidade também bastante utilizada. Abaixo se observa algumas relações entre as unidades mencionadas.

1 cal = 4,186 J

1kcal = 1000 cal = 4186 J

1Btu = 778ft . lb = 252 cal = 1055 J

2.3.1 Calor específico

A perda ou a absorção de calor por um corpo, em geral, é acompanhada por uma variação de temperatura (isso não será verdade se a substância estiver passando por uma mudança de fase). Dependendo da substância com a qual o corpo é feito, a taxa de variação da temperatura será diferente. Isso significa que para corpos de mesma massa, mas formados por substâncias diferentes, uma mesma quantidade de calor absorvida leva a uma variação de temperatura diferente. Definimos então o calor específico, c, como a quantidade de calor requerida para alterar a temperatura de uma unidade de massa da substância em um grau.

Experimentalmente se verifica que a variação de temperatura ΔT sofrida por um corpo de massa m após ele absorver uma quantidade de calor ΔQ é diretamente proporcional ao calor absorvido e inversamente proporcional à sua massa. A constante de proporcionalidade será o calor específico. Expressando essas informações na forma de uma equação (7), temos

$$\Delta Q = mc\Delta T \qquad (7)$$

Se a variação de temperatura for infinitesimal dT, teremos uma variação infinitesimal de calor dQ

$$dQ = mcdT \qquad (8)$$

$$c = \frac{1}{m}\frac{dQ}{dT} \qquad (9)$$

Para definir corretamente o calor específico, cabe destacar em quais circunstâncias ocorreram as variações na temperatura, os valores do calor específico serão diferentes se a pressão é mantida constante ou, se o volume da substância é mantido constante. Para a pressão constante temos c_p, para volume constante temo c_v. Estes valores não apresentam muita diferença quando tratamos de líquidos e sólidos, medidos à pressão atmosférica, porém para gases c_p e c_v são bastante diferentes (NUSSENSVEIG, 2005)

A tabela 1 apresenta os calores específicos de algumas substâncias.

Tabela 1– Calores específicos de algumas substâncias à temperatura ambiente

Substância	**cal/g.K**	**Substância**	**cal/g.K**	**Substância**	**cal/g.K**
Substâncias elementares		**Outros sólidos**		**Líquidos**	
Chumbo	0,0305	Latão	0,092	Mercúrio	0,033
Tungstênio	0,0321	Granito	0,19	Etanol	0,58
Prata	0,0564	Vidro	0,20	Água do mar	0,93
Cobre	0,0923	Gelo (a –10°C)	0,530	Água doce	1,00
Alumínio	0,215	_____	_____	_____	_____

Fonte: Adaptado de Halliday, Resnick e Walker (2008) .

2.4 TRANSFERÊNCIA DE CALOR

Para estudarmos a transferência de calor entre os corpos, precisamos comentar sobre o que são materiais condutores e isolantes térmicos. Um isolante térmico é qualquer material que dificulta a troca de calor entre dois corpos, enquanto que um condutor térmico é um material que permite a troca de calor entre dois corpos de temperaturas diferentes. Podemos citar como exemplo de bons isolantes térmicos a lã, a madeira, a palha, o papel, a cortiça e o isopor. Exemplos de condutores térmicos temos a prata, o cobre, o alumínio e o ferro.

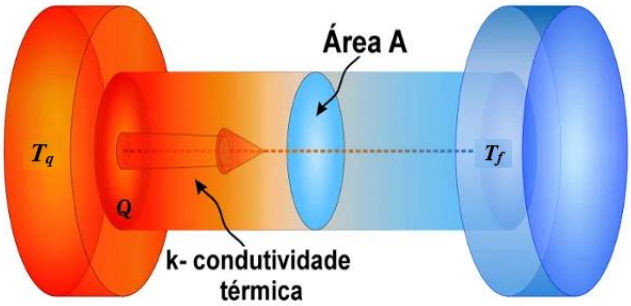
A troca de calor entre dois corpos fora do equilíbrio pode ocorrer através de três processos diferentes: Condução, convecção e radiação.

2.4.1 Condução

Ao esquentar algo no fogão observa-se claramente como ocorre o processo de condução, pois geralmente utiliza-se uma panela ou recipiente de metal. Como os metais são bons condutores de calor, o que acontece é que o calor vindo da chama do fogão aquece a parte inferior deste objeto e, por um processo chamado de condução, o calor é transferido rapidamente por toda a superfície do objeto. Esse processo se dá pelo movimento vibracional dos átomos aquecidos. Como a energia cinética depende da temperatura, os átomos aquecidos aumentam a velocidade de vibração, os elétrons livres começam a colidir com elétrons de outros átomos vizinhos e transferem energia cinética dessa forma. Com o passar do tempo há uma transferência de energia para todo o material. Vale ressaltar que não há deslocamento atômico, mas sim uma transferência de energia cinética.

Vamos considerar uma placa de um material condutor de área A e espessura L, cada lado desta placa é mantido por fontes de calor diferentes, de um lado uma fonte fria de temperatura T_f de outro uma fonte quente T_q. O calor irá fluir ao longo desta placa, do lado mais quente para o mais frio, conforme Figura 9. A quantidade de calor dQ transferida através da placa em um intervalo tempo de dt é dada pela equação 10.

Figura 9 – Condução



Fonte: Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/fisica/conducao-termica.htm. Acesso em: 21 de jun. 2021

$$\frac{dQ}{dt} = kA\,\frac{T_f - T_q}{L} \qquad (10)$$

onde k representa a condutividade térmica, sendo variável de acordo com o material condutor.

A tabela 2 apresenta a condutividade térmica de algumas substâncias.

Tabela 2 – Condutividade Térmica

Substância	***k(W/m.)K***	**Substância**	***k(W/m.)K***
Alumínio	205,0	Fibra de vidro	0,04
Latão	109,0	Isopor	0,01
Cobre	385,0	Madeira	0,12 – 0,04
Aço	50,2	Ar	0,024
Concreto	0,8	Hidrogênio	0.14
Cortiça	0,04	Oxigênio	0,023

Fonte: Halliday; Resnick; e Walker (2008)

2.4.2 Convecção

O processo de convecção ocorre em fluidos e tem início quando se estabelece um gradiente de temperaturas no mesmo. O gradiente de temperaturas estabelece um fluxo de matéria, gerando o que chamamos de corrente de convecção, onde o fluido aquecido tem a tendência de subir e o fluido mais frio tem a tendência de descer. Esse movimento ocorre por diferença de densidades, onde o fluido com maior temperatura é menos denso que o fluido a uma menor temperatura. Exemplos de convecção são fáceis de encontrar no cotidiano, por exemplo, os sistemas de ar condicionado em residências, sistemas de aquecimento de água em residências, entre outros.

