

**ESTUDO DA CALORIMETRIA:  
Uso dos dispositivos térmicos acessíveis**

Jonyson Marcs Borges da Rocha

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora:  
Professora Claudia Adriana de Sousa Melo

Teresina-PI  
Outubro de 2018

ESTUDO DA CALORIMETRIA:  
Uso dos dispositivos térmicos acessíveis

Jonyson Marcs Borges da Rocha

Orientadora:  
Professora Claudia Adriana de Sousa Melo

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Física no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 04 de Outubro de 2018 por:

---

Dra. Cláudia Adriana de Sousa Melo (UFPI)

---

Dr. Francisco Ferreira Barbosa Filho (UFPI)

---

Dr. Marcos Antonio Tavares Lira (UFPI)

---

Dr. Alexandre Miranda Pires dos Anjos (UFPI)

---

Dr. Gladstone de Alencar Alves (UESPI)

Teresina-PI  
Outubro de 2018

R672e Rocha, Jonyson Marcs Borges da.

Estudo da Calorimetria: uso dos dispositivos térmicos acessíveis / Jonyson Marcs Borges da Rocha – Teresina: 2018.  
236 f.: Il. color

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí,  
Centro de Ciências da Natureza, Pós-graduação em Física, 2018.  
Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cláudia Adriana de Sousa Melo.

1. Física – Estudo e Ensino. 2. Energia Solar Térmica. 3.  
Calorimetria. I. Título.

CDD 530.7

Dedico esta dissertação a Deus, ao meu pai Antonio Batista, minha mãe Francisca Borges e a minha irmã Janiele Borges que jamais duvidaram do meu potencial

## **Agradecimentos**

Agradeço a Deus por ter me dado saúde física e mental pra realizar esse sonho.

Agradeço ao meu Pai e minha Mãe por todo o esforço em propiciar condições para o estudo.

Agradeço a minha namorada, Maria Luísa que sempre me motivou e me passou tranquilidade em todas as etapas.

A minha Orientadora professora Cláudia Adriana que foi essencial no aprimoramento do produto educacional e dissertação.

Agradeço aos grandes amigos que fiz no Mestrado Nacional Profissional para o Ensino de Física, uma família que espero não perder o contato.

Aos professores do Mestrado Nacional Profissional para o Ensino de Física por todas as atividades, críticas e elogios que foram de fundamental importância ao longo do mestrado.

Aos amigos que diretamente ou indiretamente me ajudaram para que esse sonho se tornasse realidade.

## RESUMO

O uso de materiais paradidáticos proporcionam aos professores uma fonte auxiliar no processo de ensino aprendizagem, na elaboração do manual didático foram analisados livros e artigos a fim de observar e constatar a ausência de textos relacionados à energia solar térmica. Com o intuito de suprir essa deficiência o trabalho aponta uma possibilidade na melhoria do ensino de física, na educação básica, através da contextualização entre as aplicações da energia solar térmica (equipamentos e conceitos) e os conteúdos de calorimetria relacionados. A fim de conscientizar os alunos da importância da utilização desse recurso energético e desenvolver um senso crítico em relação às fontes de energia utilizadas no país; Conhecer os benefícios da energia solar térmica através dos equipamentos utilizados e dessa maneira mostrar ao estudante os conceitos de física que possibilitam um melhor funcionamento desses dispositivos. Esse material foi fundamentado através dos conceitos dos humanistas Carl Rogers e George Kelly, a fim de ampliar o desenvolvimento cognitivo do estudante, oferecendo ao professor uma opção a mais de recurso didático a ser utilizado em sala de aula. No trabalho apresentamos um manual didático com informações referentes à energia solar, modelos de fogão solar e a construção de um forno solar e um secador solar caseiro para que desta maneira os objetivos propostos fossem alcançados através dos questionários e atividades propostas no produto educacional onde ficou demonstrada através das atividades a importância do professor mostrar ao discente a relação da Física com o ambiente escolar, chamada por Carl Rogers como aprendizagem significativa.

Palavras-chave: Ensino de Física, Energia Solar Térmica, Calorimetria.

Teresina - PI  
Outubro de 2018

## **ABSTRACT**

The use of paradidate materials provides teachers with an auxiliary source in the learning process, in the elaboration of the didactic manual, books and articles were analyzed in order to observe and verify the absence of texts related to solar thermal energy. In order to overcome this deficiency, the work points out a possibility in the improvement of physical education, in basic education, through the contextualization between the applications of solar thermal energy (equipment and concepts) and related calorimetry contents. In order to make students aware of the importance of using this energy resource and develop a critical sense of the energy sources used in the country; Know the benefits of solar thermal energy through the equipment used and in this way to show the student the concepts of physics that enable a better functioning of these devices. This material was based on the concepts of humanists Carl Rogers and George Kelly in order to broaden the cognitive development of the student, offering the teacher a choice of didactic resource to be used in the classroom. In the work we present a didactic manual with information about solar energy, models of solar cooker and the construction of a solar oven and a homemade solar dryer so that the proposed objectives could be reached through the questionnaires and activities proposed in the educational product where it was demonstrated through the activities the importance of the teacher to show the student the relation of Physics to the school environment, called by Carl Rogers as significant learning.

Key words: Physics Teaching, Thermal Solar Energy, Calorimetry

Teresina - PI  
October 2018

## Lista de Figuras

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| Figura 01 | Esquema de um secador solar .....   | 24 |
| Figura 02 | Espectro Eletromagnético .....  | 26 |
| Figura 03 | Mudança de Fase.....  | 27 |
| Figura 04 | vista interna e externa do CEEP Premen Norte .....                            | 32 |
| Figura 05 | Trecho retirado do produto educacional .....                                  | 36 |
| Figura 06 | Ilustrações encontradas no produto educacional .....                          | 37 |
| Figura 07 | Trecho retirado do produto educacional indicando a montagem experimental..... | 37 |
| Figura 08 | Aplicação do questionário pré teste .....                                     | 38 |
| Figura 09 | Resposta do aluno A retirado do questionário pré teste.....                   | 40 |
| Figura 10 | Resposta do aluno B retirado do questionário pré teste .....                  | 40 |
| Figura 11 | Resposta do aluno C retirado do questionário pré teste .....                  | 41 |
| Figura 12 | Resposta do aluno D retirado do questionário pré teste.....                   | 44 |
| Figura 13 | Resposta do aluno E retirado do questionário pré teste .....                  | 44 |
| Figura 14 | Aplicação do produto educacional .....  | 45 |
| Figura 15 | Alunos realizando as atividades propostas pelo guia educacional.....          | 46 |
| Figura 16 | Divisão de Tarefas na Montagem do forno solar .....                           | 46 |
| Figura 17 | Grupos na Montagem do forno solar .....                                       | 47 |
| Figura 18 | Divisão de Tarefas na Montagem do secador solar .....                         | 48 |
| Figura 19 | Grupos na Montagem do secador solar.....                                      | 49 |
| Figura 20 | Dispositivos montados pelos grupos.....                                       | 49 |
| Figura 21 | Resposta do aluno F retirado do questionário pós teste .....                  | 50 |
| Figura 22 | Resposta do aluno G retirado do questionário pós teste .....                  | 50 |
| Figura 23 | Resposta do aluno H retirado do questionário pós teste .....                  | 51 |
| Figura 24 | Resposta do aluno I retirado do questionário pós teste .....                  | 51 |
| Figura 25 | Resposta do aluno J retirado do questionário pós teste.....                   | 52 |
| Figura 26 | Resposta do aluno K retirado do questionário pós teste .....                  | 52 |
| Figura 27 | Resposta do aluno L retirado do questionário pós teste.....                   | 54 |

## **Lista de Tabelas**

|   |    |
|---|----|
| Tabela 01. Coeficientes de condutibilidade térmica de diferentes materiais..... | 23 |
|---|----|

## Lista de Gráficos

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Gráfico 01 | Conhecimento dos estudantes sobre energia renovável .....   | 38 |
| Gráfico 02 | Análise sobre o interesse pela disciplina com aplicações práticas da teoria.<br>.....                     | 39 |
| Gráfico 03 | Análise a respeito do conhecimento dos estudantes sobre o benefício das fontes de energia renovável ..... | 42 |
| Gráfico 04 | Fonte principal de geração de energia no Brasil .....   | 42 |
| Gráfico 05 | Análise do guia educacional.....  | 53 |
| Gráfico 06 | Assuntos que poderiam ser associados as fontes de energias renováveis.....                                | 15 |

# Sumário

Introdução

|   |     |
|---|-----|
| <b>Capítulo 1 Fundamentação Teórica</b> .....   | 15  |
| 1.1 A prática experimental no processo de ensino e aprendizagem.....                  | 15  |
| 1.2 O ensino de física e a aprendizagem significativa de Carl Rogers.....             | 16  |
| 1.3 Os construtos pessoais de George Kelly.....                                       | 18  |
| <b>Capítulo 2 A energia solar térmica e os processos de propagação do calor</b> ..... | 21  |
| 2.1 Condução Térmica.....   | 22  |
| 2.2 Convecção Térmica .....   | 23  |
| 2.3 Radiação Térmica .....  | 25  |
| 2.4 Calor Sensível.....   | 26  |
| 2.5 Calor Latente .....   | 27  |
| 2.6 Escalas Termométricas .....   | 28  |
| <b>Capítulo 3 Metodologia</b> .....   | 29  |
| 3.1 Procedimentos da Pesquisa.....  | 29  |
| 3.2 Local de Pesquisa .....   | 31  |
| 3.3 Sujeitos da Pesquisa .....  | 33  |
| 3.4 Período de Execução .....   | 33  |
| 3.5 Material.....   | 33  |
| 3.6 Procedimentos .....   | 34  |
| 3.7 Procedimentos para a Análise de Dados.....  | 35  |
| 3.8 Interpretação de Dados .....  | 35  |
| 3.9 Planejamento do Produto.....  | 35  |
| <b>Capítulo 4 Resultados e Discussão</b> .....  | 38  |
| 4.1 Análise de Dados (Questionário Pré Teste).....                                    | 38  |
| 4.2 Aplicação do Produto Educacional.....   | 45  |
| 4.3 Análise de Dados (Questionário Pós Teste) .....                                   | 50  |
| <b>Capítulo 5 Considerações Finais</b> .....  | 57  |
| <b>Referências Bibliográficas</b> .....   | 58  |
| Apêndice A Termo de consentimento .....   | 61  |
| Apêndice B Questionário Pré-Teste .....   | 62  |
| Apêndice C Questionário Pós-Teste.....  | 64  |
| Apêndice D Produto Educacional.....   | 66  |
| Anexo A Apresentação do Forno Solar na XIII SEMAFIS .....                             | 135 |
| Anexo B Apresentação do Desidratador Solar no WORKSHOP PIAUI SOLAR.                   | 136 |

## Introdução

Educação e consciência ambiental são temas que devem estar associados, pois inevitavelmente o sucesso de uma acaba influenciando no sucesso da outra. Assim, nesta dissertação, o desafio foi desenvolver um guia educacional, relacionando conteúdos de calorimetria através de atividades direcionadas ao aproveitamento da energia solar. Dessa maneira, desenvolveu-se um manual contendo práticas experimentais, informações relevantes a respeito do Sol, exercícios e diferentes dispositivos térmicos.

Durante o ensino médio, os maiores temores dos estudantes estão relacionados com as disciplinas de exatas. Isso ocorre por diversos fatores, dentre eles destaca-se uma deficiente abordagem inicial na apresentação dessas disciplinas. Na Física, um dos principais problemas em relação à aprendizagem, se dá na falta de ligação entre o que é estudado em sala de aula e como observar determinado estudo na vida cotidiana do aluno. Algumas estratégias utilizadas por professores no ambiente escolar como, por exemplo, a memorização de fórmulas, questões sem multidisciplinaridade e cálculos em excesso são fatores que distanciam o aluno das disciplinas de exatas e da Física, particularmente.

Procurando estimular o estudante pela disciplina em questão, a elaboração deste material educacional, seguindo as diretrizes propostas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), pode promover o desenvolvimento do pensamento científico, a partir das habilidades desenvolvidas nas aulas experimentais cuja finalidade é o ensino de física com base nos estudos de energia solar térmica, apresentando a Física no ensino médio, conteúdos relacionados como os processos de propagação do calor e calorimetria.

O produto educacional foi distribuído em sala de aula e as atividades realizadas consistiram na montagem de um pequeno forno solar, utilizando caixas de pizza e a montagem de um secador solar, utilizando uma pequena caixa de isopor e outros materiais, de fácil acesso.

Essa dissertação foi dividida em quatro sessões. Na primeira sessão, apresentou-se parte das ideias de dois teóricos humanistas, George Kelly e sua psicologia dos construtos pessoais e Carl Rogers com sua aprendizagem significativa.

Esses teóricos enfatizam a grande importância do estudante no processo de aprendizagem, usando termos como homem-cientista e cliente.

Na segunda sessão, é discutida uma breve revisão sobre os processos de transmissão de calor, bem com temas específicos de calorimetria, como: quantidade de calor sensível e quantidade de calor latente, temas que são apresentados no produto educacional e podem ser observados através da montagem e execução do forno solar e do secador solar. Além de textos informativos relacionados ao Sol e os diferentes fogões solares.

A terceira sessão apresenta a metodologia utilizada e de que forma deu-se a elaboração e execução do projeto, ressaltando que a atividade proposta teve como público alvo, estudantes do segundo ano profissionalizante, do ensino médio, da escola estadual João Mendes Olimpo de Melo, PREMEN – NORTE.

Na quarta sessão é apresentada a análise e discussão dos questionários pré teste e pós teste e a realização da atividade a qual consistiu na leitura do guia educacional e montagem dos experimentos solicitados, bem como, a repercussão por parte dos estudantes e análise crítica em relação ao material distribuído e a eficácia atingida do material aos conteúdos relacionados.

Nas considerações finais é explanada uma conclusão a respeito do levantamento e análise dos resultados coletados através da execução da atividade e das respostas dos estudantes advindas dos questionários pré-teste e pós-teste.

### **Objetivos Gerais**

- ✓ Contextualizar os conteúdos de calorimetria através da produção de dispositivos térmicos, nos quais se verifica a transferência de calor.

### **Objetivos Específicos**

- ✓ Promover a compreensão da propagação do calor utilizando materiais alternativos.
- ✓ Comparar os modelos de fogão solar.
- ✓ Construir um secador solar de acordo com a descrição no produto educacional.
- ✓ Observar os conceitos do efeito estufa a partir do forno solar.
- ✓ Montar um forno solar e observar as variações de temperatura correspondentes.

- ✓ Produzir dispositivos a partir de um texto paradigmático sobre trocas de calor.

# Capítulo 1. Fundamentação Teórica

## *1.1 A prática experimental no processo de ensino e aprendizagem*

Para o professor, a utilização de práticas experimentais no ambiente escolar, torna-se um meio facilitador no processo de aprendizagem do estudante, pois desenvolvem habilidades, conceitos e torna o aluno ativo na sala de aula. Segundo Magill (2000), o estudante tira grandes vantagens na realização de experiências práticas, visto que as mesmas promovem a variabilidade do movimento e do contexto que está na capacidade crescente de desempenhar a habilidade em situações de teste futuros. Para Carvalho (2014), a utilização de experimentos, como ponto de partida para desenvolver a compreensão de conceitos, é uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem, mudar de atitude e começar a perceber sobre o seu objeto de estudo, relacionando este objeto com acontecimentos.

Reginaldo (2012) enfatiza a importância das atividades experimentais tanto na visão do professor, quanto na visão do estudante.

As práticas experimentais são muito importantes, os próprios professores percebem essa importância, e definem isso mostrando os fatores que determinam o porquê de utilizar tais práticas durante as aulas de Ciências. A experimentação é uma possibilidade de ensino que precisa ser aprendida desde a formação inicial, e também pode/deve ser trabalhada na formação continuada, pelo fato de que se o professor não sabe conduzir a aula desse modo, como fará para planejar e executar uma aula com experimentação? O problema pode estar na sua formação. (REGINALDO; SHEID; GÜLLICH. 2012 p. 10).

A prática experimental como recurso educacional a ser utilizado pelo professor no ambiente escolar, cria no estudante uma visão científica e multidisciplinar do objeto de ensino. Em seu artigo 35, incisos III e IV, a seção da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) que aborda sobre o ensino médio, ratifica a necessidade desse pensamento crítico do educando ao final do ensino médio.

III – o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;  
IV – a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina. (BRASIL, 1996).

Termos como: autonomia intelectual, pensamento crítico e compreensão são atingidos de forma eficaz, quando o profissional da educação insere em suas aulas atividades além do modelo tradicional.

## 1.2 O ensino de Física e a aprendizagem significativa de Carl Rogers

Carl Rogers entende que o aluno tem um papel ativo no ambiente escolar. Sua publicação de 1961-*Tornar se Pessoa* tinha, inicialmente, uma proposta voltada para psicoterapeutas. No entanto, devido ao grande reconhecimento nacional, Rogers percebeu que sua obra estava indo de encontro a vários públicos, dentre eles, professores e a juventude. Sua teoria propõe que o desabrochar do aluno se dá quando ocorre uma empatia com o professor o qual segundo Rogers, a empatia nasce quando o terapeuta (professor) possibilita ao cliente (estudante) uma confiança na relação. Isso facilita a compreensão, visto que tem um papel decisivo na concepção do aluno em formular conceitos, na autorrealização e no crescimento pessoal. Nessa perspectiva a abordagem rogeriana é entendida como sendo cognitiva, afetiva e psicomotora (MOREIRA, teorias de aprendizagem p.38).

Segundo Moreira (2015, p.140), a aprendizagem significativa ocorre quando a matéria de ensino é percebida pelo aluno como relevante para seus próprios objetivos. Conceito esse que pode ser reforçado pelo próprio Rogers ao citar, em seu livro *Tornar-se Pessoa*, a diferença percebida entre uma turma que abordava determinado problema em *workshops* ou cursos de extensão, em relação à turma que tinha um curso normal.

O modelo de ensino aplicado em muitas salas de aula é em grande parte tradicional, no qual o professor se coloca em uma posição de superioridade. Esta performance deixa o estudante apenas como uma peça passiva no processo de ensino-aprendizagem, tornando o aprender falho. Rogers define e enfatiza em seu livro *Tornar-se Pessoa* que após a aplicação de um questionário onde ele pedia para que os alunos exprimissem os seus sentimentos, e dá a seguinte opinião, depois de lê as respostas dadas:

Mas, para pessoas como nós que suportamos há muito tempo, o estilo magistral, o método autoritário, esse novo processo é incompreensível. Pessoas como nós estão condicionadas a ouvir o professor, tomar notas passivamente e decorar a bibliografia indicada para o exame. (ROGERS, CARL R. 2009, p. 23).

Uma das maneiras de desenvolver o senso crítico e científico do discente está na aprendizagem significativa. A proposta de Rogers coloca o estudante em uma posição ativa, e através de seus princípios, o aluno desenvolve uma maior percepção na relação entre teoria e a prática no seu cotidiano.

A teoria de Aprendizagem de Carl Rogers tem como base os “princípios de aprendizagem”. Nela Rogers define o aluno como cliente, por entender que o estudante é uma parte ativa no ambiente escolar. Destacam-se alguns princípios os quais podem ser relacionados com a atividade sugerida no produto educacional.

Rogers diz que “A aprendizagem significativa ocorre quando a matéria de ensino é percebida pelo aluno como relevante para seus próprios objetivos.”

Nesse princípio surge a célebre pergunta por parte dos alunos: “Professor, para que isso vai servir na minha vida?”. Diante desse questionamento, o professor deve nortear a disciplina de modo que tenha alguma relevância para o aluno fora do ambiente escolar. A partir disso, encaixamos o termo aprendizagem significativa já que essa aprendizagem é a que produz uma modificação no comportamento do aluno.

Neste trabalho, mostramos ao estudante a montagem de um forno solar, secador solar e um fogão solar, expondo uma possibilidade a fim de que se utilizem esses dispositivos na própria residência.

Relacionando o aspecto didático com o reforço de conceitos físicos como efeito estufa, condução, convecção e irradiação térmica, a aprendizagem indiscutivelmente torna se muito mais dinâmica.

Outro princípio de Carl Rogers enuncia que “A aprendizagem significativa é adquirida por meio de atos”.

A técnica que o professor utiliza para repassar a matéria tem um amplo impacto de como o estudante vai aprender. Este princípio no contexto da realidade de muitos professores da rede pública torna-se um desafio devido a falta de estrutura em grande parte das escolas. Todavia, nas atividades propostas no produto educacional, uma dessas ações apresentadas, nessa dissertação, foi a de colocar os alunos para montarem os experimentos por meio da utilização do guia educacional como suporte, visto que a prática experimental, em confronto com a teoria, aguça o interesse pela disciplina, sendo um facilitador na percepção e compreensão dos temas apresentados.

Um tema central deste trabalho é a inclusão do discente no processo de ensino aprendizagem, o que é citado por Carl Rogers, cuja teoria diz: “A aprendizagem significativa é facilitada quando o aluno participa responsabilmente do processo de aprendizagem.”.

Aqui temos o ápice da aprendizagem significativa, pois a prática experimental, observações e discussões são meios que facilitam o desenvolvimento cognitivo, posto que, quando o aluno confronta teoria com prática, potencializa seus problemas e conduz um norte para as soluções, sempre contando com a mediação do professor. Em um ambiente onde o aluno é parte essencial, faz suas próprias escolhas e gera suas próprias soluções é evidente que essas ações colocam o estudante diante de frustrações e alegrias. E tais ações, de maneira indireta, já servem como avaliações e entusiasma o aluno. Segundo Moreira (2015), isso o torna independente, criativo e autoconfiante.

Diante do exposto, a aprendizagem significativa de Carl Rogers, fica subentendida quando o estudante é colocado diante dessa interação da disciplina com o meio ambiente, tornando um meio facilitador na fixação do conteúdo e, leva a matéria estudada além das fronteiras da escola. No livro *Tornar-se pessoa*, Carl Rogers explica que essa inclusão é facilitada, quando a relação deixa de ser cientista/objeto e passa a ser de pessoa a pessoa. Em outras palavras, Rogers diz que “o terapeuta considera o cliente como uma pessoa incondicionalmente válida”.

O forno solar e o secador solar caseiro possibilitam algumas dessas vertentes: conhecimento da disciplina, importância da energia solar para gerar economia e reaproveitamento de materiais.

### *1.3 Os construtos pessoais de George Kelly.*

George Kelly entende que a pessoa possui uma maneira peculiar de observar o mundo, tentando prever ações, desenvolver réplicas e controlar eventos, ou seja, nessa perspectiva Kelly vê o homem, como “homem-cientista”. Dessa maneira ao formular sistemas e variar o seu repertório, que esses construtos são suscetíveis de mudança e revisão. Moreira (2015) em seu livro *Teorias de aprendizagem* destaca que se devem reconhecer os limites de certos construtos e evitar estender os mesmos, visto que muitas vezes isso não funciona (p 124).

A teoria proposta por Kelly conta com um postulado e onze corolários, sendo eles da construção, individualidade, organização, dicotomia, escolha, âmbito, experiência, modulação, fragmentação, comunalidade e sociabilidade. Para este trabalho buscou se focar os corolários da construção, individualidade e experiência, por serem facilmente observáveis durante a execução da atividade.

No livro *Teorias de Aprendizagem* (p. 127), Moreira (2015) inicia esse tópico com o seguinte comentário:

“Uma pessoa antecipa eventos, construindo suas réplicas.”

Para Kelly, a construção de réplicas facilita a interpretação de fenômenos por se tratar de eventos similares. Essas interpretações podem ser diferentes por se tratarem de algo pessoal. Mas devemos ressaltar que o próprio Kelly faz a observação na importância em distinguir “eventos” e “construções”, por que nos é importante visto que são esses eventos os quais interpretamos a partir de nossas construções. Argumentando que o mundo é Real, mas só conhecemos nossas construções, coloca Kelly no campo dos fenomenólogos (FRANSELA, F. 2008 p. 20).

Um forno solar seria uma réplica perfeita para se explicar os fenômenos relacionados ao efeito estufa, aquecimento global e conceitos físicos. A interpretação correta do funcionamento desse dispositivo ratifica a visão macro desse fenômeno.

As pessoas possuem pensamentos individuais e maneiras próprias de montar suas réplicas. Segundo Sharp e Splitter (1999, p. 92) “Pensamentos e ideias devem corresponder em descrição ou conteúdo aos meus, mas permanece a questão de que meus pensamentos são meus e seus pensamentos são seus”. Da mesma maneira que na construção de réplicas, para se explicar um determinado evento, as abordagens e observações feitas por cada pesquisador (estudante) são individuais. No entanto, isso não evita que as experiências e observações não possam ser compartilhadas.

Kelly destaca a importância da individualidade e da facilidade que o indivíduo tem em aprender, segundo a construção de sua réplica. Durante a execução do trabalho, dividiu-se a turma em grupos com quatro pessoas. Ficou demonstrado que, cada grupo, após ler e analisar o produto educacional dividiriam as tarefas, de acordo com a habilidade de cada estudante. Essa divisão por habilidades individuais será explanada, detalhadamente, no capítulo: resultados e discussões.

A experiência enfatizada por Kelly deve ser promovida de forma a suprir necessidades e interesses do aluno. Daí ela ser centrada no estudante, pois, segundo Sharp e Splitter (1999, p. 97), “ao promover a ideia da sala de aula como uma comunidade de investigação, estamos defendendo esse tipo de abordagem, de forma forte e responsável”.

Uma pessoa chega à aprendizagem, segundo Kelly, quando ao longo das várias tentativas de lidar com o evento, ela muda sua estrutura cognitiva para compreender

melhor suas experiências, semelhante ao cientista que utiliza o método experimental para ajustar suas teorias. (BARROS, BASTOS, 2007 p.30.)

Por que aprender condução do calor? Servirá apenas em sala de aula? As práticas experimentais propostas dão uma visão além do ambiente escolar. Nessa perspectiva é que Kelly defende que o método experimental além da sala de aula, pode ter uma compreensão mais eficiente por parte do estudante. Os questionamentos apresentados são respondidos ao longo do produto educacional proposto.

Portanto o material desenvolvido e aplicado em sala de aula é adequado aos conceitos desses teóricos citados nas sessões 1.2 e 1.3, pois, segundo Nóvoa (2002, p.255) a profissão professor exige um envolvimento além do pedagógico, o que é entendido da seguinte maneira:

“Os professores vivem num espaço carregado de afetos, de sentimentos e de conflitos. Quantas vezes preferiram não se envolver... Mas sabem que tal distanciamento seria a negação do seu próprio trabalho. Que ninguém tenha ilusões. Ao alargarmos o espaço da escola, para nela incluirmos um conjunto de outros “parceiros”, estamos inevitavelmente a tornar ainda mais difícil este processo. Os professores têm de ser formados, não apenas para a relação pedagógica com os alunos, mas também para uma relação social com as “comunidades locais”.” (Apud BARBOSA org. (2004, p. 51)).

A escolha dos humanistas Carl Rogers e George Kelly foi motivada pela justificativa de que, segundo esses teóricos, o ensino pode ser facilitado com a aproximação mais humana do professor para com o aluno, o que pode ocorrer de maneira mais eficiente em atividades experimentais.

## 2. A energia solar e os processos de propagação do calor.

Ben-Dov (1996, p 46) destaca que “O século XIX viu surgir, através dos estudos dos fenômenos ligados ao calor, uma nova abordagem científica fundada em princípios gerais que permitem estudar sistemas em sua totalidade”. Relacionada a essa abordagem, surgiu a termodinâmica, do grego *therme*, que significa calor e *dynamis* que significa movimento, ou seja, o movimento do calor. Ainda segundo Ben-Dov (1996, p. 47.) “o calor é uma vibração dos átomos que compõem a matéria. Assim, a temperatura representa a intensidade dessas vibrações e uma transferência de calor é uma propagação das mesmas”.

Neste trabalho o estudo do calor é abordado a partir da energia proveniente do sol, pois, segundo Hinrichs (2014), a Terra recebe milhares de vezes mais energia do Sol do que a consumida sob todas as outras formas. Portanto, dessa maneira, podemos descrever os benefícios os quais podem ser alcançados através do aproveitamento térmico, com o uso dos dispositivos descritos no produto educacional (Apêndice D).

Nos experimentos propostos no produto educacional apresentado nesta dissertação, utilizaram-se materiais do tipo:

- ✓ Papel alumínio
- ✓ Papel preto
- ✓ Papelão
- ✓ Isopor
- ✓ Plástico transparente

Todos esses materiais tem grande influência no desempenho dos produtos apresentados, visto que a propagação do calor depende diretamente do tipo de material utilizado. Apresentaremos, nessa sessão, os três processos de propagação do calor:

- ✓ Condução Térmica
- ✓ Convecção Térmica
- ✓ Irradiação Térmica

## 2.1 *Condução Térmica*

Nas atividades experimentais realizadas neste trabalho, diversos materiais foram utilizados nas oficinas como citados na seção anterior, momento ideal para se discutir a condução térmica, e também de se trabalhar conceitos relacionados a condutores e isolantes térmicos. Foram classificados os diferentes elementos e organizados em uma tabela aqueles materiais bons ou maus condutores de calor, como será mostrado na Tabela I. Para essa classificação, usou-se um conceito mais específico de condução térmica nos diz que:

Só pode ocorrer condução através de um meio material, ao contrário da convecção, sem que haja movimento do próprio meio. Ocorre tanto em fluidos como em sólidos, sob o efeito de diferenças de temperaturas. (Nussenzveig, H. Moyses – Vol.2 - p.171).

Essa diferença de temperatura favorece através de uma barra, por exemplo, um fluxo de calor cujo sentido dar-se-á do mais quente para o mais frio. Esse fluxo é conhecido como lei de Fourier, que pode ser enunciada da seguinte maneira:

O fluxo térmico depende de quatro fatores: da área (A) da seção transversal da barra, de seu comprimento (l), da diferença de temperatura ( $\Delta\theta$ ) dos meios a e b e do material de que é feita a barra (k). Bôas, Doca e Biscuola (2012, p. 29).

A lei de Fourier é denominada pela equação a seguir;

$$\Phi = k \cdot \frac{A \cdot |\Delta\theta|}{l} \quad (1)$$

Onde k é uma constante característica do material da barra, sendo denominada de coeficiente de condutibilidade térmica. Na Tabela 01 são apresentados alguns materiais com seus respectivos valores de condutibilidade térmica.

Para Incropera (2011), a Lei de Fourier, de forma mais específica, pode ser definida da seguinte maneira:

A lei de Fourier é a pedra fundamental da transferência de calor por condução e suas características principais são resumidas a seguir. Ela não é uma expressão que possa ser derivada a partir de princípios fundamentais; ao contrário, ela é uma generalização baseada em evidências experimentais. Ela é uma expressão que define uma importante propriedade dos materiais, a condutividade térmica. (...) a lei de Fourier se aplica a toda matéria, independentemente do seu estado físico (sólido, líquido ou gás). (INCROPERA, FRANK P., p. 39).

Tabela 01. Coeficientes de Condutibilidade Térmica de diferentes materiais

| <b>Tabela de Condutibilidade Térmica</b> |  |
|--|--|
| Material                                 | $K_{em} \frac{\text{cal. cm}}{\text{s. cm}^2. ^\circ\text{C}}$ |
| <b>Sólidos Diversos</b>                  |  |
| Cortiça e Feltro                         | $1.10^{-4}$  |
| Lã de Vidro                              | $1.10^{-4}$  |
| Madeira                                  | $3.10^{-4}$  |
| Tijolo de Barro                          | $1,5.10^{-3}$  |
| Concreto e Vidro                         | $2.10^{-3}$  |
| Tijolo Refratário                        | $2,5.10^{-3}$  |
| Gelo                                     | $4.10^{-3}$  |
| <b>Metais</b>                            |  |
| Chumbo                                   | $8,2.10^{-2}$  |
| Aço                                      | $1,2.10^{-1}$  |
| Latão                                    | $2,6.10^{-1}$  |
| Alumínio                                 | $4,9.10^{-1}$  |
| Cobre                                    | $9,2.10^{-1}$  |
| Prata                                    | 1,01   |

Fonte: Tópicos de Física: volume 2

Na Tabela 01 fica evidente o poder de condutibilidade térmica dos metais, em relação aos demais. Segundo Nussenzveig (2002), isso pode ser explicado através do seguinte conceito:

Os metais, que conduzem bem a eletricidade, também são bons condutores de calor, o que não é coincidência: segundo a lei de *Wiedemann e Franz*, a condutividade térmica de um metal é proporcional a sua condutividade elétrica. Nussenzveig (2002) complementa ainda que, os líquidos, como a água, são geralmente maus condutores de calor e que os melhores isolantes térmicos são os gases, como o ar, por exemplo.

## 2.2 Convecção Térmica

Para Halliday, Resnick e Krane (2006) a convecção térmica fica bem caracterizada quando observamos na chama de uma vela, a energia térmica sendo transportada para cima. O ar, a água ou os fluidos em geral, sofrerá uma movimentação ascendente provocada por uma expansão térmica.

Essa expansão provoca uma diferença de densidades, entre o fluido mais próximo à fonte térmica e o fluido mais distante, tornando o fluido mais próximo menos

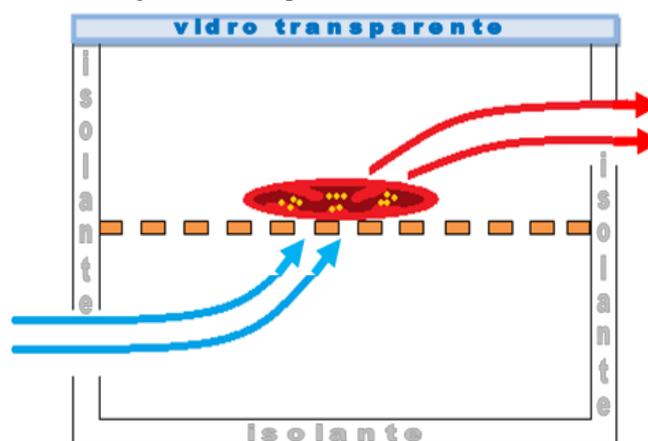
denso e desta forma fazendo o subir. O fluido mais frio, então, ocupa o lugar deixado pelo fluido mais quente e esse processo ocorre indefinidamente, sendo a explicação para os ventos litorâneos, o voo de pássaros e das asas deltas, dentre outros.

A convecção térmica pode ser forçada ou natural, Incropera (2011), conceitua essas convecções da seguinte forma:

Ocorre a convecção forçada quando o escoamento é causado por meios externos, tais como um ventilador, uma bomba, ou ventos atmosféricos. Como um exemplo, considere o uso de um ventilador para propiciar o resfriamento com o ar, por convecção forçada, dos componentes quentes em uma série de placas de circuito impresso. Em contraste, no caso da convecção livre (ou natural) o escoamento do fluido é induzido por forças de empuxo, que são originadas a partir de diferenças de densidades (massas específicas) causadas por variações de temperatura no fluido. Um exemplo é a transferência de calor por convecção natural, que ocorre a partir dos componentes quentes de uma série de placas de circuito impresso dispostas verticalmente e expostas ao ar. (INCROPERA e DEWIT, p. 5).

No forno solar e no secador solar, ficou bem evidente a importância dessas correntes de convecção. No primeiro, procura-se evitar a fuga desse fluido mais quente, de modo a aumentar a temperatura no interior do forno; e no segundo essas correntes de convecção aceleram o processo de desidratação. Desse modo as aberturas na parte superior e inferior da caixa, como mostrado na figura 01, permitem a entrada e saída do ar além da elevação da temperatura.

Figura 01- O esquema de um secador solar



FONTE: Arquivo do Pesquisador

A figura 01 mostra um esquema do secador solar no qual as aberturas laterais, em posições direitas, facilitam as correntes de convecção e aumento de temperatura, o que segundo Tucci (2011, apud Nascimento 2017, p. 07) O aumento da temperatura do ar influi de maneira favorável na evaporação do ambiente, porque possibilita que uma maior quantidade de vapor de água esteja contida no mesmo volume de ar, quando se

atinge o grau de saturação, que é caracterizado pela pressão de saturação do vapor de água.

Portanto, como citado por Tucci (2011, apud Nascimento 2017, p. 07) uma elevação da temperatura permite que uma quantidade maior de gotículas de água sejam evaporadas no mesmo volume de ar, isso faz com que o processo de secagem do alimento seja acelerado.

Segundo Hinrichs, Kleinbach e Reis (2014) o ar em nossa volta consiste em uma mistura de gases, onde os principais componentes são as moléculas de nitrogênio (78%) e oxigênio (21%), além de outros componentes em menor quantidade. Silva (2008) destaca que a umidade do ar é de grande importância em muitos setores da atividade humana como a estimativa de tempo e energia requeridos por processos de secagem, armazenamento e processamento de grãos e que o conforto térmico depende mais da quantidade de vapor de água presente no ar do que a temperatura propriamente dita.

### 2.3 *Radiação Térmica*

Segundo Nussenzveig (2002), o calor é transferido de um corpo para outro através da radiação eletromagnética, que assim como a luz visível, propaga-se no vácuo. A radiação solar é uma forma de radiação térmica emitida por uma fonte (o Sol). Dessa maneira o aquecimento solar é uma forma de aproveitamento de radiação solar para a produção de calor.

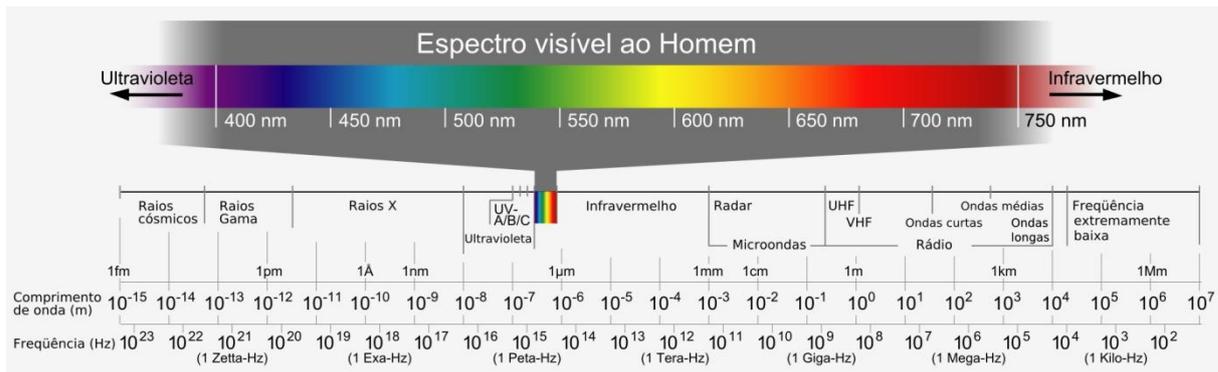
Tipler (2015) destaca as outras formas de radiação eletromagnética que não são visíveis e o que as diferenciam da luz visível, com base nisso, ele afirma:

A energia é transferida através do espaço na forma de ondas eletromagnéticas que se movem com a rapidez da luz. Ondas de Infravermelho, ondas de luz visível, ondas de rádio, ondas de televisão e raios X são, todas, formas de radiação eletromagnética que diferem entre si nos seus comprimentos de onda e frequências. (TIPLER, P. A. p. 678).