Observa-se nas figuras a seguir dois exemplos claros de correntes de convecção. Na Figura 10, é possível visualizar as correntes de convecção no ar, no interior de uma sala, na Figura 11 visualizam-se as correntes de convecção em um líquido sendo aquecido.

Figura 10 – Correntes de convecção no ar

Fonte: HEWITT, 2015

Figura 11 – Correntes de convecção em um líquido

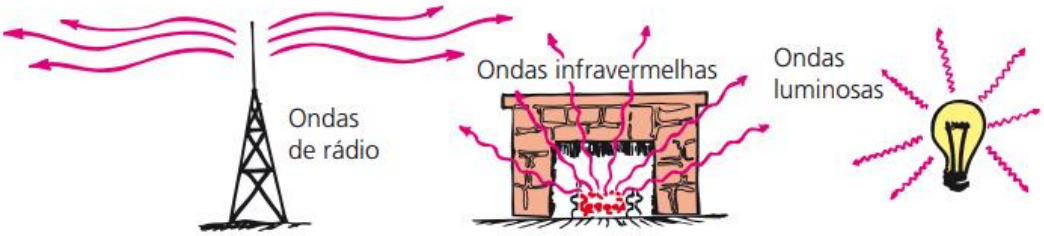
Fonte: HEWITT, 2015

As correntes de convecção podem ocorrer em todos os líquidos e gases, onde o fluido menos denso e aquecido afasta-se das proximidades da fonte de calor dando espaço para fluido mais denso. As correntes de convecção são responsáveis pelos ventos, influenciando assim no clima, contribuindo para que pássaros e pilotos de asa delta se mantenham mais tempo no ar utilizando-se das correntes de ar quente.

2.4.3 Radiação

Todos já sentimos o calor da radiação solar, a radiação é uma forma de transferência de calor através das ondas eletromagnéticas. As ondas eletromagnéticas incluem as ondas de rádio, as micro-ondas, a radiação ultravioleta, os raios X e os raios gama. As ondas eletromagnéticas que transferem calor são chamadas de radiação térmica. Ao se aproximar de uma churrasqueira, ou uma lareira, você sentirá a radiação térmica vinda do fogo e será aquecido. A radiação não precisa necessariamente de meio um para se propagar. A radiação solar é um exemplo disso, pois chega até a Terra através do vácuo.

Figura 12 – Tipos de energia radiante (Ondas eletromagnéticas)

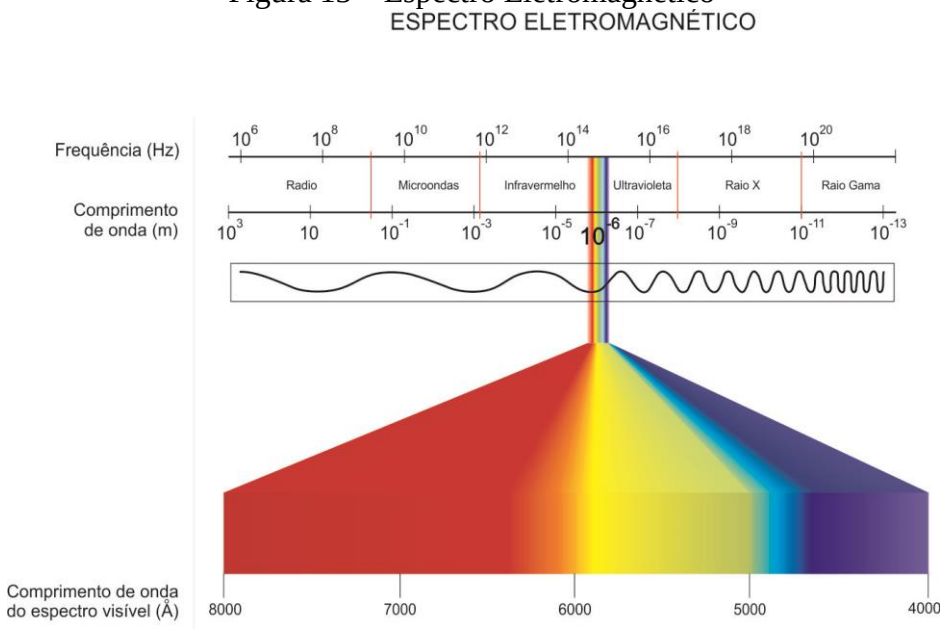


Fonte: HEWITT, 2015

Todos os corpos que estiverem em temperatura acima do zero absoluto emitem energia na forma de radiação, esta energia é transportada por ondas que apresentam comprimento mais longo ou mais curto. Os comprimentos de onda apresentam valores

menores com o aumento da temperatura. O vermelho é o comprimento de onda visível mais longo e o violeta o mais curto, conforme é possível observar no espectro eletromagnético na Figura 13. Em uma temperatura de 700ºC um corpo emite comprimentos de ondas mais longos e adquirindo luminosidade e aparece vermelho. Em temperaturas acima de 4000Cº, o corpo irá parecer branco de tão quente (HEWITT, 2015).

Figura 13 – Espectro Eletromagnético

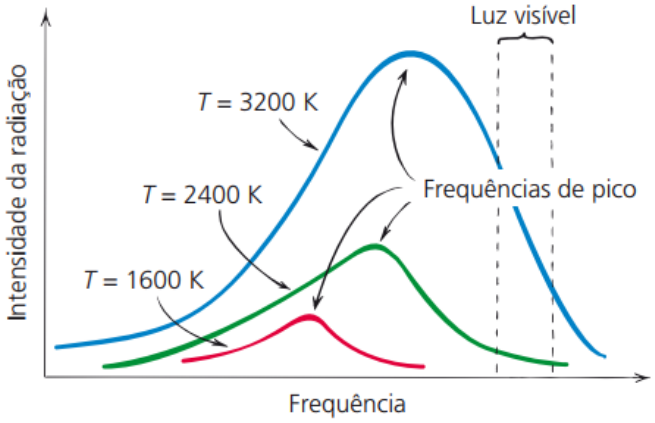


Fonte: Disponível em: https: www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/aularad.htm. Acesso em: 15 de jul de2021.

Os objetos ao nosso redor em geral emitem energia radiante de baixa frequência. O comprimento de onda λ relaciona-se com a frequência de radiação *f* como mostra a eq.(11), na qual *v* é a velocidade da luz no meio. A frequência da radiação emitida por um objeto é diretamente proporcional à temperatura do emissor, conforme apresenta o espectro de radiação na Figura 14.

$$\lambda = \frac{v}{f} \qquad (11)$$

Figura 14 – Espectro da radiação em função da frequência



Fonte: HEWITT, 2015

A energia radiante emitida por um corpo é dada pela Lei de Stefan- Boltzmann, conforme eq. (12). Uma superfície vai emitir radiação a uma taxa proporcional a sua área A, e essa taxa irá aumentar com o aumento da temperatura. A taxa de transferência *H* dependente de *e* chamada de emissividade, uma grandeza que depende da composição da superfície. Para um corpo chamado de radiador ideal ou corpo negro, a taxa na qual a energia é liberada pode ser calculada pela mesma equação, sendo 1 (um) a emissividade do corpo ideal.

$$H = Ae\sigma T^4 \qquad (12)$$

σ é a constante de Stefan Boltzmann, que equivale $\sigma = 5{,}670400(40)x\ 10^{-8}$ W/m^2.K^4.