Para Incropera (2011), ao analisarmos o espectro eletromagnético como mostrado na figura 02, podemos fazer uma relação entre a frequência  $\nu$ , comprimento de onda  $\lambda$  e velocidade da luz  $c$ , através da equação;

$$\lambda = \frac{c}{\nu} \quad (2)$$

Figura 02 – Espectro Eletromagnético



FONTE: <http://www.antonioguilherme.web.br.com/blog/tag/espectro-eletromagnetico/>

Observando o espectro eletromagnético, mostrado na figura 02, observa-se que o comprimento de onda e a frequência são grandezas inversamente proporcionais. Ainda segundo Incropera (2011), cada frequência de radiação é de interesse para um determinado público: radiações de pequeno comprimento de onda são de interesse dos físicos de altas energias e dos engenheiros nucleares; enquanto as radiações de grande comprimento de onda são de interesse dos engenheiros elétricos.

A região que inclui uma parte da Ultravioleta, chegando até o Infravermelho, é chamada de radiação térmica, pois segundo Incropera (2011), essa faixa da radiação afeta o estado térmico ou a temperatura da matéria. O que a torna pertinente o estudo da calorimetria e realização das atividades propostas a partir do uso do produto educacional.

## 2.4 Calor Sensível

O calor sensível é o calor que, recebido ou cedido por um corpo, provoca nele uma variação de temperatura. Durante esse processo o estado físico da substância permanece inalterado. Segundo Tipler (2015), a quantidade  $Q_s$  (Quantidade de Calor Sensível) necessária para ocorrer a variação de temperatura é proporcional à massa da amostra utilizada. A quantidade de calor sensível é definida por:

$$Q_s = m \cdot c \cdot \Delta T \quad (3)$$

Onde,  $m$  é massa da amostra em g,  $c$  é o calor específico em cal/g°C e  $\Delta T$  é a variação de temperatura em graus Celsius (°C).

Ressalta-se que o calor específico é característico de cada substância, e, a quantidade de calor recebido ou cedido pela amostra, também é proporcional ao tempo de exposição a fonte de calor.

## 2.5 Calor Latente.

Segundo Halliday, Resnick e Krane (2006), a quantidade de energia por unidade de massa que deve ser transferida na forma de calor para que uma amostra mude totalmente de fase é chamada calor de transformação ou calor latente. Vale lembrar que, durante esse processo, a amostra permanece com a temperatura constante. O que de acordo com Tipler (2015), pode ser explicado da seguinte maneira:

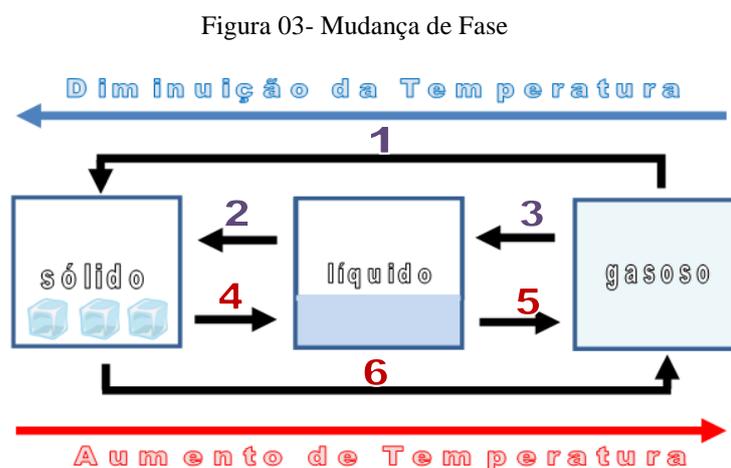
Enquanto a água é aquecida, os movimentos de suas moléculas aumentam e sua temperatura aumenta. Quando a temperatura atinge o ponto de ebulição, as moléculas não podem mais aumentar sua energia cinética e permanecem no líquido. Enquanto a água líquida se transforma em vapor, o acréscimo de energia é utilizado para romper as atrações intermoleculares. Isto é, a energia é utilizada para aumentar a energia potencial das moléculas em vez de aumentar sua energia cinética. Como a temperatura é uma medida da energia cinética média de translação das moléculas, a temperatura não varia. (TIPLER, P. A. p. 603).

A quantidade de calor latente pode ser encontrada através da equação 03.

$$Ql = m.L \quad (4)$$

Onde  $m$  é a massa da amostra e  $L$  é o calor específico latente (cal/g).

As mudanças de fase ou mudança de estado mais conhecidas são apresentadas na figura 03.



1. Sublimação (Gasoso para o Sólido)

2. Solidificação (Líquido para o Gasoso)
3. Liquefação ou Condensação (Gasoso para o Líquido)
4. Fusão (Sólido para o Líquido)
5. Vaporização (Líquido para o Gasoso)
6. Sublimação (Sólido para o Gasoso)

Durante todo o processo de mudança de fase, mostrado na figura 03, as setas que apontam para a esquerda, indicam que a amostra deve perder energia; quando as setas apontam para a direita, indicam que a amostra deve receber energia.

## 2.6 *Escalas Termométricas.*

Segundo Halliday, Resnick e Krane (2006), a temperatura é uma das sete grandezas fundamentais do Sistema Internacional de Unidades. Em laboratórios, os físicos utilizam principalmente a escala Kelvin, que apresenta um limite mínimo de temperatura, denominado zero absoluto, o qual corresponde ao estado mínimo de energia.

No meio científico utiliza-se a escala Kelvin. Todavia no cotidiano, a escala mais utilizada é a escala Celsius. Nesta escala, as temperaturas variam de grau em grau e, comumente, os termômetros apresentados indicam as temperaturas de fusão do gelo e ebulição da água, correspondentes a 0°C e 100°C, respectivamente. O zero absoluto ou zero Kelvin, mencionado no início desta sessão, apresenta um valor diferente da temperatura de zero grau Celsius, sendo os seus valores correspondentes apresentados a seguir:

$$0 \text{ K (zero Kelvin)} = -273,15^\circ\text{C}.$$

Uma terceira escala comumente estudada é a escala Fahrenheit. Esta escala é utilizada, principalmente em países de língua inglesa. Um termômetro graduado na escala Fahrenheit, apresenta entre o ponto de fusão do gelo e ebulição da água uma divisão de 180 partes entre os dois pontos mencionados, sendo os valores de 32°F para a fusão do gelo e 212°F para a ebulição da água.

As escalas mencionadas nessa sessão apresentam fórmulas de conversão entre elas. O que está apresentado detalhadamente no produto educacional, ver apêndice D.

### 3. Metodologia

Segundo Prodanov (2013, p.14), a Metodologia é a aplicação de procedimentos e técnicas que devem ser observados para construção do conhecimento, com o propósito de comprovar sua validade e utilidade nos diversos âmbitos da sociedade.

Nesse contexto, algumas classificações devem ser definidas para a validação da metodologia a ser utilizada, dentre elas estão à definição de objetivos, natureza de pesquisa, objeto de estudo, coleta de dados e análise de dados.

A dissertação trata-se de uma pesquisa explicativa de natureza qualitativa, com amostragens não probabilísticas, com coleta de dados através de questionários e experimentos. Apresento por fim, uma análise do conteúdo coletado.

#### 3.1 *Procedimentos da Pesquisa*

A proposta dessa dissertação é o ensino de Física através de uma problemática que o Brasil vive, relacionado ao déficit de aproveitamento de fontes de energia renovável, mais especificamente a energia solar. Através de produções científicas voltadas para a educação básica, alguns sites especializados foram pesquisados onde a primeira pesquisa por artigos relacionados ao tema foi realizada na Revista Brasileira de ensino de Física (segue o link: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/>) e se, dividiu em duas partes. Na primeira parte, buscou-se trabalhos publicados a partir do ano de 2001. Na realização das pesquisas dos artigos foram utilizadas palavras chaves como: solar, energia térmica, forno solar, desidratador. Com o uso dessas palavras, encontrou-se apenas um artigo de título: Ensinando física com consciência ecológica e com materiais descartáveis, de autoria de Damásio e Steffani. No artigo são descritos o uso de materiais de baixo custo, para a montagem de um aquecedor solar e os conceitos físicos nele aplicados.

Na segunda parte da busca foram pesquisados temas a respeito de trabalhos compreendidos entre 1979 e 2001, usando as mesmas palavras chave utilizadas na primeira parte. Foram encontrados três artigos relacionados ao tema, mas sem a abordagem didática como proposta no produto educacional. Os trabalhos encontrados foram: *Usando energia solar* de autoria de Ferreira, *Sistema de aquecimento solar didático* dos autores Pimentel, Luciano e Moraes e o terceiro trabalho encontrado foi *Células solares “caseiras”* dos autores Silva et al.

O segundo site pesquisado foi o Caderno Brasileiro de Ensino de Física, (segue o link: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica>). Utilizou-se das mesmas palavras chave utilizadas na Revista Brasileira de Física, foram encontrados cinco artigos relacionados ao tema, sendo que três destes artigos tratam sobre o uso de dispositivos solares e o uso no meio escolar. Os artigos encontrados foram: *Laboratório Caseiro: Coletor solar* dos autores Ferreira e Missono, outro trabalho tem como título *Laboratório Caseiro: Protótipo de um coletor solar didático* de Almeida e Lopes e o terceiro trabalho corresponde ao *Laboratório Caseiro: Sistema de aquecimento solar didático empregando uma bandeja metálica* de Pimentel.

Os artigos apresentados no Caderno Brasileiro de Ensino de Física descrevem os equipamentos caseiros, os quais permitem que os alunos tenham facilidade de aquisição de materiais, o que possibilita uma alfabetização científica através da interligação entre teoria e prática.

A ausência de trabalhos voltados para o ensino básico é percebida nos livros didáticos utilizados nas escolas da rede pública, onde foram analisadas seis obras que se submeteram a avaliação do programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) à ser utilizado nas escolas no triênio 2018-2020. No portal do Ministério da Educação e da Cultura, o PNLD é descrito da maneira a seguir:

O Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) é destinado a avaliar e a disponibilizar obras didáticas, pedagógicas e literárias, entre outros materiais de apoio à prática educativa, de forma sistemática, regular e gratuita, às escolas públicas de educação básica das redes federal, estaduais, municipais e distrital e também às instituições de educação infantil comunitárias, confessionais ou filantrópicas sem fins lucrativos e conveniadas com o Poder Público. (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2016).

As seis obras analisadas foram:

- ✓ Física: GUALTER, HELOU e NEWTON
- ✓ Física: CARRON, GUIMARÃES e PIQUEIRA
- ✓ Ser Protagonista: VÁLIO et al
- ✓ Física: Ciência e Tecnologia: TORRES, C. M. A et al
- ✓ Compreendendo a Física: GASPAR. A
- ✓ Física: Interação e Tecnologia: FILHO, A. G e TOSCANO, C.

Na análise dos livros didáticos, procurou se observar a relevância e conexão de assuntos referentes ao tema descrito no produto educacional, descrevendo a conexão entre o aproveitamento térmico solar e as áreas da física relacionadas.

Nas obras *Física, vol. 2: Termologia, Ondulatória, Óptica* dos autores Helou, Gualter e Newton, *Física: Interação e Tecnologia* dos autores Aurélio e Toscano, *Física* dos autores Carron, Guimarães e Newton e *Física: Ciência e Tecnologia* dos autores Torres et al., apresentam nos primeiros capítulos textos informativos a respeito do aquecimento da água por energia solar e o funcionamento de uma estufa, não apresentando ao estudante experimentos similares a serem realizados e textos detalhados a respeito da radiação solar.

O livro *Ser Protagonista* dos autores Válio et al apresenta um texto apreciando a energia solar e outro texto sobre aquecimento global sem contemplar detalhes científicos para o seu acontecimento. Dispositivos solares são apresentados apenas no enunciado de uma atividade ao final do capítulo

E em *Compreendendo a Física* de Alberto Gaspar, o capítulo referente ao calor aborda os conteúdos físicos, mas não apresentam, em sua literatura, textos informativos relacionados ao aproveitamento solar térmico. Também não aprecia conteúdos relacionados aos dispositivos físicos como o forno solar, secador solar e estufa.

A execução do trabalho foi efetivada em três fases. Na primeira fase, aplicou-se um questionário com perguntas relacionadas aos conhecimentos sobre a energia solar, importância de práticas experimentais e meios alternativos para a aprendizagem dos conteúdos de física. Na segunda fase, os alunos foram apresentados ao produto educacional, contendo as práticas experimentais propostas e textos informativos sobre a energia solar térmica. Nessa fase foi proposta aos alunos a formação dos grupos para a montagem do forno solar e do secador solar. Na terceira fase, os alunos responderam um questionário pós-teste, no qual se buscou saber se os procedimentos experimentais realizados são viáveis para um ambiente fora do ambiente escolar, quais informações novas foram aprendidas e o que mais chamou a atenção no trabalho.

Para a execução das três fases, foram necessárias quatro aulas, com o tempo de 50 minutos de duração por aula. Sendo a primeira aula para aplicação do questionário pré-teste e apresentação e leitura do produto educacional; a segunda e terceira para a montagem e execução das atividades experimentais e a quarta para a aplicação do questionário pós-teste.

### 3.2 *Local de Pesquisa*

A aplicação do produto educacional realizou-se Centro Estadual de Educação Profissional (CEEP) Professor João Mendes Olimpo de Melo, mais conhecido como

PREMEN – NORTE. A unidade de ensino está localizada na região central da cidade de Teresina, capital do estado do Piauí. Em 2017, a escola completou 35 anos de fundação.

A escola é referência no ensino profissionalizante. Atualmente oferece para a comunidade os seguintes cursos técnicos:

- Administração
- Contabilidade
- Eventos
- Farmácia
- Nutrição
- Produção de Moda
- Publicidade
- Recursos Humanos
- Segurança do Trabalho
- Secretariado

Em 2017 a unidade escolar contou com 1135 alunos matriculados, distribuídos nos turnos manhã, tarde e noite. Em sua estrutura a escola conta com 16 salas de aula, auditório, biblioteca, quadra de esportes e departamento administrativo. O CEEP (PREMEN NORTE) apresenta um excelente espaço na sua área interna, ver figura 04.

Figura 04 – vista interna e externa do CEEP Premen Norte



FONTE: Arquivo do Pesquisador

Como mostrado na figura 04, a parte interna da escola apresenta uma grande área exposta ao sol, ideal para a realização das atividades propostas no produto educacional.

### *3.3 Sujeitos da Pesquisa*

A pesquisa foi realizada com alunos do segundo ano do ensino médio, da turma de Nutrição, turno manhã. O critério de escolha da turma ocorreu devido a dois fatores: o primeiro deles seria relacionado ao tema proposto, que contempla preferencialmente as turmas do segundo ano do ensino médio técnico; o segundo fator relaciona-se com à compatibilidade de horários, pois o pesquisador não era o professor titular das turmas do segundo ano. Essa turma de Nutrição foi gentilmente cedida para a execução da pesquisa.

A turma possui 41 alunos matriculados, sendo que desse total apenas 38 frequentam regularmente as aulas, nos horários de 07 horas da manhã às 12 horas e 20 minutos, de segunda feira à sexta feira.

As atividades propostas ocorreram através de uma aula extra, realizada no sábado dia 02 de dezembro do ano de 2017. Os alunos participaram voluntariamente da pesquisa, na qual dos 38 alunos, 20 compareceram para a execução da atividade.

### *3.4 Período de Execução*

As atividades foram realizadas no mês de dezembro do ano de 2017 e são descritas de maneira detalhada no capítulo Resultados e Discussões.

O cumprimento das atividades propostas seguiu a sequência abaixo:

- ✓ Questionário pré-teste
- ✓ Apresentação do produto educacional
- ✓ Realização da atividade experimental (FORNO SOLAR)
- ✓ Realização da atividade experimental (SECADOR SOLAR)
- ✓ Questionário pós-teste

### *3.5 Material*

O Produto educacional que foi aplicado tem como fundamento as ideias de Rogers e Kelly. O material apresenta conteúdos relativos ao sol e suas características, os modelos de fogão solar, conceitos de processos de transmissão de calor associados ao forno solar e ao secador solar, evidenciando-se para o estudante a aprendizagem significativa. As atividades experimentais serão intercaladas com a aplicação de dois questionários.

O primeiro questionário contemplou aspectos que constituem as finalidades da pesquisa. Segundo Gil (2002), esse pré-teste é entregue aos próprios indivíduos selecionados que dever-lo-ão responder de próprio punho. Aplicação ocorreu no dia 02 de dezembro do ano de 2017, durante uma aula com duração de 50 minutos. Nesse questionário, procurou-se desvendar os anseios do estudante em relação à disciplina, a energia solar e as atividades experimentais.

O segundo questionário foi aplicado no dia 02 do mês de dezembro do ano de 2017, durante uma aula com duração de 50 minutos e teve como objetivo a análise dos estudantes a respeito do produto educacional.

### *3.6 Procedimentos da aplicação do produto educacional*

As atividades experimentais, bem como a aplicação dos questionários foram realizadas no dia 02 de dezembro do ano de 2017. Onde inicialmente cada estudante recebeu um questionário pré-teste (ver APÊNDICE B), após esse primeiro momento, houve a divisão dos grupos onde cada grupo recebeu o produto educacional (ver APÊNDICE D). No produto educacional os estudantes foram apresentados a textos informativos, relativos ao sol, processos de propagação de calor, escalas termométricas, calor sensível, calor latente e modelos de forno solar e secador solar, incluindo a construção de um forno solar e um secador solar, onde os materiais utilizados para a montagem destes dispositivos foram adquiridos por meio de recursos próprios.

Após a aplicação do questionário pré-teste e apresentação do produto educacional, os grupos, com o auxílio do produto educacional iniciaram o processo de montagem dos dispositivos propostos. No último momento do encontro, os estudantes receberam o questionário pós-teste (ver APÊNDICE C), para que fossem observados e analisados através das respostas dos estudantes, opiniões sobre o produto educacional, dispositivos montados e textos referentes ao tema.

O propósito da formação dos grupos deverá apreciar a coletividade e cooperação entre os estudantes para a montagem e aplicação dos experimentos. Essa análise da atividade é interpretada por George Kelly como corolário da construção, no qual o entendimento de fenômenos pode ser compreendido com a análise de réplicas, no caso dos experimentos.

A aplicação dos experimentos em situações reais do cotidiano do estudante é denominada por Carl Rogers de aprendizagem significativa. Por conseguinte será

evidenciado com sugestões para a utilização do forno solar, como por exemplo, o aquecimento de um sanduíche ou a desidratação de uma fatia de tomate por um secador.

### *3.7 Procedimento para a Análise de Dados*

Em uma pesquisa explicativa, a análise de dados dar-se-á de maneira menos formal do que a análise quantitativa. Segundo Gil (2002, p.133), a análise qualitativa depende de muitos fatores tais como, a natureza dos dados coletados e a extensão da amostra. Porém é essencial ao pesquisador analisar e categorizar as respostas obtidas. Essa interpretação e sensibilidade possibilitará a redução de dados.

Com a aplicação dos questionários pré-teste e pós-teste, bem como a observação dos grupos durante a realização das atividades propostas, o pesquisador analisará as respostas e comportamentos mais específicos, para então relatar em sua pesquisa.

### *3.8 Interpretação dos Dados*

Segundo Gil (2002, p 134), ao categorizar dados, o pesquisador possibilita organizar uma quantidade extensa de respostas em um único tópico. Mas para Gil é necessário que:

O pesquisador ultrapasse a mera descrição, buscando acrescentar algo ao questionamento existente sobre o assunto. Para tanto, ele terá que fazer um esforço de abstração, ultrapassando os dados, tentando possíveis explicações, configurações e fluxos de causa e efeito. Isso irá exigir constantes retomadas às anotações de campo e ao campo e à literatura e até mesmo à coleta de dados adicionais. (Gil, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa 2002, p.134).