2.4.3.1 Absorção e reflexão

Pensando no exemplo da churrasqueira (página 33) é interessante observar que ela emite radiação térmica e você que está próximo absorve essa radiação. Como já visto, todos os corpos acima da temperatura do zero absoluto emitem radiação, assim você também irradia energia para o ambiente enquanto está absorvendo radiação.

Um corpo de temperatura *T*, imerso em um ambiente de temperatura T_s, estarão em equilíbrio térmico com o ambiente quando $T = T_s$, assim a taxa de emissão de radiação é igual a taxa de absorção entre o corpo e o ambiente. Quando estas temperaturas forem diferentes a taxa de radiação resultante será dada pela equação 13

$$H_{total} = Ae\sigma T^4 - Ae\sigma T_s^4 = Ae\sigma(T^4 - T_s^4) \qquad (13)$$

Alguns corpos que absorvem bem o calor são também, bons emissores de calor. A emissividade *e* desses corpos está relacionada com a natureza do material e pode variar de 0 a 1, a tabela 3 apresenta a emissividade de alguns materiais.

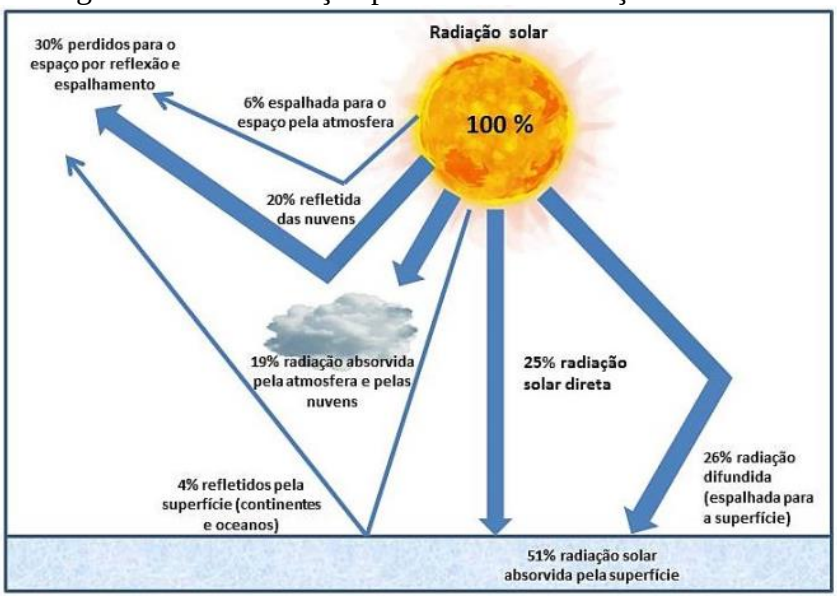
Tabela 1 – Emissividade para alguns materiais a uma temperatura de 300 K

Descrição/composição	**Emissividade *e***
Aço inoxidável/típico polido	0,17
Alumínio – altamente polido, película	0,04
Água	0,96
Areia	0,90
Concreto	0,88 – 0,93
Janela de vidro	0,90 – 0,95
Papel branco	0,90 – 0,97
Pavimentação de asfalto	0,85 – 0,93
Rochas	0,88 – 0,95
Solo	0,93 – 0,96
Tecido	0,75 – 0,90
Tintas – pretas	0,98
Tintas – brancas acrílica	0,90
Tintas – branca óxido de zinco	0,92
Vegetação	0,92 – 0,96

Fonte: INCROPERA et al, 2008

Conforme já observado alguns materiais tem propriedades de serem bons absorvedores ou bons refletores, assim parte da radiação proveniente do Sol que consegue atravessar a atmosfera é absorvida, refletida ou espalhada pela superfície da Terra, a Figura 15 apresenta o balanço da radiação solar que incidente sobre a Terra.

Figura 15 – Distribuição percentual da radiação incidente



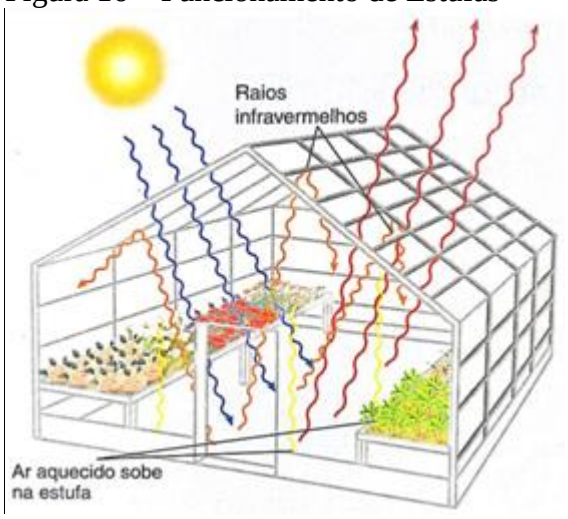
Fonte: SOUZA, 2020

A percepção de cor está relacionada à reflexão ou absorção da parte visível de irradiação que incide sobre a superfície, sendo esta irradiação proveniente do Sol ou de uma fonte luminosa. Assim uma camiseta azul, irá aparecer azul, pois contém um pigmento que absorver todas as outras cores provenientes da luz incidente. Da mesma forma um objeto aparece preto quando absorve toda a radiação incidente e branco quando reflete essa radiação. Objetos escuros tendem a aquecer com mais facilidade quando recebem radiação solar ou fonte de luz artificial.

2.5 EFEITO ESTUFA

Ao entrar no carro após deixá-lo algumas horas no sol com os vidros fechados, você certamente irá sentir um pouco de dificuldade de ficar em seu interior, pois, geralmente, ele estará com uma temperatura muito maior que o exterior. De funcionamento similar ao que acontece dentro do carro, temos as estufas para cultivo de flores, hortaliças ou outras culturas. Estes dois são exemplos de efeito estufa, conforme ilustrado na Figura 16.

Figura 16 – Funcionamento de Estufas



Fonte: MARTINI et al., 2016

Ao atravessarem o vidro do carro, as ondas da radiação solar aquecem o interior do automóvel. Esse produz radiação térmica de ondas longas que tentam atravessar o vidro, como o vidro não é transparente a este tipo de radiação, ocorre a reflexão fazendo com que elas retornem para o interior do veículo, alimentando o processo de aquecimento interno. O mesmo processo acontece nas estufas que onde suas paredes e teto são feitos de vidro ou plástico transparente.