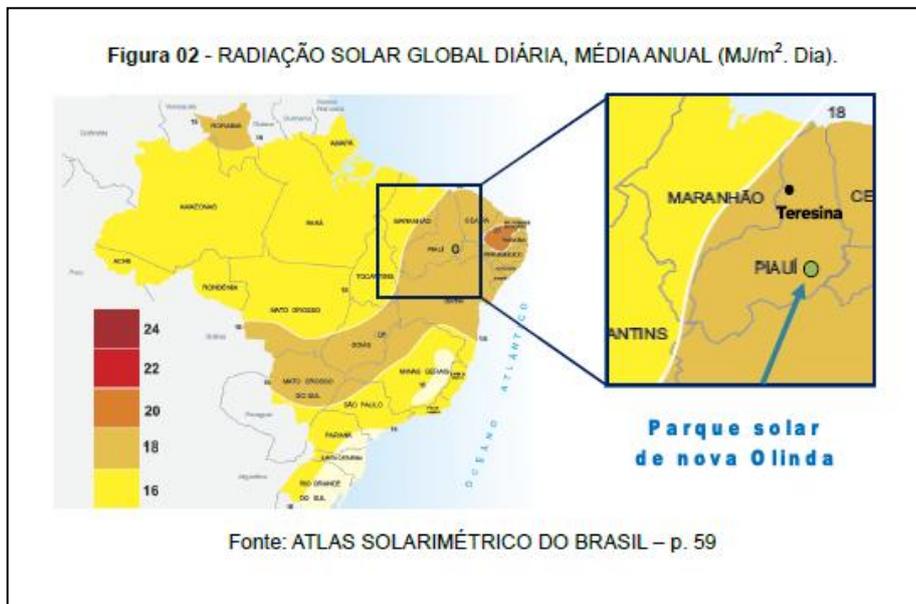
Os resultados apresentados na dissertação, a partir da análise e interpretação dos dados obtidos devem ser claros e sucintos. Isso possibilitará um estudo posterior de maneira mais aprofundada, e conseqüentemente, uma melhoria em projetos apresentados futuramente.

### *3.9 Planejamento do Produto*

O produto educacional foi elaborado com o objetivo de apresentar um material que relacione a energia solar utilizada para o funcionamento de dispositivos com conceitos estudados na Calorimetria. Para isso, a elaboração do mesmo, consistiu em três partes. Na primeira parte, o leitor será apresentado a informações relevantes a respeito da radiação solar e de que maneira ela é absorvida pela Terra, mais

especificamente, em nosso País. No guia educacional, o estudante encontrará o mapa do Brasil, com a média anual de radiação solar, como mostrado na figura 05.

Figura 05- Trecho retirado do produto educacional



Fonte: Arquivo do Pesquisador

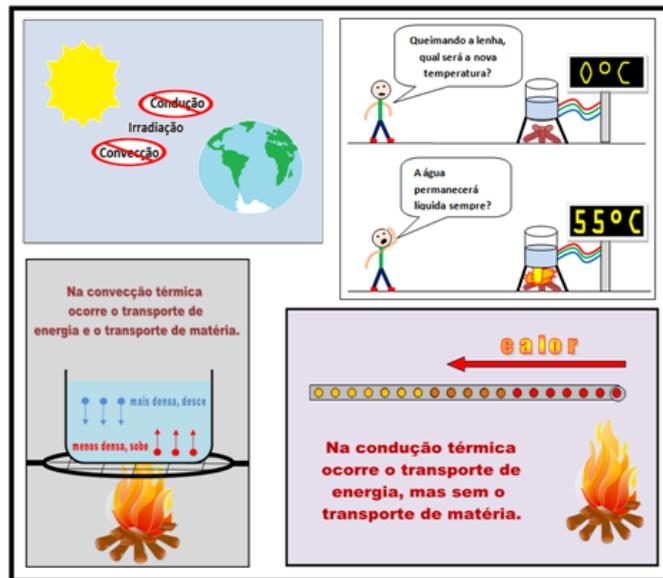
No mesmo mapa mostrado na figura 05, o estudante é informado a respeito da localização do maior parque solar da América Latina, situado no estado do Piauí.

No segundo momento, procurou-se apresentar os assuntos de calorimetria, associados aos experimentos relacionados a energia solar. Dentre os assuntos, destacam-se:

- Condução Térmica
- Convecção Térmica
- Radiação Térmica
- Calor Sensível
- Calor Latente
- Escalas Termométricas

Foram elaboradas ilustrações (Figura 06), perguntas e curiosidades, pois, segundo Carvalho (2014) as mesmas servem de apoio e auxiliam o aluno para estudar e relembrar o que foi visto em sala de aula, justamente por utilizarem uma linguagem mais formal.

Figura 06 – Ilustrações encontradas no produto educacional.



Fonte: Arquivo do Pesquisador

A terceira parte do material consistiu na apresentação dos roteiros experimentais onde são apresentados os processos de montagem, como mostrado na figura 07.

Figura 07 - Trecho retirado do produto educacional indicando a montagem experimental.



Fonte: Arquivo do Pesquisador

Ao final de cada roteiro, o aluno é estimulado a responder os questionamentos relacionados aos assuntos de calorimetria relacionados com os dispositivos propostos.

## 4. Resultados e Discussão

### 4.1 Análise de Dados (questionário pré-teste)

No questionário pré-teste (ver APÊNDICE B), apresentado antes da aplicação do produto educacional, como mostrado na figura 08, observou-se o conhecimento do aluno sobre fontes de energia, a importância da disciplina, maneiras de aprender a gostar da Física e onde encontrar conteúdos sobre energia solar.

Figura 08 – Aplicação do questionário pré teste.

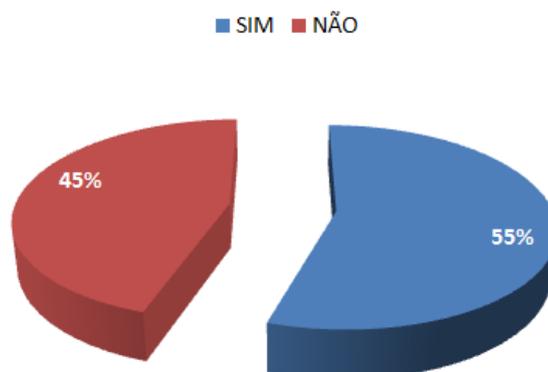


Fonte: Arquivo do Pesquisador

Na primeira questão foi perguntado aos estudantes qual o conhecimento deles em relação às fontes de energia renováveis.

Gráfico 01: Conhecimento do estudante sobre energia renovável.

**Você conhece alguma fonte de energia renovável?**



Fonte: Arquivo do Pesquisador

Na pesquisa realizada com 20 estudantes do ensino médio, as respostas apresentadas para essa primeira questão foram equilibradas. Quase metade dos alunos não conheciam fontes de energia renovável e os que conheciam relataram, em sua maioria, as fontes de energia solar e eólica.

No questionário aplicado, verificou-se que era possível aprender conteúdos de física através do estudo das fontes de energia renovável. E os resultados apresentados foram semelhantes aos da primeira questão, onde praticamente, todos aqueles que responderam SIM na primeira, também responderam SIM para a segunda questão.

Na terceira questão, abordou-se a seguinte pergunta:

**Na sua opinião, o que pode ser feito para o estudo de Física tornar-se prazeroso?**

Dos 20 alunos perguntados, 19 estudantes relataram que o ensino de Física torna-se prazeroso quando é abordado através de experimentos; 6 dos estudantes marcaram que aplicações do assunto no cotidiano tornam o ensino interessante.

Diante dos conceitos de Carl Rogers apresentados na sessão um, a questão 4 do questionário pré-teste, apresentado aos alunos, ratifica a importância de se associar os conteúdos de sala de aula, com situações presentes no cotidiano do aluno.

Gráfico 02: Análise sobre o interesse pela disciplina com aplicações práticas da teoria.

### **Associar a Física com situações do cotidiano, torna a disciplina interessante?**



Fonte: Arquivo do Pesquisador

Para os 20 estudantes que participaram da pesquisa, a resposta sim foi unânime. Ao relacionar os assuntos da disciplina com situações reais permite-se que o aluno

desperte o interesse pela disciplina. A seguir, serão destacadas algumas das justificativas dadas pelos estudantes.

O estudante A justificou a importância, utilizando o argumento a seguir:

Figura 09 – Resposta do aluno A retirada do questionário pré-teste.

4. Associar a física com situações do seu cotidiano torna a disciplina interessante?  
(  ) SIM (  ) NÃO  
Justifique  
Porque física envolve muito calculo e formulas  
confunde minha cabeça, acho que  
isso envolve mais os alunos

Fonte: Arquivo do Pesquisador

“Por que Física envolve muito calculo e fórmulas, confunde minha cabeça, acho que isso envolve mais os alunos.”

Para o estudante A, a forma que alguns professores ensinam a disciplina, envolvem muito cálculo. O que provoca o desinteresse pela matéria e uma saída para o envolvimento do aluno seria a associação entre a teoria e a prática cotidiana.

O estudante B justificou a importância da seguinte forma:

Figura 10 – Resposta do aluno B retirada do questionário pré-teste.

4. Associar a física com situações do seu cotidiano torna a disciplina interessante?  
(  ) SIM (  ) NÃO  
Justifique  
Porque além de entendermos melhor a física por estar no  
nosso dia-a-dia, quando vamos fazer alguma atividade do  
cotidiano lembraremos do que o professor explicou.

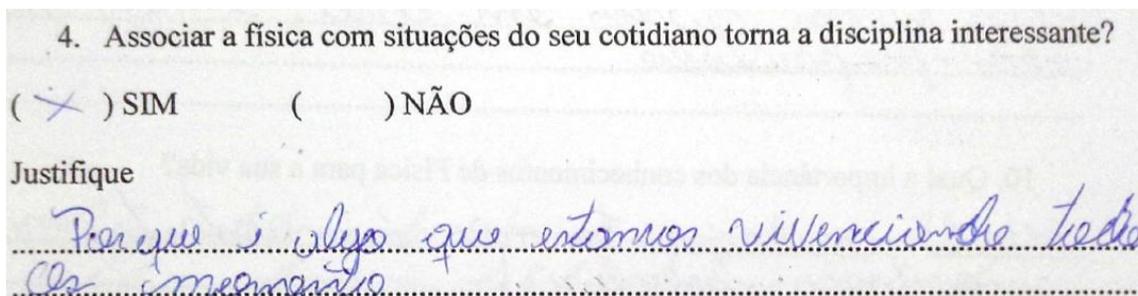
Fonte: Arquivo do Pesquisador

“Por que além de entendermos melhor a física por estar no nosso dia-dia, quando iremos fazer alguma atividade do cotidiano lembraremos do que o professor explicou.”

Para o estudante B, a importância da associação entre a teoria em sala de aula com o que é praticado ou observado no cotidiano faz a ligação com a explicação do professor.

O estudante C relatou da maneira a seguir:

Figura 11 – Resposta do aluno C retirada do questionário pré-teste.



4. Associar a física com situações do seu cotidiano torna a disciplina interessante?

(  ) SIM      (  ) NÃO

Justifique

Por que é algo que estamos vivenciando todos os momentos

Fonte: Arquivo do Pesquisador

“Por que é algo que estamos vivenciando todos os momentos.”

O estudante C enfatizou a importância da disciplina, relatando que a todo o momento estamos vivenciando os conceitos e teorias explicados pelo professor.

Como relatado pelos estudantes A, B e C e por outros estudantes partícipes da pesquisa, a associação entre a teoria e a prática se tornam essenciais para a absorção dos conteúdos por parte dos estudantes. Essa associação dos conteúdos com o cotidiano, segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais permite que o estudante atinja uma alfabetização científica e alcance os objetivos a seguir:

Compreender as ciências como construções humanas, entendendo como elas se desenvolvem por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade;

Aplicar as tecnologias associadas às Ciências Naturais na escola, no trabalho e em outros contextos relevantes para sua vida;(PCN (Ensino Médio) 2000, p.95).

Para a quinta questão do questionário pré-teste, ficou evidenciado a pouca informação dos estudantes referente às fontes de energia. Muitos alunos desconhecem as diferentes maneiras de como são beneficiadas com o uso de energia renovável. Mesmo para aqueles que responderam SIM, as justificativas apresentadas não expunham relação com a pergunta realizada, como mostrado no Gráfico 03.

Gráfico 03: Análise a respeito do conhecimento dos estudantes sobre algum benefício das fontes de energia renovável.

### Você de alguma forma é beneficiado por algum tipo de energia renovável?

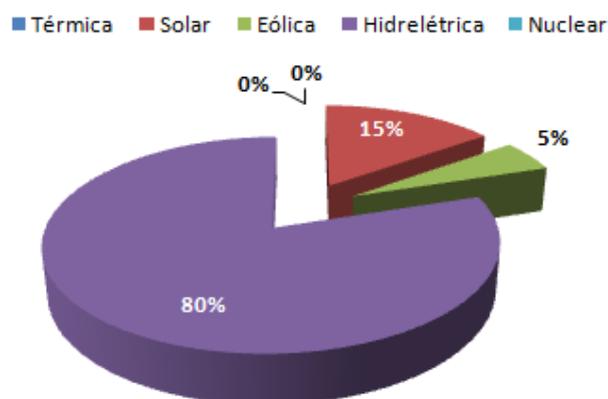


Fonte: Arquivo do Pesquisador

Na questão seis, os alunos demonstraram um bom conhecimento relacionada a maneira de geração de energia no nosso País. Apesar do aumento dos parques de energia Solar e Eólica, a energia Hidrelétrica continua sendo a principal forma de energia no Brasil foi a resposta dada por 80% dos alunos, como pode ser visto no gráfico 04.

Gráfico 04: Fonte principal de geração de energia no Brasil.

### No Brasil, a energia é gerada principalmente a partir de que maneira?



Fonte: Arquivo do Pesquisador

No próprio site da ELETROBRÁS é relatado que a principal fonte de energia advém dos rios conforme descrito a seguir:

O primeiro passo para produzir energia elétrica é obter a força necessária para girar as turbinas das usinas de eletricidade. Gigantescos sistemas de

hélices, elas movem geradores que transformam a energia mecânica (movimento) em energia elétrica.

Essa força pode ser obtida de diversas fontes de energia primária. No Brasil, a energia elétrica vem, em primeiro lugar, de usinas hidrelétricas; depois, de termelétricas; e, por último, de usinas nucleares. (Como a energia elétrica é gerada no Brasil - eletrobras.com.br <acesso em 02 de janeiro de 2017>)

Segundo o site a energia através do sol ou dos ventos não aparece nas três primeiras formas de geração de energia.

A sétima questão expõe que os alunos pouco usam o livro didático. Foi feito o seguinte questionamento:

**No seu livro didático é comentado algo sobre energia solar?**

As opções apresentadas foram:

- a) **Sim, apenas como texto complementar.**
- b) **Sim, associado ao conteúdo da disciplina.**
- c) **Não, já procurei no livro.**
- d) **Não sei, não costumo utilizar o livro.**

Dezesseis estudantes marcaram a alternativa d, relatando que não sabem, pois não costuma utilizar o livro. Para o ano de 2017, o livro utilizado na escola PREMEN Norte foi o livro Física contexto & aplicações de autoria de Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga. Após essa resposta, o livro foi analisado e observou-se que, caso os estudantes utilizassem mais o livro didático, a resposta a ser marcada seria a alternativa a, por que na mesma, é relatado algo sobre energia solar apenas como texto complementar. Analisando-se o livro, nota-se uma explanação sobre aquecimento solar térmico e sua relação com o efeito estufa. Todavia não explana nenhum tipo de experimento que pode ser utilizado.

Na oitava questão buscou se analisar como os estudantes estão informados a respeito da energia solar, seja ela térmica ou fotovoltaica. Muitas respostas apresentadas relataram que casas, empresas e hotéis estão aderindo a esse tipo de energia por ser limpa.

As duas últimas questões do questionário pré teste foram perguntas abertas, procurando entender como os alunos pretendem revisar os conteúdos para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e qual a importância da disciplina de Física para a vida do estudante.

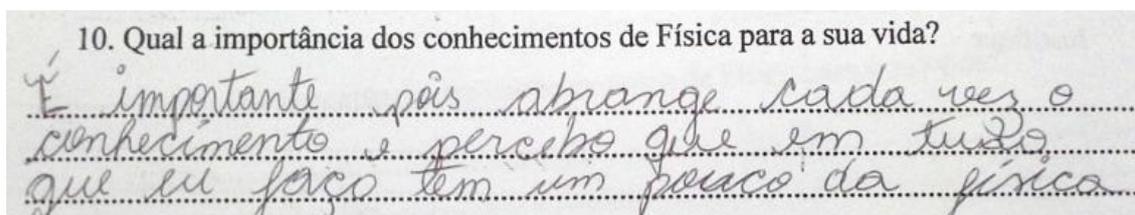
Muitos estudantes responderam que pretendem se preparar para o ENEM através de:

- ✓ Cursinhos preparatórios
- ✓ Vídeo aulas
- ✓ Tira dúvidas com professores
- ✓ Analisando revistas ou artigos
- ✓ Respondendo Exercícios
- ✓ Revisando conteúdos passados anteriormente

Muitas dessas formas de preparação podem ser alcançadas com a utilização do guia de estudos (produto educacional) que em seu conteúdo, abrange curiosidades, estimula a pesquisa, envolve o estudante através de exercícios e experimentos e expõe de maneira clara, através de pequenos textos e ilustrações, conteúdos de calorimetria.

No último item do questionário pré-teste, pediu-se para que os estudantes relatessem a importância da Física na sua vida, descrevendo a visão deles em relação a disciplina. O estudante D relatou a seguinte resposta:

Figura 12 – Resposta do aluno D retirada do questionário pré-teste.

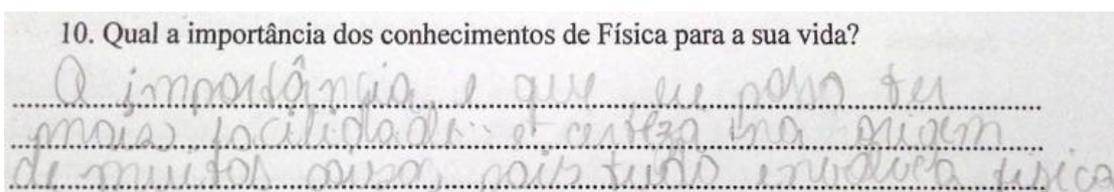


Fonte: Arquivo do Pesquisador

“É importante pois abrange cada vez o conhecimento e percebo que em tudo que eu faço tem um pouco da física.”

Para o estudante D, o olhar para os fenômenos os quais o cercam é alterado quando se tem esse conhecimento da disciplina, pois é destacado que tudo o que é realizado tem um pouco de física. Seguindo o mesmo pensamento, o estudante E explicou da seguinte forma:

Figura 13 – Resposta do aluno E retirada do questionário pré-teste.



Fonte: Arquivo do Pesquisador

“A importância é que eu possa ter mais facilidade e certeza na origem de muitas coisas, pois tudo envolve física”.

O questionário pré-teste mostrou alguns anseios dos estudantes por uma disciplina com menos cálculos e mais experimentos. Além da necessidade dos alunos por informações relevantes a respeito da geração de energia e de como usá-la de forma a nos beneficiar.

#### 4.2 *Aplicação do produto educacional.*

Durante a aplicação do produto, os grupos, inicialmente, receberam o guia de estudos (produto educacional) destacado na figura 14, para que analisassem os textos, ilustrações e curiosidades.

Figura 14 – Aplicação do produto educacional.



Fonte: Arquivo do Pesquisador

Observe na figura 14 que, durante a análise do guia, os materiais necessários para a montagem dos experimentos propostos foram expostos. O guia educacional é apresentado no APÊNDICE D.