Na Terra o efeito estufa acontece da mesma forma: a radiação solar atravessa a atmosfera e aquece a superfície terrestre. Parte desta energia é irradiada novamente, porém a atmosfera que funciona como os vidros do carro, não deixa parte desta radiação atravessar fazendo-a retornar a Terra. A atmosfera é composta por gases como vapor d'água, dióxido de carbono e gases do efeito estufa. Esta barreira feita pela atmosfera e seus gases é importante para o aquecimento da Terra, cientistas estimam que caso não fosse este processo a temperatura terrestre chegaria a -18ºC.

Um dos gases que contribui para o efeito estufa na Terra é o dióxido de carbono (CO_2). Nos últimos anos tem observado um aumento nos níveis de CO_2 e outros gases do efeito estufa na atmosfera terrestre, devido ao consumo de combustíveis fósseis, queimadas, desmatamentos e outras atividades que emitem tais gases, causando um desequilíbrio neste balanço entre as radiações emitidas e absorvidas, deixando a Terra mais quente.

Com o fenômeno do aquecimento global, o clima sofre alterações ocasionando o derretimento das calotas polares afetando ilhas e cidades litorâneas, e aumentando a ocorrência "de eventos extremos climáticos (tempestades tropicais, inundações, ondas de

calor, seca, nevascas, furacões, tornados e tsunamis) com graves consequências para populações humanas e ecossistemas naturais, podendo ocasionar a extinção de espécies de animais e de plantas.” (WWF-Brasil, 2021).

2.6 ENERGIA SOLAR

Como já apresentado aqui, a energia vinda do Sol é de extrema importância para o aquecimento da Terra, porém, além disso,

> Essa energia alimenta todos os processos térmicos, dinâmicos e químicos, sejam eles naturais ou artificialmente desenvolvidos, com aplicação do conhecimento científico e tecnológico produzido pela sociedade. Dentre os processos naturais, a fotossíntese (produção de biomassa), o ciclo hidrológico (evaporação/precipitação), a dinâmica da atmosfera e oceanos (ventos e correntes oceânicas) são exemplos com os quais estamos interagindo de forma rotineira. (PEREIRA et al, 2017)

Sendo importante em tantos processos, torna-se necessário o aproveitamento do sol com fonte energia, porém o crescente consumo de energia acaba “sendo atendido em grande parte por uma ampliação das fontes térmicas não renováveis (como óleo, carvão e gás natural) em um processo de carbonização na matriz elétrica brasileira”. (PEREIRA et al, 2017).

Apesar das hidrelétricas terem sua participação importante na matriz energética brasileira os períodos de seca e estiagem, acabam fazendo com que indústrias de geração de energia de combustíveis fósseis sejam ativadas ou aumentem suas capacidades.

Desta forma utilização da energia solar através de energia térmica ou energia elétrica (painéis fotovoltaicos), torna-se uma alternativa viável e interessante, pois a energia solar é um recurso abundante. Em várias partes do Brasil a incidência solar é bastante intensa em todas as épocas do ano.

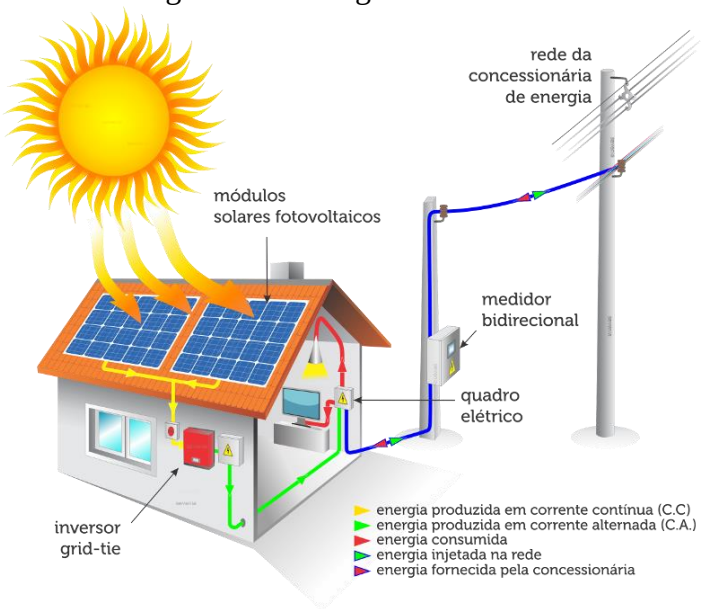
A energia solar térmica para aquecimento de água é “atualmente, a aplicação mais difundida no Brasil, principalmente em substituição a sistemas de aquecimento elétrico (chuveiros) ou a gás.” (PEREIRA et al, 2017).

Apesar do aquecimento de água se um dos processos mais conhecidos para o aproveitamento da energia solar térmica

> O número de aplicações da energia solar é muito abrangente se forem considerados todos os níveis de temperatura e demandas de energia. Essas aplicações vão desde processos agropecuários, passando pela cocção de alimentos, a dessalinização de água, uma ampla gama de processos industriais e até mesmo a refrigeração e climatização. (PEREIRA et al, 2017).

Quando se trata de energia elétrica, as placas fotovoltaicas são capazes de transformar a energia solar energia elétrica. A Figura 17 apresenta um modelo desta tecnologia em uso residencial. Segundo PEREIRA et al (2017) “o aproveitamento do recurso solar no Brasil se apresenta como uma excelente opção para complementação de fontes convencionais de energia já consolidadas como as hidroelétricas”.

Figura 17 – Energia fotovoltaica



Fonte: Disponível em: https://futuresolar.com.br/como-funciona-o-sistema-de-energia-solar-fotovoltaico/. Acesso: 05 de jul.2021.

2.6.1 Aquecedor solar

A utilização do Sol faz parte da evolução humana, sendo utilizado primeiramente para conforto térmico e produção de alimentos, evoluindo para a energia térmica solar e com os avanços tecnológicos é possível utilizá-lo em distintas áreas (PEREIRA, et al, 2017).

Os aquecedores solares para uso doméstico são bastante difundidos no Brasil, certamente porque o sistema de conversão de energia solar em energia térmica é bastante simples, esta tecnologia é

> [...] amplamente disponível no mercado brasileiro, com diversos fornecedores e fabricantes, além da viabilidade econômica facilmente atingida em bons projetos. Incentivos governamentais são indutores do uso em larga escala de sistemas de aquecimento solar residencial. Entre eles podem ser destacados: isenção de impostos, obrigatoriedade de uso em determinadas situações, oferta gratuita de equipamentos através de programas de eficiência energética da ANEEL e programas de moradias de interesse social como o Minha Casa Minha Vida. (PEREIRA, et al, 2017).

É possível encontrar em pesquisas na internet, vários modelos de aquecedores solares caseiros, incluindo projetos que utilizam produtos recicláveis. A confecção de aquecedores solares com garrafas PET e caixas Tetra Pak é muito comum, estes projetos propiciam “mais conforto, dignidade, qualidade de vida e economia de energia elétrica às pessoas com menor poder aquisitivo.” (CELESC, 2009).

Atualmente existem diferentes tecnologias que possibilitam a construção de vários modelos de aquecedores solares, buscando maior rendimento e eficiência destes aparelhos. Estes sistemas são compostos basicamente por coletores solares (placas) e reservatório térmico (boiler). A Figura 18 apresenta alguns modelos aquecedores.

Figura 18 – Aquecedores solares

(a) Aquecedor solar a vácuo

(b) Aquecedor feito de garrafa PET e caixa Tetra Pak

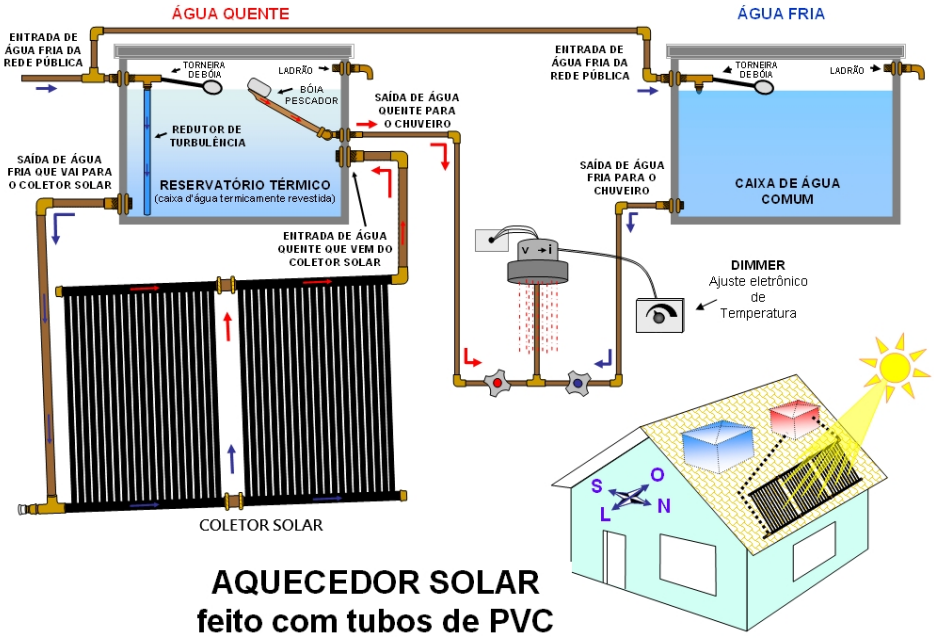
(c) Aquecedor tradicional

Fonte: (a) Disponível em:https://www.ubersol.com.br/; (b) DAMASIO e STEFFANI, 2007; (c) https://www.soletrol.com.br/produtos/compactos/. Acesso em: 12 de jul. de 2021.

O funcionamento de um aquecedor é simples. A radiação solar incide no coletor solar, geralmente confeccionado de um material preto ou pintado de preto, a energia solar é absorvida e transferida para a água que está nos canos, aquecendo a água. A água mais quente do coletor fica menos densa do que a água fria que está no reservatório térmico, então por convecção, ela subirá para o reservatório, consequentemente a água mais fria desce para o

reservatório, formando assim um ciclo. Dentro do reservatório também por convecção a água quente (menos densa) se separa da água fria (mais fria), através da boia pescador a água mais quente é captada para uso. A Figura 19 ilustra o esquema do funcionamento um pouco mais detalhado.

Figura 19 – Esquema de um aquecedor solar



Fonte: Disponível em: https://www.sempresustentavel.com.br/solar/aquecedor/aquecedor-solar.jpg. Acesso em: 02 de jun de 2021.

PEREIRA et al. (2017) destaca que o aquecimento solar

> configura-se como uma das melhores alternativas para aquecimento doméstico de água, tanto do ponto de vista econômico, como na melhoria da eficiência do uso de energia. O maior problema no uso em larga escala de sistemas de aquecimento solar no Brasil está associado a dois fatores principais: a falta de conscientização da população e o investimento inicial relativamente elevado quando comparado ao equipamento mais usado, o chuveiro elétrico. (PEREIRA, et al, 2017).

Repensar as atitudes e mudar hábitos em relação ao uso consciente e sustentável da energia contribui para minimizar danos ao meio ambiente, construir uma sociedade mais igual, e possibilita ter um futuro mais estável com maior segurança energética e menos surpresas negativas como apagões, enchentes, furacões e impactos na economia.

3 SEQUÊNCIAS DIDÁTICA

Nesta seção são apresentadas três sequências didáticas, com objetivo de orientar e sugerir aos professores propostas de aulas, com vídeos, experimentos, questionamentos e abordagens sobre possíveis temas que podem ser trabalhados a partir da implementação de um aquecedor solar caseiro.

3.1 SEQUÊNCIA DIDÁTICA - TEMPERATURA E CALOR

Sequência Didática Temperatura e Calor
Disciplina: Ciências e Física
Séries: 7º, 8º e 9º anos Ensino Fundamental e 2º ano Ensino Médio
Duração: 2 h/aula

CONTEÚDOS:

- Temperatura;
- Termômetro e suas aplicações;
- Escalas termométricas,
- Calor;

HABILIDADES E OBJETIVOS:

- (EF07CI02) Diferenciar temperatura, calor e sensação térmica nas diferentes situações de equilíbrio termodinâmico cotidianas;
- (EF07CI04) Avaliar o papel do equilíbrio termodinâmico para a manutenção da vida na Terra, para o funcionamento de máquinas térmicas e em outras situações cotidianas;
- Conhecer algumas escalas termométricas, reconhecer qual escala é utilizada no Brasil;

DESCRIÇÃO DA AULA:

1º Momento - Problematização:

Para dar início a aula, sugerir a leitura da notícia abaixo, em seguida realizar uma discussão a respeito da reportagem. É importante provocar um ambiente onde todos possam se posicionar e contribuir com suas opiniões.

Figura 20 – Eficácia da medida da temperatura no controle do coronavírus

Fonte: https://saude.abril.com.br/medicina/medir-a-temperatura-para-detectar-o-coronavirus-e-eficaz/. Acesso: 09 de jun 2021.

2º Momento – Realizar uma sondagem inicial, fazendo as perguntas abaixo:

QUESTIONÁRIO 1	
1) O que você entende por temperatura?	
2) O que é calor?	
3) Como funciona o termômetro e para que serve?	

3º Momento – Realizada a sondagem com as questões do questionário 1, iniciar uma discussão dos conteúdos: temperatura, termômetro e suas aplicações, escalas termométricas e calor.