No segundo momento, ver figura 15, cada grupo pegou o seu material e desta forma iniciou as atividades.

Figura 15 – Alunos realizando as atividades propostas pelo guia educacional.



Fonte: Arquivo do Pesquisador

A primeira atividade após a análise do guia foi à montagem do forno solar. Cada grupo demonstrou interesse e atenção no passo a passo descrito no produto educacional. Observe na figura 16, que cada grupo dividiu as tarefas entre os alunos, de acordo com suas habilidades.

Figura 16 – Divisão de tarefas na Montagem do Forno Solar.



Fonte: Arquivo do Pesquisador

Durante a montagem, o professor deixou que cada grupo procurasse a melhor maneira de realizar a montagem, executada com a interferência mínima do professor.

Isso, segundo Carl Rogers, torna o aprendizado mais prazeroso. Já que o aluno torna-se parte atuante no processo de ensino e aprendizagem.

Algumas perguntas surgiram durante a montagem. Dentre elas o funcionamento do forno solar, e a possibilidade de se preparar algum alimento com o modelo proposto. Uma das respostas dadas foi que o modelo seria uma réplica de um modelo mais elaborado. Segundo George Kelly, o aprendizado é facilitado com a construção dessas réplicas e o pequeno forno solar descreveria duas réplicas: a primeira delas seria de um forno solar mais elaborado e a segunda seria uma réplica do efeito estufa.

Durante o uso do produto educacional para a montagem do forno solar, a figura 17, demonstra a coletividade e interação dos alunos entre cada grupo, proporcionando a divisão de tarefas e uma montagem mais dinâmica da atividade.

Figura 17 – Grupos na Montagem do Forno Solar.



Fonte: Arquivo do Pesquisador

Após o primeiro grupo finalizar o forno solar, utilizou-se esse forno para ser testado, no qual foi fixado um termômetro no interior do mesmo e se colocou exposto ao sol por 30 minutos. Um dos fenômenos observados foi à condensação da água (presente na cola branca) na tampa do forno solar. A variação de temperatura foi próxima dos 20 graus Celsius.

Posteriormente, cada grupo finalizou o seu forno solar, e foi solicitado que preparassem o material para a montagem do secador solar, cuja montagem iniciou-se com o auxílio do produto educacional como mostrado na figura 18.

Figura 18 – Divisão de tarefas na Montagem do Secador Solar.



Fonte: Arquivo do Pesquisador

Durante a montagem do secador solar, muitos dos estudantes não tinham conhecimento da sua existência e conseqüentemente do seu funcionamento. Inicialmente achavam que fosse uma churrasqueira. Com a intervenção do professor, foi explicado a função de um pequeno secador e onde poderiam encontrar mais informações no guia educacional.

Na figura 19, mais alguns registros do processo de montagem do secador solar, sempre destacando a divisão de tarefas e coletividade entre os alunos.

Figura 19 – Grupos na Montagem do secador solar.



Fonte: arquivo do Pesquisador

A aplicação da parte experimental foi finalizada com a exposição de cada grupo, com o forno e secador solar, o que pode ser observado na figura 20.

Figura 20 – Dispositivos montados pelos grupos.



Fonte: arquivo do Pesquisador

Após a montagem, os alunos responderam um questionário pós-teste, como descrito na sessão seguinte.

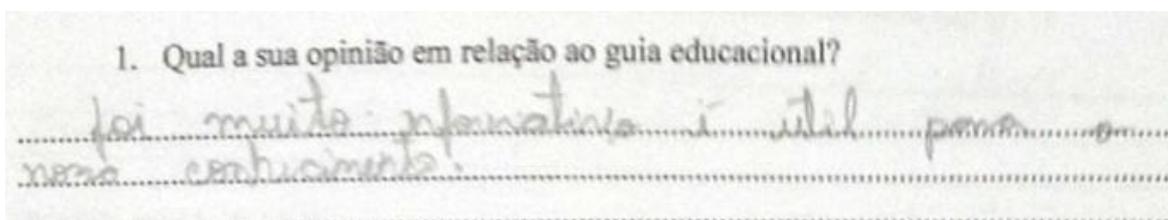
### 4.3 Análise de Dados (Questionário Pós teste).

O questionário pós teste (APÊNDICE C) teve como objetivo analisar a opinião dos alunos em relação ao produto educacional, as novas informações aprendidas e opiniões sobre o uso de fontes renováveis.

Na primeira questão, pediu-se a opinião dos alunos em relação ao guia educacional, de onde foram extraídas as seguintes respostas, como mostrado nas figuras 21 e 22.

O estudante F descreveu o produto educacional da seguinte maneira:

Figura 21- Resposta do aluno F retirada do questionário pós-teste.

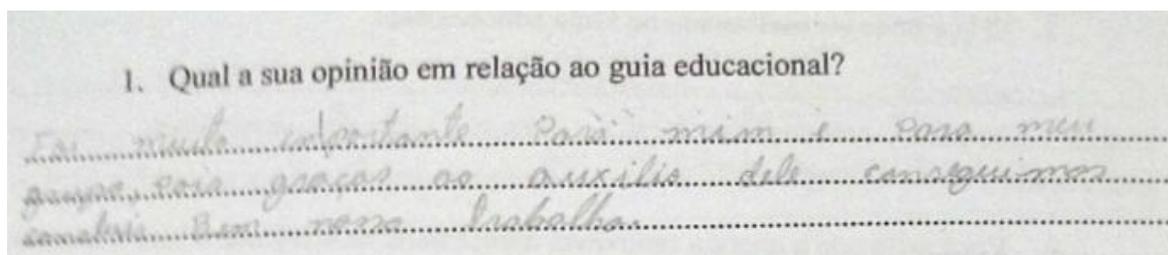


Fonte: Arquivo do Pesquisador

“foi muito informativo e útil para o nosso conhecimento”

O estudante G, se expressou da maneira a seguir:

Figura 22- Resposta do aluno G retirada do questionário pós-teste.



Fonte: Arquivo do Pesquisador

“Foi muito importante para mim e para meu grupo, pois graças ao auxílio dele conseguimos concluir bem nosso trabalho”.

Ambos estudantes relataram em suas respostas a importância do guia educacional na montagem das atividades propostas. Outros alunos descreveram com Satisfatório, Interessante, de fácil entendimento e necessário para o ensino, pois melhora na área da aprendizagem.

Para a segunda questão, buscou-se extrair dos estudantes a relevância do guia para a compreensão da Física, mais especificamente, para os assuntos propostos de

calorimetria. Dos 20 alunos pesquisados, apenas 2 deles ou 10% afirmaram que mesmo após a utilização do guia, ainda sentiam dificuldades em Física. Os outros 18 estudantes em suas respostas dividiram-se entre ser necessário um breve conhecimento de Física ou que o material pode servir como um preparatório para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).

Na proposta de desenvolvimento do guia, buscou-se oferecer aos estudantes um material claro e enxuto de assuntos de física, para dinamizar a revisão de conteúdos.

Na terceira questão do questionário pós-teste, perguntou-se aos estudantes se os experimentos propostos poderiam ser utilizados em casa, o que segundo Rogers seria uma aplicação direta da aprendizagem significativa, sendo, então um facilitador no processo de ensino aprendizagem.

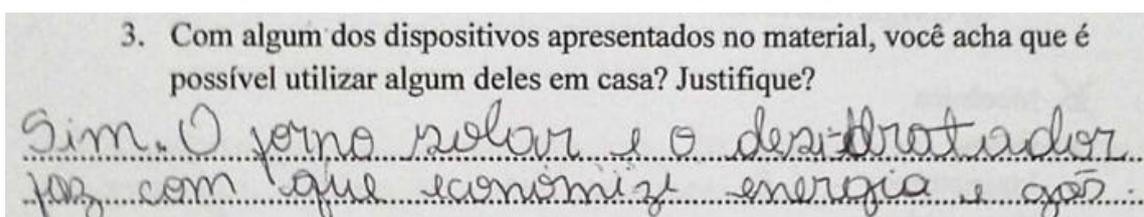
Nas respostas apresentadas, os estudantes mostraram-se bem informados em relação ao aumento das tarifas cobradas para a energia elétrica e gás de cozinha. Algumas respostas apresentadas destacaram a possibilidade do uso das atividades e, como justificativa, a possibilidade de economia de energia elétrica e gás.

Outros estudantes destacaram a facilidade de acesso aos materiais, o que possibilita o uso doméstico dos experimentos propostos.

A seguir algumas das respostas apresentadas pelos estudantes.

O estudante H justificou da seguinte maneira:

Figura 23- Resposta do aluno H retirada do questionário pós-teste.

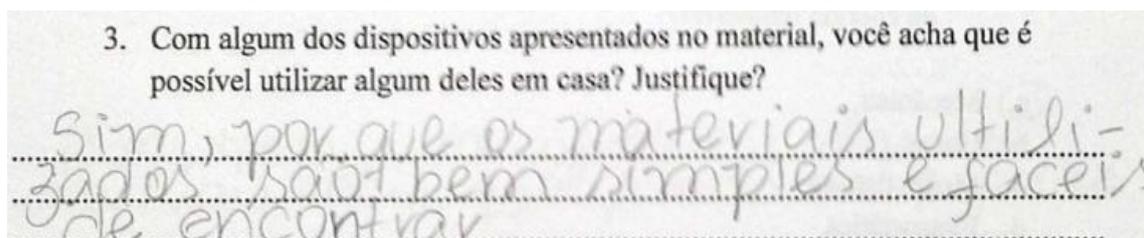


Fonte: Arquivo do Pesquisador

“Sim. O forno solar e o desidratador faz com que economize energia e gás.”

E o estudante I, na sua justificativa relatou:

Figura 24- Resposta do aluno I retirada do questionário pós-teste.



Fonte: Arquivo do Pesquisador

“Sim, por que os materiais utilizados são bem simples e fáceis de encontrar”.

Um dos estudantes observou que sendo uma atividade em sala de aula, o uso do forno e desidratador solar, nos moldes apresentados, só serviriam apenas para fins educacionais. Mas como apresentado no guia, os modelos são os mais baratos, justamente por serem utilizados em ambiente escolar, embora permita, em pequena escala o seu uso doméstico.

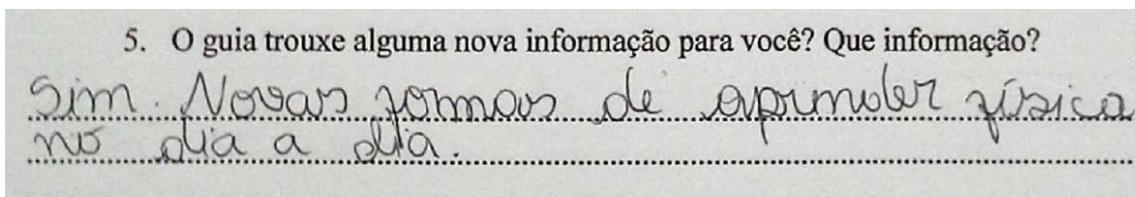
Na questão seguinte do questionário pós-teste, pretendia-se saber a opinião dos estudantes em relação aos experimentos realizados. Dentre as alternativas apresentadas, 95% dos estudantes ou 19 alunos responderam a alternativa “a” (Interessante, possível aplicar fora da sala de aula). Isso reafirma as respostas apresentadas na questão 3 onde os mesmos 95% relataram o uso dessas atividades experimentais nas residências.

Para a quinta questão foi realizada a seguinte pergunta:

**O guia trouxe alguma nova informação para você? Que informação?**

Dentre algumas das respostas apresentadas pelos estudantes, muitos reconheceram que o elo entre teoria e prática foi uma nova informação, como mostrado na figura 25 pelo estudante J:

Figura 25- Resposta do aluno J retirada do questionário pós-teste.

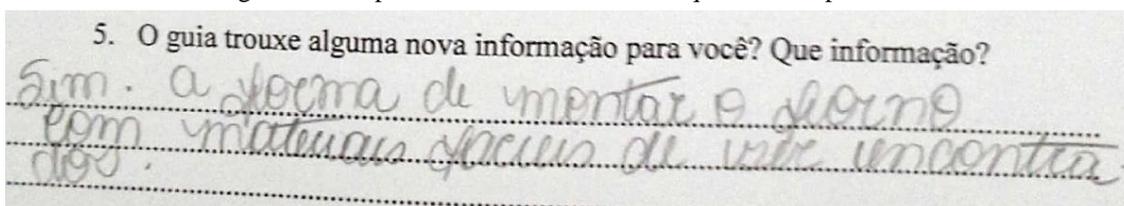


Fonte: Arquivo do Pesquisador

O estudante G citou a importância de aprender a Física no cotidiano; outros estudantes destacaram o próprio forno solar e desidratador solar como nova informação e o processo de funcionamento quando expostos ao sol.

Noutra resposta apresentada no questionário, destacou a facilidade de encontrar os materiais propostos, como descrito pelo estudante K.

Figura 26- Resposta do aluno K retirada do questionário pós-teste.



Fonte: Arquivo do Pesquisador

Para a sexta questão, procurou-se observar em quais áreas os alunos buscariam um aprofundamento do conhecimento no futuro. No guia, os assuntos estudados envolvem a Física e aproveitamento da Energia Renovável (energia solar). Para os 20 estudantes pesquisados, 19 deles demonstraram interesse em aprofundar o conhecimento nessas áreas e apenas 1 estudante deixou a resposta em branco.

As respostas foram distribuídas da seguinte maneira:

**a) Sim, a parte relacionada aos assuntos de Física.**

Resposta escolhida por 20% dos estudantes.

**b) Sim, a parte relacionada com energia renovável.**

Resposta escolhida por 30% dos estudantes.

**c) Sim, a parte relacionada à Física e energia Renovável.**

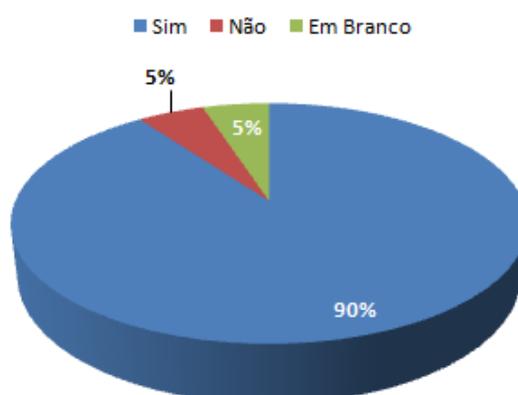
Resposta escolhida por 45% dos estudantes.

A sexta questão ainda apresentava a alternativa d, que ao ser respondida indicava nenhum interesse do estudante em aprofundar seus conhecimentos. Essa alternativa não foi escolhida por nenhum dos estudantes.

Na sétima questão, foi perguntado aos estudantes sobre a qualidade do material apresentado e utilizado pelos grupos para a realização dos experimentos.

Gráfico 05: Análise do Guia Educacional.

### **Os assuntos abordados, bem como as ilustrações ficaram de fácil entendimento?**



Fonte: Arquivo do Pesquisador

Como mostrado no gráfico 05, 90% dos alunos acharam o material claro e de fácil compreensão.

Na oitava questão foi perguntado aos estudantes se algo poderia ser melhorado no guia educacional, posto que durante a utilização do guia, o professor pediu que em caso de dúvidas ou má interpretação que o grupo relatasse no guia para ser corrigido.

Algumas respostas apresentadas pelos estudantes sugeriram:

- ✓ Uma maior clareza no passo a passo.
- ✓ Uma quantidade maior de experimentos
- ✓ Aplicação por mais vezes em sala de aula

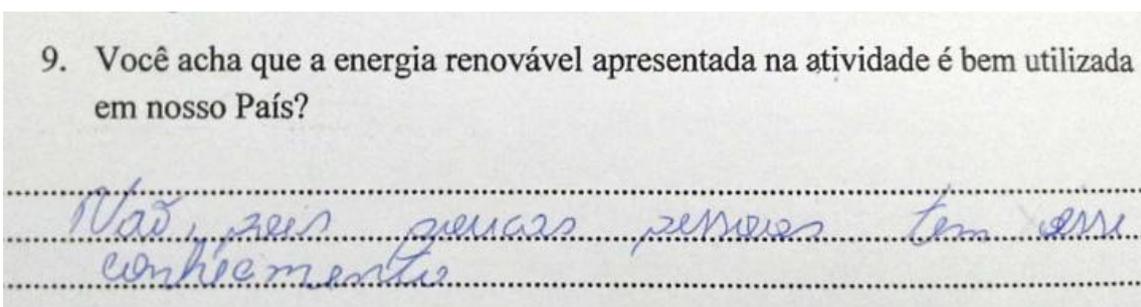
Outros estudantes relataram o guia da maneira a seguir:

- ✓ Satisfatório
- ✓ Ótimo
- ✓ Não precisa ser melhorado, pois ele ajuda nas partes de leitura e também nas gravuras.

Na nona questão buscou se descobrir o conhecimento dos alunos em relação à utilização da energia renovável em nosso País, e se o uso dessas fontes de energia é bastante utilizado.

Diante do questionamento, 13 estudantes relataram que a energia apresentada no guia não tem uso apropriado em nosso país, mesmo possuindo uma localização privilegiada que garante radiação solar o ano inteiro. Essa foi a justificativa de um estudante para sua resposta, e um dos propósitos dessa dissertação: uma possível causa para o uso de energias renováveis serem pequenas em nosso país, deve-se a falta de conhecimento de grande parte da população. A estudante L, justificou da maneira a seguir:

Figura 27 - Resposta do aluno L retirada do questionário pós-teste.



Fonte: Arquivo do Pesquisador

“Não, pois poucas pessoas tem esse conhecimento.”

Dois estudantes deixaram respostas em branco e cinco estudantes acham que as energias renováveis são bem utilizadas, mas em suas justificativas apenas disseram que a energia advinda do sol é profusa em nosso país, sem mais informações a respeito de sua utilidade.

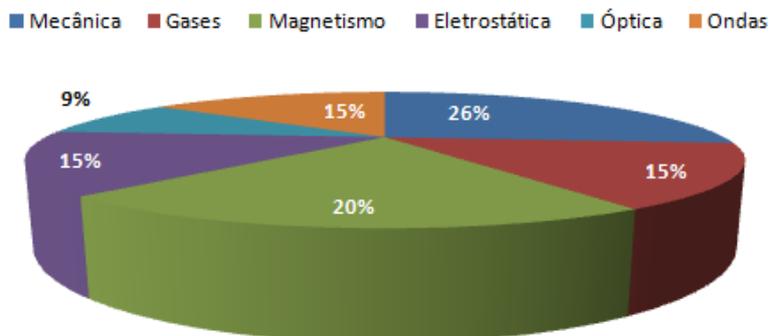
Após a análise do guia educacional e a realização dos experimentos, perguntou se na décima questão, que outras áreas da Física os estudantes gostariam de estudar através do uso das fontes de energia renovável. O estudante estava livre para marcar mais de uma opção.

- ✓ Mecânica
- ✓ Gases
- ✓ Magnetismo
- ✓ Eletrostática
- ✓ Óptica
- ✓ Ondas
- ✓ Outros. (CITE.....)

As respostas apresentadas pelos estudantes foram distribuídas entre as seis áreas propostas, sendo a parte relacionada a Óptica com menor escolha e a área da Mecânica com o maior número de preferência entre os estudantes..

Gráfico 06: Assuntos que poderiam ser associados as fontes de energias renováveis

### Que outros assuntos, você gostaria de ver associados com as fontes de energia renovável?



Fonte: Arquivo do Pesquisador

Diante dos resultados obtidos no gráfico 06, podemos dizer que o guia proposto nesta dissertação, para o estudo da Calorimetria através de dispositivos solares, pode servir como fundamento para a elaboração de materiais semelhantes para o estudo de diversas áreas da Física, contemplando dessa maneira, todas as séries do ensino médio.

## **CAPÍTULO 5**

### **Considerações Finais**

Inspirada nos teóricos humanistas Carl Roger e George Kelly e motivada um suas teorias, esta dissertação através do produto educacional, destacou a importância do discente no processo de ensino e aprendizagem, a partir dos experimentos e textos apresentados no produto.

Durante a aplicação do produto educacional, observou-se a interação e comprometimento dos estudantes para a realização das atividades, bem como o interesse em aprofundar o conhecimento sobre os dispositivos solares. O que ressalta o caráter de cidadania despertado com o tema escolhido.

As práticas apresentadas no produto educacional se tornam úteis além dos “muros da escola”. Esse ensino chamado por Rogers como aprendizagem significativa mostra ao estudante a importância do que é ensinado pelos professores em sala de aula. Para Ricardo Ribeiro (2004) a aplicação prática da teoria torna-se um aliado porque é dessa maneira que o docente consegue entusiasmar o aluno, a ponto de fazê-lo apostar e experimentar o que o professor passa “horas” dizendo o que precisa ser feito.

Diante do exposto, a participação dos alunos no processo de ensino aprendizagem, torna-se ineficiente, se considerarmos apenas o que pode ser ensinado através do que é divulgado nos livros didáticos, no entanto com a utilização do guia educacional que contempla informações a respeito do sol, conceitos físicos e dispositivos solares (montagem e utilização) essa participação proporciona ao estudante um desenvolvimento intelectual e pensamento crítico.

Um conhecimento maior na utilização da energia solar térmica mostra se uma solução viável e econômica para uma sociedade cada vez mais necessitada de energia. O produto desenvolvido mostrou-se como uma alternativa educacional viável para a realização de atividades experimentais pelo professor em sala de aula as quais propiciem ao estudante seu uso no ambiente doméstico.

Portanto, a utilização do produto educacional no ambiente escolar, por mostra-se ao docente um meio facilitador para fazer a ligação entre ensinar a disciplina e desenvolver, no aluno, um pensamento crítico em relação à intervenção do homem na natureza.

## Referências Bibliográficas

ATLAS SOLARIMÉTRICO DO BRASIL  
<[http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Atlas\\_Solarimetrico\\_do\\_Brasil\\_2000.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Atlas_Solarimetrico_do_Brasil_2000.pdf)> Acesso em: 10 Ago. 2016.

BARBOSA, Raquel Lazzari Leite (organizadora). *Trajetórias e perspectivas da formação de educadores*. – São Paulo: Editora UNESP, 2004.

BARROS, M. A. e BASTOS, H. F. B. N. Investigando o uso do ciclo da experiência Kellyana na compreensão do conceito de difração de elétrons. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v.24, n.1, 2007.

BEN-DOV, Yoav. *Convite à Física*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 1996.

BÔAS, N. V., DOCA, R. H. e BISCUOLA, G. J., *Física: Termologia, Ondulatória, Óptica*, vol. 2, 3 ed. – São Paulo: Saraiva, 2016.

BRASIL. [Lei Darcy Ribeiro (1996)]. LDB : Lei de diretrizes e bases da educação nacional : Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. – 13. ed. – Brasília : Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2016. – (Série legislação ; n. 263 PDF) Disponível em: <[http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/19339/ldb\\_10ed.pdf?sequence=1](http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/19339/ldb_10ed.pdf?sequence=1)> Acesso em: 22 set. 2017.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. *Calor e Temperatura: um ensino por investigação*; Anna Maria Pessoa de Carvalho, organizadora. – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

DAMASIO, Felipe e STEFFANI, Maria Helena. Ensinando física com consciência ecológica e com materiais descartáveis. *Rev. Bras. Ensino Fís.* [online]. 2007, vol.29, n.4, pp.593-597. ISSN 1806-1117. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11172007000400018>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

EISBERG, RESNICK, *Física Quântica Átomos, Moléculas, Sólidos, Núcleos e Partículas* 35ª reimpressão, Rio de Janeiro, 1979.

FERREIRA, M. J. G. Usando a Energia Solar. *Rev. Bras. Ensino Fís.* [online]. 1985, vol.7, n.2 < <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol07a17.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

FERREIRA, N.C. e MISSONO, M. C. D. Laboratório Caseiro: Coletor Solar. *Cad. Cat. Ens. Fis* [online]. 1985, vol.2, n.2 < <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7973/7356>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

FRANSELLA, F. (2008) *Review of Trevor Butt: George Kelly – The Psychology of Personal Constructs*.

GASPAR, A. *Compreendendo a Física*, vol. 2, 3 ed. – São Paulo: Ática, 2016

GIL, Antonio Carlos 1946 – *Como Elaborar Projetos de Pesquisa/Antonio Carlos Gil.* – 4ed.-São Paulo: Altas 2002

GONÇALVES, F. A e TOSCANO, C., Física: Interação e Tecnologia, vol. 2, 2 ed. – São Paulo: Leya, 2016.

GUIMARÃES, O., PIQUEIRA, J. R., CARRON, W., Física, vol. 2, 2 ed. – São Paulo: Ática, 2016.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; KRANE, Kenneth S. *Física 3.* v. 3. 4. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2006.

HINRICHS, ROGER A. *Energia e meio ambiente* – tradução da 3.ed. norte-americana./Roger A. Hinrichs, Merlin Kleinbach; [tradução técnica Flávio Maron Vichi, Leonardo Freire de Mello]. – São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

INCROPERA, FRANK P. ...et al. *Fundamentos de transferência de calor e de massa*/ tradução e revisão técnica Eduardo Mach Queiroz, Fernando Luiz Pellegrini Pessoa.- [Reimpr.] – Rio de Janeiro: LTC, 2011.

LIMA, D.; ALMEIDA, A. L.; LOPES, C. O. Laboratório Caseiro: Protótipo de um coletor solar didático. *Cad. Cat. Ens. Fis.* [online]. 1986, vol.3, n.2 <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7923/7287>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

MAGILL, Richard A. *Aprendizagem Motora: Conceitos e Aplicações*; tradução Aracy Mendes da Costa; revisão técnica José Fernando Bitencourt Lomônaco – São Paulo: Edgar Blucher, 2000.

MOREIRA, M. A. *Teorias de Aprendizagem*; São Paulo: Editora E.P.U, 2015

NASCIMENTO, L. A. Avaliação do processo de evaporação em açudes do Rio Grande do Norte / Letícia Aquino do Nascimento. - 2017.

NUSSENZVEIG, H. M., *Curso de Física Básica 4.* ed. rev., São Paulo: Ed. Edgar Blucher, 2002, v.2

NÓVOA, A. *Formação de professores e trabalho pedagógico.* Lisboa: Educa, 2002.

PLANETA RECICLÁVEL  
<[http://www.planetareciclavel.com.br/desperdicio\\_zero/Kit\\_res\\_17\\_solar.pdf](http://www.planetareciclavel.com.br/desperdicio_zero/Kit_res_17_solar.pdf)> Acesso em: 10 de Ago. 2016.

PIMENTEL, J. R. Laboratório Caseiro: Sistema de Aquecimento Solar Didático empregando uma bandeja metálica. *Cad. Cat. Ens. Fis.* [online]. 1987, vol.4, n.2 <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7855/7223>> . Acesso em: 20 jan. 2018.

PIMENTEL, J. R.; LUCIANO, E. A.; MORAES, M. B. Sistema de Aquecimento Solar Didático. *Rev. Bras. Ensino Fís.* [online]. 1989, vol.11, <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol11a01.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

PINHO, J.T. e GALDINO, M.A. *Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltáicos*: Rio de Janeiro, 2014.

PRODANOV, Cleber Cristiano. *Metodologia do trabalho científico* [recurso eletrônico] : métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico / Cleber Cristiano Prodanov, Ernani Cesar de Freitas. – 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

REGINALDO, C.C.; Sheid, N.J.; Gullich, R.I.C. O ensino de ciências e a experimentação. In: Anais do Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul, 2012. Disponível em: <<http://www.uces.br/etc/conferencias/index.php/anpedsul/9anpedsul/paper/viewFile/2782/286>> . Acesso em: 10 nov. 2017.

RIBEIRO, Ricardo. . *Dez princípios sobre professores e formação de professores*. In: Raquel Lazzari Leite Barbosa. (Org.). *Trajetórias e perspectivas da formação de educadores*. 1aed.São Paulo: Unesp, 2004, v. , p. 117-126.

SHARP, Ann Margaret e SPLITTER, Laurence J. *Uma Nova Educação: A Comunidade de Investigação na Sala de Aula*. Trad. de Laura Pinto Rebessi. São Paulo: Nova Alexandria, 1999.

SILVA, Juarez de Sousa; *Secagem e armazenagem de produtos agrícolas* / Editor S444 Juarez de Sousa e Silva. – Viçosa : Aprenda Fácil, 2008.

SILVA, R. et al. Células Solares Caseiras. . *Rev. Bras. Ensino Fís.* [online]. 2004, vol.26, n.4 <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/040608.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

TIBA, Chigueru. *Atlas solarimétrico do Brasil: Banco de dados solarimétricos*: Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2000.

TIPLER, Paul A.; MOSCA, Gene, *Física para Cientistas e Engenheiros – mecânica, Oscilações e Ondas, Termodinâmica*. 6ed. – Rio de Janeiro: LTC, 2015.

TORRES et al, *Física: Ciência e Tecnologia*, 4 ed. – São Paulo: Moderna, 2016.

VÁLIO, A. B. M. et al, *Ser protagonista*, 3. ed. – São Paulo: Edições SM, 2016.

# Apêndice A

## TERMO DE CONSENTIMENTO.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA – UFPI  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – POLO UFPI



### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Orientadora: **Cláudia Adriana de Sousa Melo**  
Mestrando: **Jonyson Marcos Borges da Rocha**

Você está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), da pesquisa: USO DOS DISPOSITIVOS TÉRMICOS CASEIROS – ESTUDO DA CALORIMETRIA: uma proposta alternativa de aprender e observar a Física presente em dispositivos caseiros, no caso de você concordar em participar, favor assinar ao final do documento. Sua participação não é obrigatória, e não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador(a) ou com a instituição.

**PROCEDIMENTOS DO ESTUDO:** (se concordar em participar da pesquisa, você terá que responder a um questionário sobre um Guia Educacional). Esse Guia foi elaborado a partir dos dispositivos que utilizam energia Solar, onde são descritos conceitos Físicos, sendo então uma opção didática a ser utilizada em sala. Os dados coletados servirão como alicerce no desenvolvimento de temas da dissertação, tais como: Recursos Didáticos, Energia Solar, Aprendizagem Significante.

**CONFIDENCIALIDADE DA PESQUISA:** *todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Somente o mestrando e o orientador terão conhecimento dos dados. E sua divulgação se dará de maneira anônima.*

---

### CONSENTIMENTO DE PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO

Declaro que li as informações contidas nesse documento, fui devidamente informado pelo mestrando – Jonyson Marcos Borges da Rocha – os objetivos, procedimentos do estudo que serão utilizados, a confidencialidade da pesquisa, concordando ainda em participar da pesquisa. Declaro ainda que recebi uma cópia desse Termo de Consentimento e autorizo a realização da pesquisa e a divulgação dos dados de maneira anônima, obtidos neste estudo.

Teresina, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2017.

---

Assinatura do Aluno(a) ou responsável caso o aluno seja menor de 18 anos que irá responder o questionário

## Apêndice B

### QUESTIONÁRIO PRÉ TESTE.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA – UFPI  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – POLO UFPI

#### QUESTIONÁRIO 1 (PRÉ TESTE)

1. Você conhece alguma fonte de energia renovável?

(        ) SIM                    (        ) NÃO

Se a resposta for sim, quais fontes de energia você conhece?

.....  
.....  
.....  
.....

2. Você considera Possível aprender Física através do estudo de alguma fonte de Energia Renovável?

(        ) SIM                    (        ) NÃO

Se a resposta for sim, quais conteúdos e como associa lós à Física.

.....  
.....  
.....  
.....

3. Na sua opinião, o que pode ser feito para o estudo de Física tornar-se prazeroso?

- (        ) Através de Experimentos
- (        ) Através de muitos cálculos
- (        ) Através da Aplicação do assunto no cotidiano do aluno
- (        ) Através de leitura
- (        ) Outros, cite:.....

4. Associar a física com situações do seu cotidiano torna a disciplina interessante?

(        ) SIM                    (        ) NÃO

Justifique

.....  
.....  
.....

5. Você de alguma forma é beneficiado por algum tipo de energia renovável ?

(        ) SIM                    (        ) NÃO

Se a resposta for sim, na questão anterior, cite algum dos benefícios

.....  
.....

6. No Brasil, a energia é gerada principalmente a partir de que maneira.

- a) Energia Térmica
- b) Energia Solar
- c) Energia Hidrelétrica
- d) Energia Eólica
- e) Energia Nuclear

7. No seu livro didático é comentado algo sobre energia solar?

- e) Sim, apenas como texto complementar
- f) Sim, associado ao conteúdo da disciplina
- g) Não, já procurei no livro
- h) Não sei, não costumo utilizar o livro

8. Você já se deparou com alguma notícia sobre energia solar?

(     ) SIM            (     ) NÃO

Se a resposta for sim, qual foi a notícia?

.....  
.....

9. De que maneira você pretende revisar os conteúdos de Física para a realização do ENEM?

.....  
.....

10. Qual a importância dos conhecimentos de Física para a sua vida?

.....  
.....

## Apêndice C

### QUESTIONÁRIO PÓS TESTE.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA – UFPI  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – POLO UFPI

#### QUESTIONÁRIO 2 (PÓS TESTE)

1. Qual a sua opinião em relação ao guia educacional?

.....  
.....  
.....

2. O guia é um importante material para aprender Física?

- a. Sim, mas é necessário um breve conhecimento do Tema.
- b. Não, o livro ainda é a melhor opção.
- c. Não, ainda sinto dificuldades em Física.
- d. Sim, um ótimo material preparatório para o ENEM.

3. Com algum dos dispositivos apresentados no material, você acha que é possível utilizar algum deles em casa? Justifique?

.....  
.....  
.....

4. O que você achou dos experimentos apresentados pelo professor?

- a. Interessante, mas útil apenas em sala de aula.
- b. Interessante, possível aplicar fora da sala de aula.
- c. Regular, Pois não consegui perceber a Física no experimento.
- d. Regular, pois é necessário apenas em sala de aula.

5. O guia trouxe alguma nova informação para você? Que informação?

.....  
.....  
.....

6. Você pretende aprofundar seu conhecimento em algum dos assuntos abordados no guia educacional.

- a. Sim, a parte relacionada aos assuntos de Física.

- b. Sim, a parte relacionada com a energia renovável.
- c. Sim, a parte relacionada à Física e energia renovável.
- d. Não

7. Os assuntos abordados, bem como as ilustrações/figuras ficaram de fácil entendimento?

(        ) SIM                    (        ) NÃO

8. O que pode ser melhorado no Guia educacional?

.....  
.....

9. Você acha que a energia renovável apresentada na atividade é bem utilizada em nosso País?

.....  
.....

10. Que outros assuntos de Física você gostaria de ver associado com as fontes de energia renovável?

- a. Mecânica
- b. Gases
- c. Magnetismo
- d. Eletrostática
- e. Óptica
- f. Ondas
- g. Outros. (CITE.....)

## **Apêndice D**

### **PRODUTO EDUCACIONAL**

**(Para um melhor uso do produto educacional necessário que sua impressão seja executada no modo livreto)**



**Uso dos Dispositivos Térmicos caseiros:  
Estudo da Calorimetria**

**Mestrando: Jonyson Marcs Borges da Rocha**  
**Orientadora: Professora Dra. Claudia Adriana de Sousa Melo**

**TERESINA - PI**

## Prefácio

O produto educacional desenvolvido faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de mestre e tem como objetivo mostrar ao estudante a física através de situações práticas do cotidiano.

Neste material o estudante é levado a montar sistemas de aquecimento e secagem de alimentos por meio de registros fotográficos de todo o processo de montagem.

O material elaborado pelo discente Jonyson Marcs Borges da Rocha com a orientação da professora Dra. Cláudia Adriana de Sousa Melo, informa aos estudantes diferentes dispositivos térmicos e os fenômenos físicos relacionados. Apresenta exercícios, ilustrações e fotos.

Apresenta ainda, o que, segundo a teoria de George Kelly, seriam réplicas.

Durante a execução das atividades, de acordo com o autor citado, os alunos poderão encontrar meios alternativos para a montagem dos dispositivos usados.

## Ao Professor

O livro contém informações sobre as trocas de calor e suas aplicações através da energia solar e o aproveitamento térmico das mesmas. Os conceitos físicos, aqui aplicados, são contextualizados por meio dos dispositivos térmicos apresentados.

No primeiro momento, o professor apresentará o manual aos estudantes para que possam realizar uma breve leitura e listar os pontos interessantes a serem discutidos em sala de aula. Caso prefira, o professor poderá utilizar um data show e realizar a leitura com a turma.

A partir disso, o professor dará continuidade a aula, acrescentando com informações relevantes a respeito do tema descrito no produto educacional.

Algumas sugestões de temas a serem discutidos em sala de aula.

- A energia Elétrica gerada a partir da energia solar é apenas através dos painéis fotovoltaicos?
- Por que nas regiões próximas a linha do Equador a radiação Solar é maior?

No segundo encontro o professor realizará a separação dos alunos por grupos, os quais separadamente receberão uma cópia do produto educacional e os materiais necessários para a montagem das atividades propostas. O professor poderá utilizar data show para apresentar as imagens referentes a montagem dos experimentos. É importante que o

professor, nesse momento intervenha apenas quando solicitado ou quando observar que a atividade esta sendo realizada de maneira inadequada.

Após a montagem do experimento (Forno Solar ou Secador Solar) o professor pode sugerir atividades e questionar os grupos a respeito das possibilidades de utilização dos equipamentos, bem como de que maneiras eles podem ser melhorados.

Dependendo da dinâmica em sala de aula, a montagem dos experimentos podem durar uma ou duas aulas.

Para o terceiro encontro, o professor poderá questionar os alunos a respeito das atividades propostas no segundo encontro. Para isso é sugerido que ele faça os seguintes questionamentos:

- Houve um aumento de temperatura no interior do forno solar, em relação à temperatura ambiente?
- O alimento colocado no secador solar, por um período de 24 horas de exposição, apresentou com qual aspecto?
- Quais as novas informações lhe chamaram mais atenção?

Convém que o aluno consiga observar a importância da utilização dos materiais, para o bom rendimento dos equipamentos. Nessa parte final, é sugerido que o professor reforçe a ligação entre os conteúdos estudados e os experimentos propostos, como nos exemplos a seguir:

## Para o Forno Solar

- Condução Térmica

O uso do Papelão e a importancia das partes vazias que o mesmo apresenta, tornando-o um péssimo condutor térmico

- Convecção Térmica

Uso da Pasta escolar para evitar que o ar quente escape da caixa

- Radiação Térmica

Uso do Papel alumínio

Uso do Papel de Cor escura

- Calor Sensível

Variação de temperatura no aquecimento dos materiais

- Escalas Termométricas

A variação corresponde a quais valores nas escalas Fahrenheit e Kelvin

## Para o Secador Solar

- Condução Térmica

Uso do Isopor

- Convecção Térmica

As duas aberturas em alturas diferentes

- Radiação Térmica

Uso do Papel alumínio

- Calor Latente

Que mudança de estado físico ocorre quando o alimento está totalmente desidratado.

## Ao Estudante

Este livro consiste exclusivamente em mostrar alternativas de estudar a calorimetria através de sistemas de aproveitamento solar térmico. Textos informativos e passo a passo das atividades tornam a forma de aprender mais inclusiva e participativa.