Sugere-se ao professor a consulta no material de apoio "A física do aquecedor solar", no item 2.

RECURSOS:

- Quadro e pincel;
- Projetor multimídia;

AVALIAÇÃO

Ao final das aulas será realizada uma socialização dos conteúdos trabalhados, novos questionamentos serão realizados, com a intenção de verificar se aconteceu a aprendizagem, é importante salientar que a avaliação é diagnóstica, progressiva e qualitativa, estando presente em todos os momentos do processo.

3.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA – TRANSFERÊNCIA DE CALOR

Sequência Didática Transferência de Calor
Disciplina: Ciências e física (Ensino fundamental e médio)
Séries: 7º, 8º e 9º anos Ensino Fundamental e 2º ano Ensino Médio
Duração: 4 h/aula

CONTEÚDOS:

- Transferência do calor: condução, convecção e radiação;
- Efeito Estufa;
- Absorção de calor através de diferentes cores;
- Energia solar.

HABILIDADES E OBJETIVOS:

- (EF07CI03) Utilizar o conhecimento das formas de propagação do calor para justificar a utilização de determinados materiais (condutores e isolantes) na vida cotidiana, explicar o princípio de funcionamento de alguns equipamentos (garrafa térmica, coletor solar etc.) e/ou construir soluções tecnológicas a partir desse conhecimento;
- (EF07CI13) Descrever o mecanismo natural do efeito estufa, seu papel fundamental para o desenvolvimento da vida na Terra, discutir as ações humanas responsáveis pelo seu aumento artificial (queima dos combustíveis fósseis, desmatamento, queimadas etc.) e selecionar e implementar propostas para a reversão ou controle desse quadro.
- (EF07CI04) Avaliar o papel do equilíbrio termodinâmico para a manutenção da vida na Terra, para o funcionamento de máquinas térmicas e em outras situações cotidianas;
- Relacionar as formas de transmissão de calor a alguns fenômenos de aquecimento e resfriamento de observação cotidiana.
- (EM13CNT309) Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual com relação aos recursos fósseis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.

DESCRIÇÃO DA AULA:

1º Momento - PROBLEMATIZAÇÃO:

Para iniciar a aula realiza-se o Experimento 1.

EXPERIMENTO - 1

Material

1 – vasilha transparente;

1 – copo com água bem gelada,

1 – corante azul;

1 – copo com água bem quente;

1 - corante amarelo;

1 – termômetro;

2 – copos descartáveis com furo embaixo;

2 – prendedores de roupa.

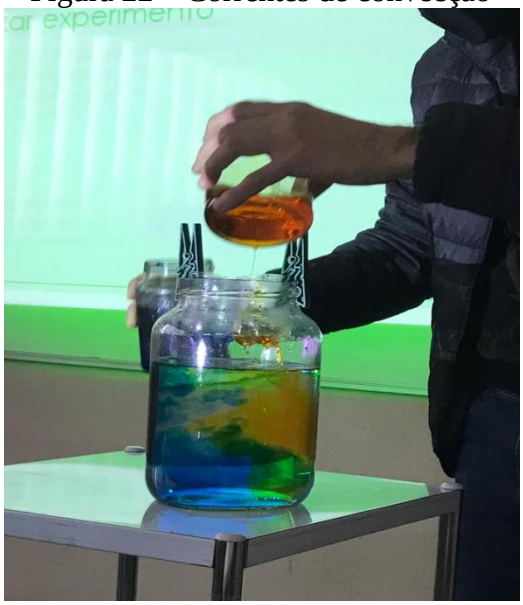
Descrevendo o experimento:

- Na vasilha transparente coloque água em temperatura ambiente.
- Fixe os copos descartáveis nos cantos da vasilha transparente com o prendedor.
- Em um copo coloque água bem gelada de preferência use umas pedras de gelo e misture corante azul, em outro recipiente coloque água quente e misture o corante vermelho.
- Meça a temperatura das águas.
- Devagar, despeje as águas com corante uma em cada copo descartável.

Figura 21 – Preparação para o experimento 1

Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 22 – Correntes de convecção



Fonte: Elaborada pelo autor

2º Momento –

Após realizado o Experimento – 1, faça os seguintes questionamentos aos alunos.

QUESTIONÁRIO 2	
1) Que você observou?	
2) Por que o líquido azul foi para a parte debaixo do recipiente e amarelo ficou na parte de cima?	

3º Momento –

Neste momento é importante iniciar a discussão sobre os tipos de transferência de calor, citar cada um deles e destacar suas características principais. Para tal discussão o professor pode utilizar o Material de Apoio ao Professor. Quando o professor falar sobre convecção discutir o Experimento – 1.

4º Momento –

EXPERIMENTO - 2

Material

1 – garrafa pet transparente;

1 – garrafa Pet pintada de branca fosco;

1 – garrafa Pet pintada preta fosco;

1 – termômetro;

Figura 23 – Radiação Solar

Fonte: Elaborada pelo autor

Descrevendo o experimento:

- Encha as três garrafas com água;
- Coloque-as em um ambiente aberto, com a incidência de luz solar;
- Durante o dia meça as temperaturas de cada uma delas conforme tabela a seguir:

Tabela – Temperatura das garrafas

HORÁRIO	GARRAFAS		
	Transparente	Branca	Preta
10h00min			
13h30min			
15h15min			

Fonte: Elaborada pelo autor

5º Momento –

Antes de apresentar os dados coletados são realizadas as seguintes perguntas aos adolescentes:

QUESTIONÁRIO 3	
1) Qual das garrafas apresentará temperatura mais elevada?	
2) Por que você escolheu esta garrafa?	
3) Qual a importância do sol no nosso dia a dia? Explique.	

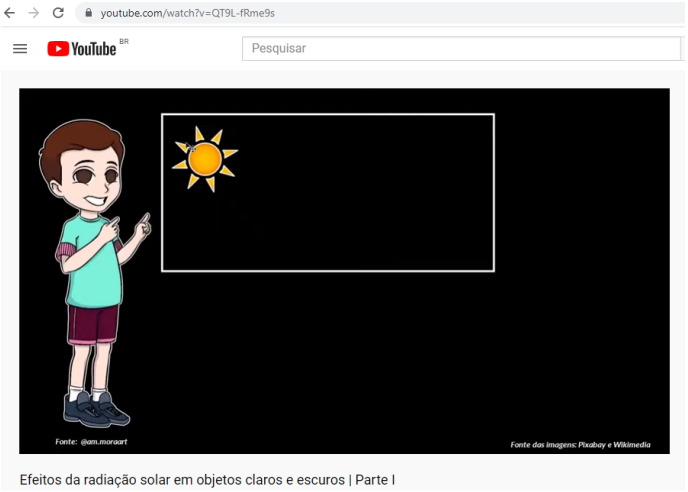
6º Momento –

Em seguida apresentam-se os dados coletados e discutem-se as questões levantadas acima, dando ênfase para:

- O processo de radiação;
- A relação de absorção de calor através das cores;
- Utilização do sol como fonte de energia, neste momento cabe citar o aquecedor solar como um exemplo da utilização da radiação solar
- Discutir sobre o Efeito estufa.

Para as discussões do temas mencionados serão utilizados o Material de Apoio ao Professor disponível no item 2 deste material, e os vídeos abaixo.

Figura 24 – Efeitos da radiação solar em objetos claros e escuros



Acesse o vídeo!

Fonte:https://www.youtube.com/watch?v=QT9L-fRme9s. Acesso: 06 de jun 2021.

Figura 25 – Vídeo sobre Efeito Estufa

Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=EZgSUdfMJ6c. Acesso: 09 de jun 2021.

RECURSOS:

- Quadro e pincel;
- Projetor multimídia;
- Materiais para experimento;

AVALIAÇÃO

Ao final das aulas será realizada uma socialização dos conteúdos trabalhados, novos questionamentos serão realizados, com a intenção de verificar se aconteceu a aprendizagem, é importante salientar que a avaliação é diagnóstica, progressiva e qualitativa, estando presente em todos os momentos do processo.

3.3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA – AQUECEDOR SOLAR

Sequência Didática Aquecedor Solar

Disciplina: Ciências e Física

Séries: 7º, 8º e 9º anos Ensino Fundamental e 2º ano Ensino Médio

Duração: 2h/aula

CONTEÚDOS:

- Temperatura;
- Termômetro e suas aplicações;
- Escalas termométricas,
- Calor;
- Transferência do calor: condução, convecção e radiação;
- Efeito Estufa;
- Absorção de calor através de diferentes cores;
- Energia solar.

HABILIDADES E OBJETIVOS:

- Compreender se os conteúdos abordados nas aulas anteriores foram assimilados;
- Relacionar os conceitos e conteúdos discutidos com projeto do aquecedor solar caseiro.

DESCRIÇÃO DA AULA:

1º Momento - PROBLEMATIZAÇÃO:

Para iniciar sua aula, sugere-se ao professor que apresente aos estudantes o projeto do Aquecedor Solar Caseiro, montado no pátio da Unidade Escolar ou apresente um vídeo de um projeto de aquecedor solar. No item 4, deste Produto Educacional, encontra-se todos os passos para a montagem de um aquecedor solar caseiro, e no 3º momento desta aula é possível encontrar um vídeo que apresenta o funcionamento de um aquecedor solar.

zAPós a apresentação do funcionamento do aquecedor solar caseiro, sugere-se que o professor aplique com seus alunos o questionário 4.

QUESTIONÁRIO 4	
1) Você observou que a água que saiu no chuveiro estava quente, consegue identificar qual destes foi o processo de transferência de calor que aqueceu a água?	( ) a) Convecção ( ) b) Radiação ( ) c) Condução
2) Por que a mangueira utilizada no coletor solar é preta?	
3) Qual tipo de transferência de calor faz com que a água quente do coletor suba para o reservatório de água sem a necessidade de uma bomba?	( ) Convecção ( ) Radiação ( ) Condução
4) Por que as mangueiras do coletor solar foram cobertas com o plástico transparente?	( ) Para acontecer um processo semelhante ao efeito estufa. ( ) Para acontecer a condução do calor.
5) Você utilizaria um coletor solar em sua casa? Justifique.	

3º Momento –

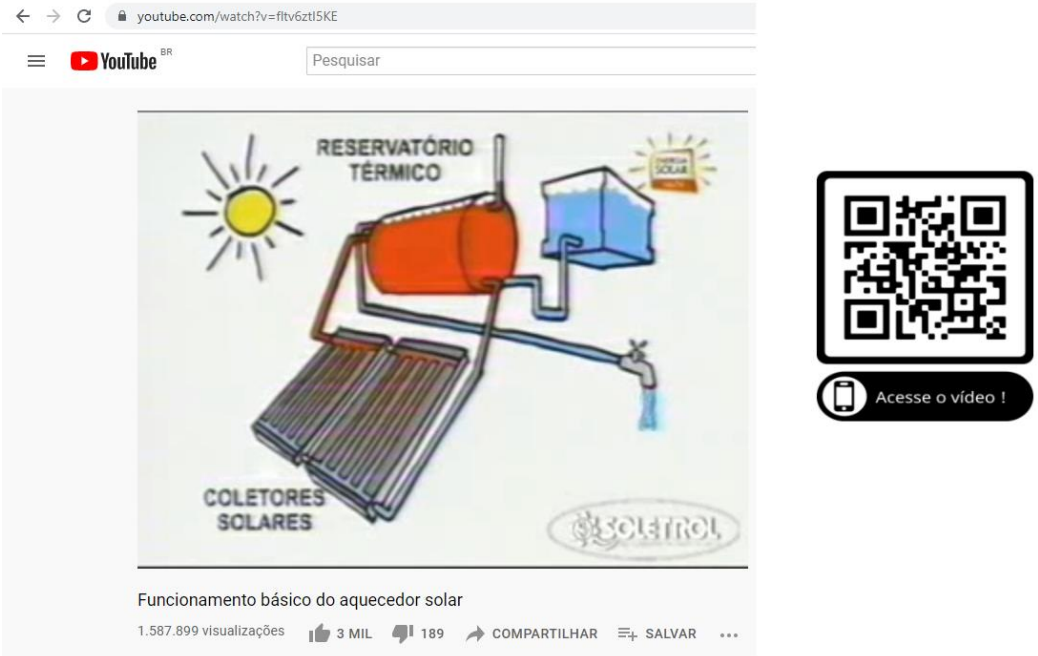
Após aplicado o Questionário – 4, iniciar uma discussão das questões abordadas, relacionando com os temas já estudados. Este é um momento importante para o professor dar significado aos conteúdos discutidos em aulas anteriores, já que com o aquecedor solar é possível discutir vários temas de física.

Assim, propõe-se que o professor enfatize os temas abaixo:

- Importância da luz solar;
- O processos de transferência de calor;
- O efeito estufa;
- Mostrar outros tipos de aquecedores;
- Destacar que estes aparelhos podem gerar economia na conta de energia de uma residência;

Para as abordagens acima, o professor pode utilizar o vídeo e o também retomar todo material já utilizado nas aulas anteriores deste produto educacional.

Figura 26 – Funcionamento do aquecedor solar



Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=fltv6ztI5KE. Acesso em: 07 de jun. 2021.

RECURSOS:

- Quadro e pincel;
- Projetor multimídia;
- Aquecedor solar caseiro;

AVALIAÇÃO

Ao final das aulas será realizada uma socialização dos conteúdos trabalhados, novos questionamentos serão realizados, com a intenção de verificar se aconteceu a aprendizagem, é importante salientar que a avaliação é diagnóstica, progressiva e qualitativa, estando presente em todos os momentos do processo.