Esperamos que o material proposto, neste livro, possa lhe proporcionar uma mudança positiva a respeito dos conteúdos aqui abordados e que seja um grande reforço didático, facilitando o entendimento dos temas e proporcionando uma alfabetização científica através do livro paradidático.

# Sumário

## Introdução

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Capítulo 1 | Características da Radiação Solar Incidente.....      | 11 |
| 1.1        | Radiação Solar no Brasil.....                         | 12 |
| Capítulo 2 | A calorimetria presente nos dispositivos solares..... | 17 |
| 2.1        | Termômetros.....                                      | 17 |
| 2.2        | Escalas Termométricas.....                            | 19 |
| 2.2.1      | Conversão entre as escalas termométricas.....         | 21 |
| 2.3        | Os processos de propagação do calor.....              | 23 |
| 2.3.1      | Condução Térmica.....                                 | 23 |
| 2.3.2      | Convecção Térmica.....                                | 25 |
| 2.3.3      | Radiação Térmica.....                                 | 26 |
| 2.4        | Quantidade de Calor Sensível e de Calor Latente.....  | 28 |
| 2.4.1      | Quantidade de Calor Sensível.....                     | 28 |
| 2.4.2      | Quantidade de Calor Latente.....                      | 30 |
| Capítulo 3 | Fogão Solar.....                                      | 33 |
| 3.1        | Fogão tipo Pannel.....                                | 33 |
| 3.2        | Fogão Parabólico.....                                 | 35 |
| 3.3        | Fogão Solar tipo Caixa.....                           | 37 |
| Capítulo 4 | Construindo um Forno Solar de baixo Custo.....        | 40 |
| 4.1        | Objetivos.....  | 40 |
| 4.2        | Justificativa.....                                    | 40 |
| 4.3        | Materiais.....  | 40 |
| 4.4        | Montagem.....   | 42 |

|   |    |
|---|----|
| 4.5 Exercícios.....   | 50 |
| Capítulo 5 Secador Solar.....                               | 54 |
| Capítulo 6 Construindo um secador solar de baixo custo..... | 57 |
| 6.1 Objetivos.....  | 57 |
| 6.2 Justificativa.....                                      | 57 |
| 6.3 Materiais.....  | 58 |
| 6.4 Montagem.....   | 59 |
| 6.5 Exercícios.....   | 64 |
| Referências Bibliográficas.....                             | 66 |

## Introdução

O produto apresentado torna-se um facilitador na difusão da física no ensino médio, fazendo-se um grande aliado na aprendizagem do discente. Dessa maneira, segundo Moreira (2015), a não utilização do quadro de giz leva, naturalmente, ao uso de atividades colaborativas tais como: seminários, projetos, pesquisas, discussões, painéis, possibilitando o uso de diversas estratégias, as quais devem ter subjacentes os demais princípios.

Segundo Carvalho (2014), a utilização de experimentos contribui de maneira fundamental na construção do conhecimento e a utilização de experimentos.

Como ponto de partida, segundo suas palavras temos:

Uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem, mudar de atitude e começar a perceber e a agir sobre o seu objeto de estudo, relacionando este objeto com acontecimentos. Além disso aprende a buscar as causas dessa relação, procurando uma explicação para o resultado de suas ações e/ou interações (Carvalho, Anna Maria Pessoa de; Calor e Temperatura: um ensino por investigação; São Paulo 2014; p.46).

Nas páginas seguintes deste material, serão mostrados os assuntos de Física a seguir:

- O sol e suas características
- Escalas Termométricas (CELSIUS, KELVIN e FAHRENHEIT)
- Processos de Propagação do Calor (CONDUÇÃO, CONVECÇÃO E RADIAÇÃO).
- Calorimetria (CALOR SENSÍVEL, CALOR LATENTE)

Os conteúdos citados serão observados de maneira prática através da montagem e execução dos dispositivos térmicos propostos.

- Forno solar
- Secador solar

Dessa forma, ao mesmo tempo em que se pretende ampliar o interesse pela disciplina, despertará no aluno uma conscientização ambiental.

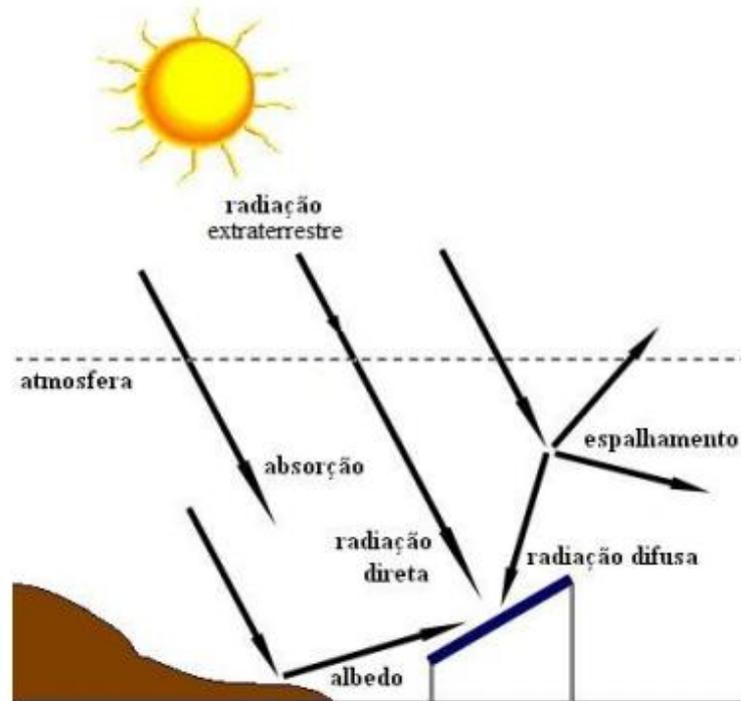
## 1. Características da Radiação Solar Incidente

Em um trabalho cuja proposta é a montagem e aplicação de equipamentos que utilizem a energia solar e a física aplicada nesses dispositivos, vale destacar algumas informações importantes a respeito do Sol e a maneira como essa radiação é aproveitada aqui na Terra, mais precisamente no Brasil.

No Sol, a energia é liberada a partir de reações termonucleares, onde quatro prótons são fundidos em um núcleo de Hélio. Com a liberação de energia, estima-se que o Sol tenha reserva de hidrogênio suficiente para alimentar reações nucleares por mais 5 bilhões de anos (Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos, 1999, p. 68). A energia do Sol que atinge diariamente a Terra varia de 6800 kJ/m<sup>2</sup>/dia, no norte da Europa a 23000 kJ/m<sup>2</sup>/dia, nas regiões áridas, próximas ao Equador. Esta quantidade de Radiação Solar que chega à Terra é chamada de **insolação**. (HINRICHS; KLEINBACH; BELICO, 2014, p.

199). A seguir, são apresentados os componentes da radiação solar, e a maneira pela qual a Terra é atingida por ela.

**Figura 01:** COMPONENTES DA RADIAÇÃO SOLAR



Fonte: Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos - p. 78

A insolação que chega à superfície é composta de um feixe direto do Sol (a radiação que forma a sombra), de uma componente difusa (radiação difundida pelas nuvens que vem de todo o céu) e de uma componente refletida (radiação difundida a partir do solo), como mostrado na figura 01 (HINRICHS; KLEINBACH; REIS, 2014, p. 200). A fração de luz refletida pelo planeta é denominada de albedo.

## 1.1 Radiação Solar no Brasil

Historicamente, o agravamento da situação ambiental na Terra teve início no final do século XVIII, após a Revolução Industrial, posto que a partir dessa época houve uma melhoria das condições de vida na sociedade, contribuindo para o crescimento populacional que suscitou a necessidade

de investimento em novas técnicas de produção, voltadas ao atendimento da demanda cada vez maior por bens e serviços. Tal fato resultou na intensificação da exploração dos recursos naturais e, conseqüentemente, no aumento da produção de bens de consumo. (PITTON, 2009 p.92)

Ao longo dos anos muitas conferências, acordos e tratados foram criados na tentativa de se obter meios para a redução da poluição no planeta. No Brasil, vivemos uma crise energética, que acarreta no aumento do valor cobrado da energia e, por consequência, causando um grande impacto negativo na economia. Sabe-se que a maior parte da energia utilizada em nosso país é advinda das hidrelétricas, ocasionando um enorme impacto ambiental. Somado a isso, o ciclo das chuvas em certas regiões é irregular. E sem água nas barragens a geração de energia através dos recursos hídricos, fica inviável. Portanto, o correto aproveitamento da energia solar (térmica ou fotovoltaica), por ser renovável proporciona muitas vantagens ao desenvolvimento econômico. Além de ter um potencial imenso (HINRICHS; KLEINBACH; REIS, 2014, p. 196).

Temos na Figura 02, o mapa do Brasil mostrando a média anual da radiação solar a que incide. Segundo Teixeira (2017), por se localizar em uma região inter-trópica é notório o potencial do país na utilização dessa fonte de energia.

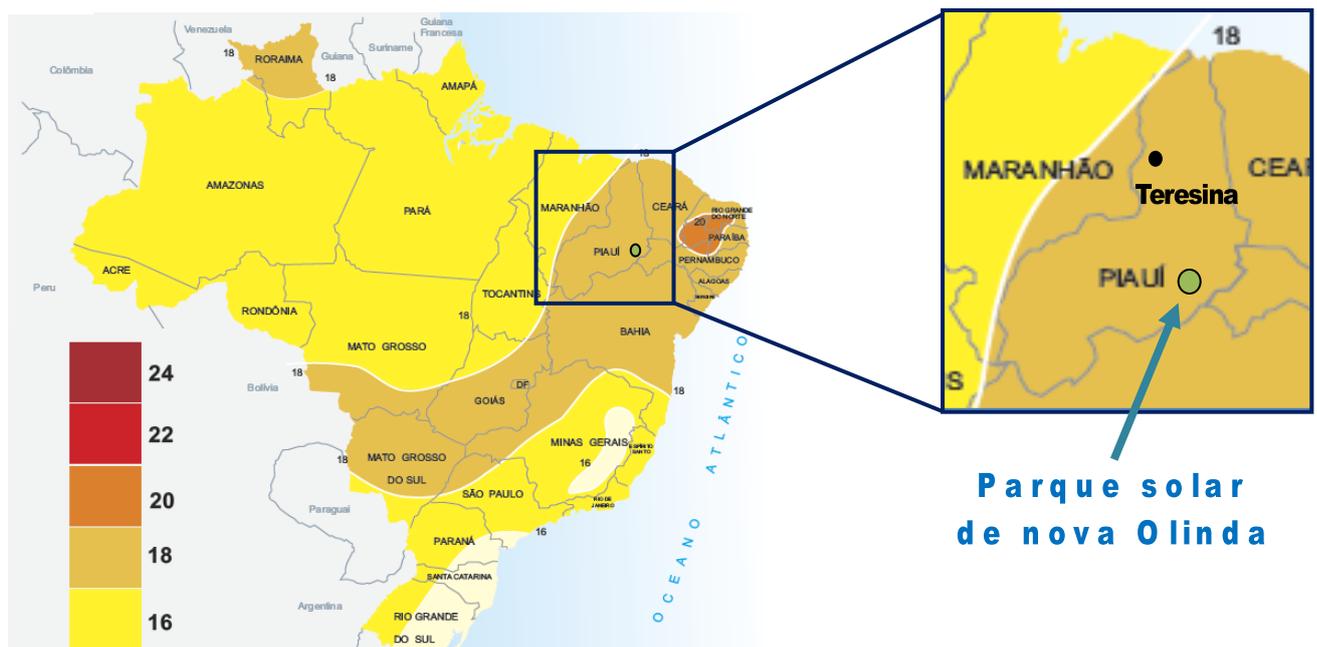
Observe que toda a região nordeste recebe uma grande incidência de radiação solar. Vale destacar que, nessa região, mais precisamente nas cidades de São João do Piauí e Ribeira do Piauí, localizadas no

Piauí, está sendo construída a maior usina de energia solar da América latina A responsabilidade da construção é da ENEL<sup>1</sup>.

O parque solar denominado de Nova Olinda receberá investimentos estimados em 300 milhões de dólares e, segundo a ENEL, a importância da usina está descrita da seguinte maneira:

Uma vez concluída, a nova instalação, que vai ocupar uma área de 690 hectares, terá uma capacidade instalada total de 292 MW e será capaz de gerar mais de 600 GWh por ano, o suficiente para atender às necessidades de consumo de energia anual de cerca de 300.000 lares brasileiros, evitando a emissão de cerca de 350.000 toneladas de CO<sub>2</sub> para a atmosfera. (ENEL INICIA CONSTRUCAO NO BRASIL DA MAIOR USINA DE ENERGIA SOLAR DA AMERICA LATINA; p. 1).

**Figura 02** - RADIAÇÃO SOLAR GLOBAL DIÁRIA, MÉDIA ANUAL (MJ/m<sup>2</sup>. Dia).



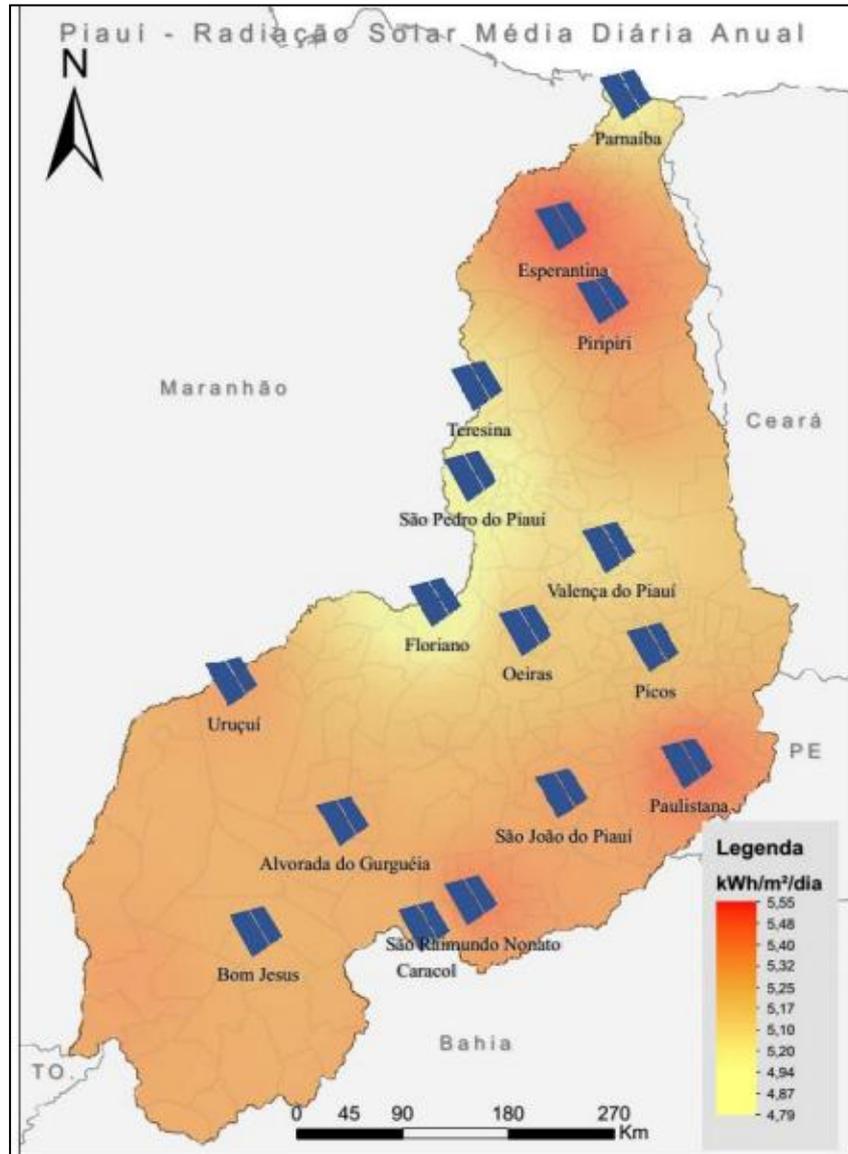
Fonte: ATLAS SOLARIMÉTRICO DO BRASIL – p. 59

O ponto em verde na figura 02 é a região onde está localizado o parque solar de Nova Olinda, região que apresenta altos índices de radiação solar, localizada a 377 km da capital do estado, Teresina.

<sup>1</sup> ENEL - empresa italiana com sede em Roma que atua na geração e distribuição de energia elétrica e na distribuição de gás natural, cujo nome é um acrônimo de "Ente nazionale per l'energia elettrica". (Wikipédia).

Na figura 03 é mostrada a localização de diversos painéis fotovoltaicos no estado do Piauí.

**Figura 03** - RADIAÇÃO SOLAR MÉDIA DIÁRIA ANUAL DO ESTADO DO PIAUÍ.



Fonte: SISTEMAS HÍBRIDOS PARA O FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA NA COMUNIDADE ROÇA DE BAIXO, PAULISTANA (PI) – p. 94

A geração de energia elétrica através da radiação solar pode ser feita através dos painéis fotovoltaicos ou das usinas de energia solar

térmica, onde espelhos são utilizados para concentrar a luz em um sistema de aquecimento (CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA).

Segundo Lira (2015) a localização do estado praticamente sob a linha imaginária do Equador, faz com que o estado tenha bons índices de insolação (quantidade de horas que a região fica exposta ao Sol), onde na estação seca, o estado tem insolação superior a 10 horas diárias.

Os índices de radiação no estado apresentam valores bem acima de países como a Alemanha, o que segundo Lira (2015) é o país recordista na produção de energia solar fotovoltaica, com grandes investimentos no setor.

## 2 A calorimetria presente nos dispositivos solares

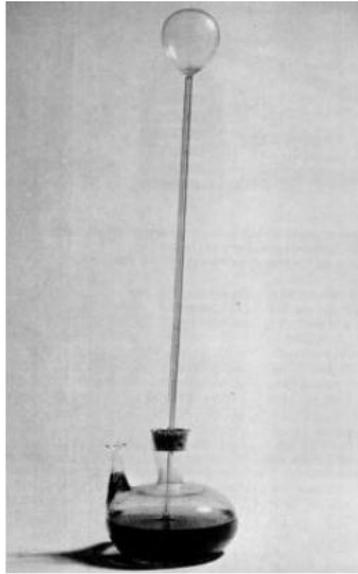
No primeiro tópico desse livro, relatou se algumas características importantes do Sol. As práticas experimentais, mostradas nas sessões seguintes, destacarão conteúdos de calorimetria os quais estão diretamente ligados aos dispositivos propostos neste trabalho.

A calorimetria presente no forno solar e no secador solar explicam na prática os assuntos a seguir:

- Termômetros
- Escalas termométricas
- Os processos de propagação do calor
- Quantidade de calor sensível
- Quantidade de calor latente.

### 2.1 Termômetros

Segundo Anacleto (2007) os primeiros termômetros inicialmente denominados termoscópios, surgiram na idade média e sua criação é atribuída a Galileu Galilei (1564-1642). Seu funcionamento consistia apenas em verificar se a temperatura estava ou não variando, sendo verificado, a partir da altura da água colorida, contida em um bulbo (ver figura 04).

**Figura 04** – TERMÔMETRO DE GALILEU GALILEI

**FONTE:** Temperatura e sua medição, p.73.

Quando passaram a graduar o termoscópio em uma escala adequada, surgiu então, o termômetro, que é o instrumento utilizado para verificar a temperatura.

Daniel Gabriel Fahrenheit (1686 – 1736) foi o primeiro a utilizar mercúrio. Isso diminuiu consideravelmente às dimensões dos termômetros facilitando o seu manuseio. Seus trabalhos foram primordiais para o desenvolvimento da moderna termometria Pires et al (2006).

Atualmente, por conter um material muito tóxico e nocivo ao meio ambiente, os termômetros de mercúrio vêm sendo substituídos por modelos digitais ou de radiação infravermelha.