4 MONTAGEM DO AQUECEDOR SOLAR CASEIRO

Apresenta-se a montagem do aquecedor com fotos da montagem e instruções.

4.1 MONTAGEM DO COLETOR SOLAR

Figura 27 – Coletor Solar

Fonte: Elaborada pelo autor

Materiais:

Descrição	Quantidade
Caixa de madeira com medidas 1,14m x 1,10m x 0,12m	01
Tintas spray preto fosco	03
Mangueira plástica preta ¾	40 m
Pregos para fixação da mangueira	1 kg
Plástico medindo 1,14m x 1,10m	01

Descrição da montagem

1º passo - Confeccionar uma caixa de madeira de comprimento 1,14m, largura 1,10m e altura de 0,12m.

2º passo – pintar a caixa de tinta preta fosco.

Figura 28 – Caixa para coletor

Fonte: Elaborada pelo autor

3º passo – fazer um furo para passagem da mangueira na lateral parte superior (1) e parte inferior (2) para a passagem da mangueira

4º passo – enrolar a mangueira em forma de espiral, para fixar use pregos.

Figura 29 – Fixação das mangueiras

Fonte: Elaborada pelo autor

4.2 MONTAGEM DO RESERVATÓRIO

Figura 30 – Reservatório

Fonte: Elaborada pelo autor

Materiais

Descrição	Quantidade
Bombona de 200 litros, com abertura na parte superior e tampa	01
Tubo de 75mm branco, medindo (redutor de turbulência)	70 cm
Flanges em PVC p/caixa d'água 25 mm, c/rosca interna	04
Torneira boia de 25 mm, c/tomada para mangueira	01
Torneira 1/2" Preta	01
Espigão de plástico com rosca externa 3/4	02
Cano PVC ¾ mm	1 m
Curva longa 90° roscável 3/4 PVC (pescador)	01
Luva soldável com rosca 25 mm	03
Braçadeira nylon ou arame (fixar boia e redutor de turbulência)	02
Fita veda rosca (rolo)	01
Cola de cano	01

Descrição da montagem

1º passo – Furar a bombona em quatro pontos como especificado na figura 31.

2º passo – Colocar os 4 flanges.

3º passo – Colocar a boia com redutor de turbulência.

4º passo – Colocar o pescador (para coletar água quente da parte de cima do reservatório).

5º passo – Instalar a torneira.

6º passo – Utilize um pedaço de cano PVC, uma luva e um espigão e ligue com a magueira para saída de água para o coletor, repita mesmo processo para retorno de água do coletor para reservatório.

7º passo – Para entrada de água da rede una um pedaço de cano PVC com uma luva e um espigão e ligue com a mangueira de água da rede.

Figura 31 – Medidas dos furos para colocar flanges

Fonte: Elaborada pelo autor

4.3 ESQUEMA COMPLETO

Esquema por fora

1 – Entrada de água da rede.

2 – Saída de água para coletor.

3 – Retorno de água do coletor solar.

4 – Saída da água quente para consumo.

Figura 32 – Aquecedor por fora

Fonte: Elaborada pelo autor

Esquema por dentro

1 – Entrada de água da rede (boia).

2 – Redutor de turbulência.

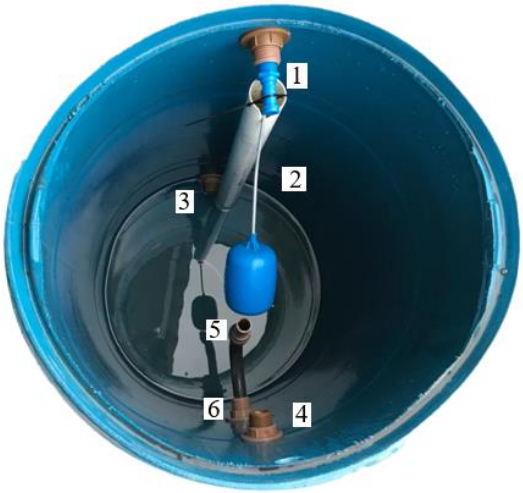
3 – Saída de água para coletor.

4 – Entrada de água quente do coletor.

5 – Pescador.

6 – Saída de água quente para consumo.

Figura 33 – Aquecedor por dentro



Fonte: Elaborada pelo autor

5 CONCLUSÃO

O presente produto apresenta-se como uma proposta de trabalho para professores de Ciências e Física, com o objetivo de inserir assuntos relacionados à termodinâmica de uma forma mais atraente e dinâmica, assim são sugeridas três sequências didáticas, a montagem de um aquecedor solar e assuntos de física relacionados ao tema.

Com abordagem utilizada espera-se que os estudantes construam uma aprendizagem significativa crítica, e que tais discussões possam contribuir para a formação pessoal e social deste aluno e que o material possa auxiliar no trabalho pedagógico do professor.

Cabe destacar que implementação de um aquecedor solar em uma unidade escolar ou instituição social pode contribuir significativamente para construção de conhecimento em diversas áreas possibilitando um trabalho interdisciplinar. Além disso contribui para a discussão de temas relevantes a toda a sociedade como efeito estufa, consumo consciente de energia, aquecimento global entre outros.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

CELESC. **Aquecedor solar composto de produtos descartáveis**: manual de construção e instalação. Florianópolis:Celesc, 2009. 41 p.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física:** Gravitação, Ondas e Termodinâmica. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. Trad. Trieste Freire Ricci. 12ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

INCROPERA, F. et al. **Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa**. 6ª Ed., , Rio de Janeiro: LTC RJ, 2008.

MARTINI, G. et al. **Conexões com a Física**: 2º ano Ensino médio. São Paulo: Moderna, 2016.

NUSSENSVEIG, H. M. **Curso de física básica** 2: fluidos, oscilações e ondas, calor. 4. ed. São Paulo: Blucher, 2005.

PEREIRA, E. B. et al. **Atlas brasileiro de energia solar**. 2. ed. São José dos Campos: INPE, 2017. Disponível em: http://labren.ccst.inpe.br/atlas_2017.html. Acesso em: 08 jul. 2021.

SOUZA, F. S. **Proposta de recursos educacionais abertos para apoiar o ensino de conceitos relacionados à transformação de energia solar em energia elétrica.** Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física). Universidade Federal de Santa Catarina. UFSC: Araranguá, 2020.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros**, volume 1: mecânica, oscilações e ondas, termodinâmica. Trad. Paulo Machado Mors. 6. ed. São Paulo: LTC, 2009.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. **FÍSICA II**: Termodinâmica e Ondas. Trad. Cláudia Santana Martins. 12ª ed. São Paulo: Addison Wesley, 2008.

WWF – BRASIL. **As mudanças climáticas.** Disponível em: https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/clima/mudancas_climaticas2/. Acesso em: 15 de jul de 2021.