A figura 05 mostra a evolução dos termômetros, com o passar do tempo, desde o termômetro de mercúrio aos modelos de radiação infravermelha.

**Figura 05 – MODELOS DE TERMÔMETROS, DE MERCÚRIO (ESQUERDA), DIGITAL (CENTRO) E INFRAVERMELHO (DIREITA)**



Fonte: <http://www.guiaspraticas.com/equipamiento-medico/termometros-clinicos>

Além de não oferecer riscos à saúde, outra vantagem dos termômetros de infravermelho, segundo Anacleto (2007), é que estes termômetros não necessitam a espera para que se atinja o equilíbrio térmico entre o corpo e o termômetro, pois suporta medições de temperatura elevada e pode medir a temperatura de materiais corrosivos, bem como medir a temperatura de um sistema móvel, já que os sensores estão acoplados ao próprio termômetro.

## **2.2 Escalas Termométricas.**

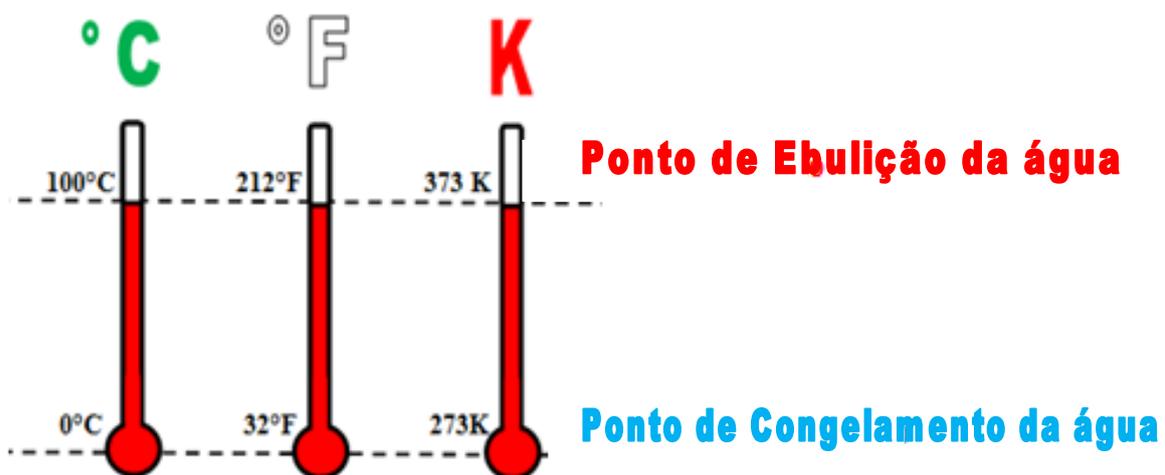
Com o surgimento do termômetro muitos países utilizavam uma escala própria. Segundo Pires et al (2006) essa enorme quantidade de escalas termométricas foi proposta e aceita ao longo do século XVIII. Isso dificultava enormemente a interpretação de resultados obtidos de

um país a outro. Dessa maneira, só na Europa, em 1778, tinha-se referência de 27 escalas em uso

Nos livros didáticos são apresentadas três escalas principais. A figura 06 mostra as três escalas de temperaturas, com os seus respectivos pontos de congelamento e ebulição da água, sendo elas:

- Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ )
- Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ )
- Kelvin (K)

**Figura 06 – PONTOS FIXOS DAS ESCALAS TERMOMÉTRICAS**



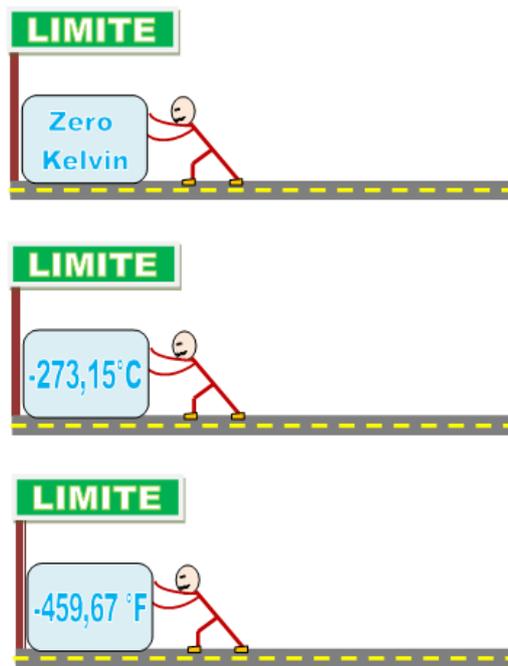
Fonte: Arquivo do Pesquisador

Halliday, Resnick e Krane (2010) distingue cada uma das escalas com suas respectivas peculiaridades, enfatizando que no mundo científico, utiliza-se a escala Kelvin. Em quase todos os países do mundo, a escala mais utilizada é a escala Celsius. E nos Estados Unidos, a escala mais comum é a Fahrenheit.

Dentre as escalas citadas, a escala Kelvin é a única que não apresenta o símbolo ( $^{\circ}$ ), pois está associada ao zero absoluto, onde a temperatura de zero kelvin indica o estado mínimo de energia.

Na figura 07 são mostrados os limites mínimos de temperatura nas escalas Celsius, Kelvin e Fahrenheit.

**Figura 07 – LIMITE MÍNIMO DE TEMPERATURA NAS DIFERENTES ESCALAS TERMOMÉTRICAS**



Fonte: Arquivo do Pesquisador

A escala Kelvin não apresenta valores negativos.

## 2.2.1 Conversão entre as Escalas Termométricas.

Para cada par de escalas é possível encontrar uma fórmula de conversão. A equação 01 mostra a relação entre as escalas Celsius e Fahrenheit.

$$\frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9} \quad 01$$

Onde  $T_C$  caracteriza a temperatura Celsius e  $T_F$  caracteriza a temperatura Fahrenheit.

A partir da figura 06, podemos encontrar a fórmula relacionando a variação de temperatura, das escalas Celsius ( $\Delta T_C$ ) e Fahrenheit ( $\Delta T_F$ ), ver equação 02.

$$\frac{\Delta T_C}{5} = \frac{\Delta T_F}{9} \quad 02$$

A equação 02 indica que a variação de  $1^\circ\text{C}$  corresponde a uma variação de  $1,8^\circ\text{F}$ .

Por apresentarem divisões de 100 partes entre o ponto de Congelamento e o Ponto de Ebulição, as escalas Celsius e Kelvin apresentam a mesma variação de temperatura como descrito na equação 03.

$$\Delta T_C = \Delta T_K \quad 03$$

Portanto uma variação de  $1^\circ\text{C}$  corresponde a uma variação de 1K.

Podemos encontrar também as conversões entre as escalas Kelvin e Celsius, como mostrado na equação 04.

$$T_C = T_K - 273 \quad 04$$

As variações entre as escalas Celsius e Kelvin são iguais, porque entre o ponto de ebulição e o ponto de fusão essas escalas são

divididas em 100 partes. Dessa forma, uma variação de 1°C corresponde a 1K.

Substituindo a equação 04 na equação 01 podemos estabelecer uma fórmula de conversão entre as escalas Kelvin e Fahrenheit como indicado na equação 05.

$$\frac{T_K - 273}{5} = \frac{T_F - 32}{9} \quad 05$$

No Forno Solar que será montado na sessão quatro deste livro, o termômetro a ser utilizado está graduado na escala Celsius.

## 2.3 Os Processos de Propagação do Calor.

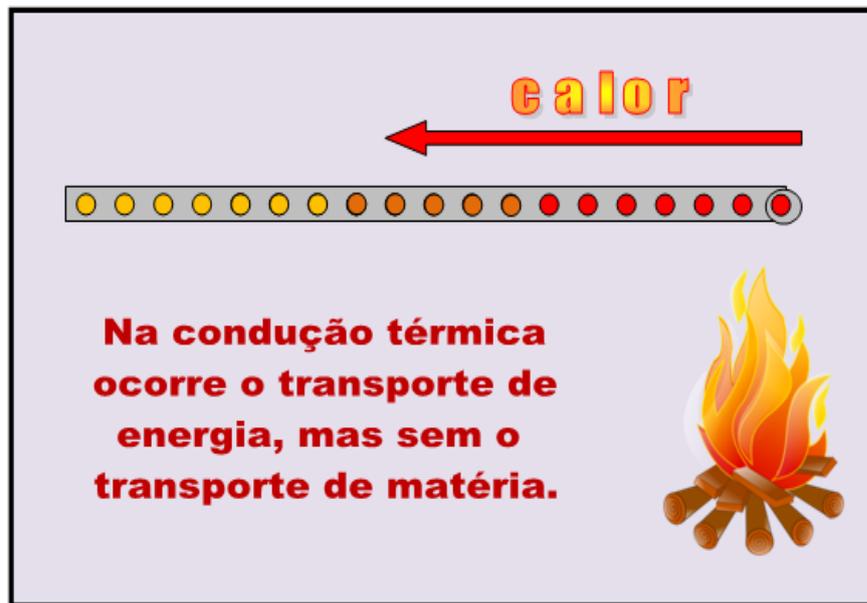
Para ocorrer as variações de temperatura ou mudança de fase é necessário que um corpo receba ou ceda calor. Citaremos aqui nesta sessão, três processos de propagação de calor.

- Condução Térmica
- Convecção Térmica
- Radiação Térmica

### 2.3.1 Condução Térmica

A condução térmica é um dos processos de transferência de calor que consiste no transporte de energia ao longo de um condutor térmico, mas sem ocorrer à movimentação das moléculas ao longo do condutor (figura 08).

**Figura 08** – PROPAGAÇÃO DO CALOR AO LONGO DE UMA BARRA



Fonte: Arquivo do Pesquisador

A propagação da energia está relacionada com o coeficiente de condutibilidade. Os metais em geral são bons condutores térmicos. Borracha, madeira e plástico, por serem maus condutores de calor, podem ser chamados de isolantes térmicos.

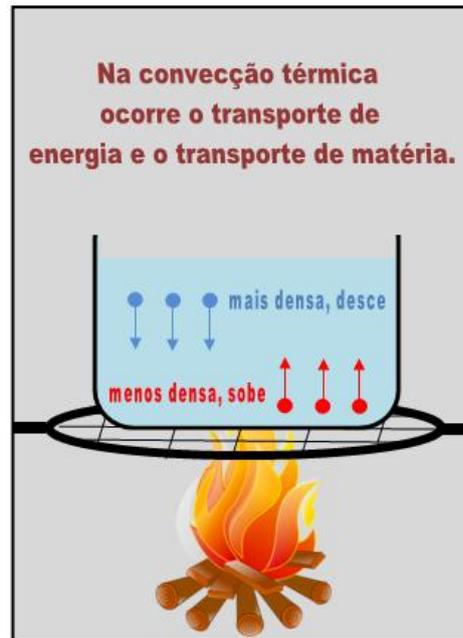
As moléculas mais próximas da fonte de calor transferem a energia ao longo da barra através da grande agitação que sofre. Essa agitação é transferida para as moléculas vizinhas, até que toda a barra esteja totalmente aquecida.

Uma das condições necessárias para ocorrer a condução térmica é a existência de um meio material. Portanto, no vácuo, não existe transferência de calor por condução térmica.

## 2.3.2 Convecção Térmica

A convecção térmica é um processo de transferência de calor, que ocorre nos fluidos em geral (líquidos ou gases). Nesse processo acontece a transferência de energia com a mudança de posição do fluido (figura 09).

**Figura 09** – CONVECÇÃO TÉRMICA OCORRENDO EM UMA PORÇÃO DE ÁGUA EM PROCESSO DE AQUECIMENTO



Fonte: Arquivo do Pesquisador

Como descrito na figura 09, que essa diferença de densidade se dá pela expansão da porção de água que está mais próxima da fonte de calor. O mesmo é verificado com gases cujo ar mais quente sempre subirá em relação ao ar mais frio. Essa diferença de densidade explica a instalação de canos em alturas diferentes em sistemas de aquecimento da água, nas residências (figura 10).

**Figura 10** – MODELO RESIDENCIAL DE APROVEITAMENTO SOLAR TÉRMICO.



Fonte: Arquivo do Pesquisador

Na figura 10 é possível observar que a tubulação que sai do reservatório em direção a placa e a tubulação que retorna novamente ao reservatório apresentam níveis diferentes de instalação. Isso se deve a diferença de densidade da água. Um modelo caseiro similar ao apresentado na figura 10 pode ser construído utilizando caixas de leite longa vida, canos pintados na cor preta e garrafas pet.

### **2.3.3 Radiação Térmica**

Dos processos de propagação de calor, vistos até o momento, a radiação térmica pode ocorrer independentemente da existência de matéria. Sendo, portanto o único processo de transmissão de calor, que pode ocorrer no vácuo (ver figura 11).

**Figura 11** – ENERGIA DO SOL CHEGA ATÉ A TERRA POR RADIAÇÃO TÉRMICA



Fonte: Arquivo do Pesquisador

A radiação eletromagnética se propaga no vácuo com uma velocidade aproximada de 300.000 km/s. Materiais de cores mais escuras possuem uma capacidade maior de absorção de energia em relação aos meios mais claros ou reflexivos, ver figura 12.

**Figura 12** – COMPORTAMENTO DOS RAIOS SOLARES EM MEIOS CLAROS E ESCUROS.



Fonte: Arquivo do Pesquisador

Nas realizações dos experimentos observar-se-á a utilização de cores escuras para facilitar a absorção de calor, bem como a utilização de papel alumínio que tem um alto poder reflexivo.

## 2.4 Quantidade de Calor Sensível e Calor Latente

Segundo Ben-Dov (1996) o calor é uma vibração dos átomos que compõem a matéria. Assim, a temperatura representa a intensidade dessas vibrações e uma transferência de calor é uma propagação da energia entre corpos com diferentes temperaturas.

Esse calor recebido ou cedido por um sistema pode se apresentar do tipo sensível ou latente.

### 2.4.1 Quantidade de Calor Sensível

Um corpo ao receber calor ou ceder calor sofre uma variação no estado de agitação das partículas. Essa alteração indica que o corpo sofreu uma variação de temperatura. Nesse caso dizemos que o corpo recebeu ou cedeu calor sensível. O calor sensível pode ser encontrado através da equação 04.

$$Q_s = m \cdot c \cdot \Delta\theta \quad 04$$

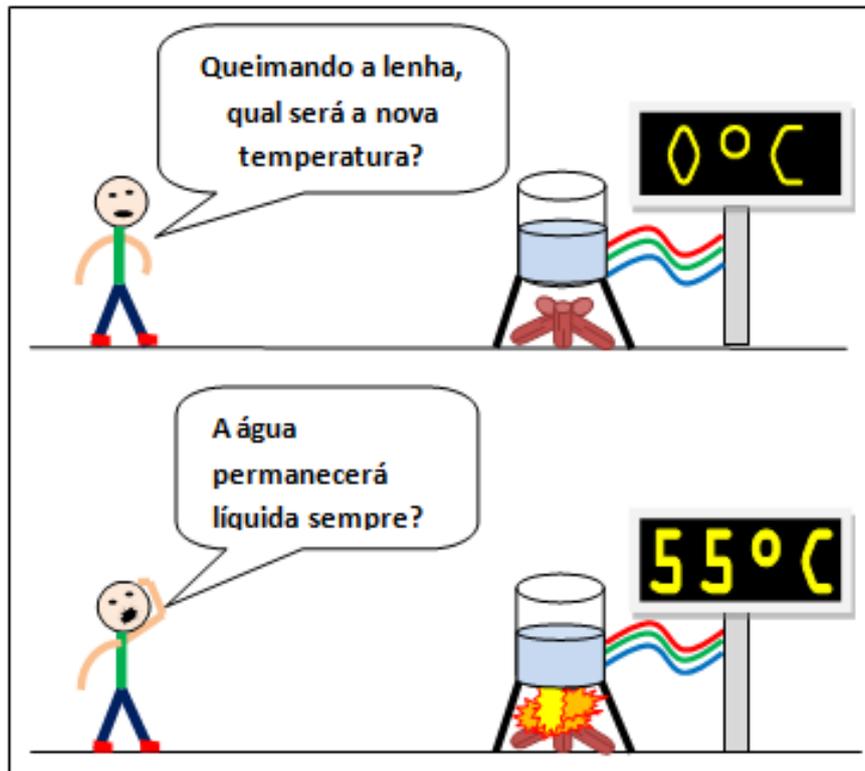
Onde **m** corresponde à massa a ser utilizada e deve ser transformada em gramas.

A grandeza **c** corresponde ao calor específico, característico de cada substância. Seu significado físico corresponde a quantidade de calor na qual o corpo deve receber ou ceder, para que 1 grama dessa substância sofra uma alteração de 1 grau Celsius.

A variação de temperatura  $\Delta\theta$  é determinada em grau Celsius.

A figura 13 mostra uma situação em que o corpo (recipiente com água) está recebendo calor sensível.

**Figura 13:** TIRINHA CALOR SENSÍVEL



**Fonte:** Arquivo do Pesquisador

Observe na figura 13 que o corpo (representado pelo recipiente com água) ao receber calor sensível (representado pela fogueira) sofre uma **alteração na temperatura**. Porém com o estado físico da água **permanecendo constante**.

O aumento de temperatura se dará até que se atinja a próxima mudança de fase. Isto será explicado na próxima sessão.

A quantidade de calor sensível  $Q_s$  é dada em calorias (cal), mas no Sistema Internacional de Unidades o valor apresentado é em Joules (J).

Segundo Halliday (2013) essa unidade (J) foi decidida pela comunidade científica em 1948, sendo então a mesma unidade da energia. A “caloria” usada pelos nutricionistas, às vezes, é chamada de Caloria (Cal) e é equivalente a uma quilocaloria (1 kcal).

A relação entre a caloria e o joule é:

$$1 \text{ cal} = 4,1868 \text{ J}$$

## 2.4.2 Quantidade de Calor Latente

Vimos que ao sofrer variação de temperatura o corpo pode estar recebendo ou cedendo calor sensível. Para a situação em que um corpo sofra alteração de seu estado físico, dizemos que um corpo pode estar recebendo ou cedendo calor latente.

O calor latente pode ser apresentado através da equação 05.

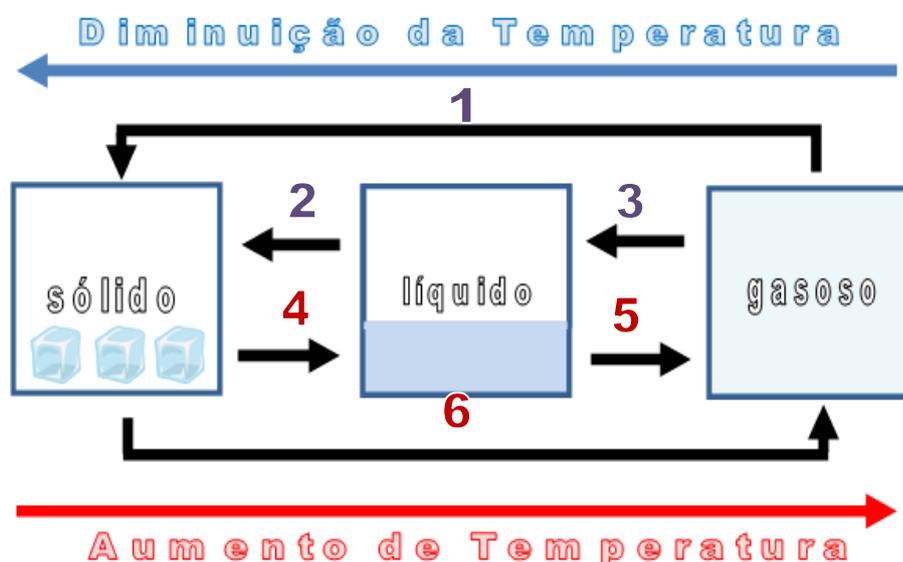
$$Q_l = m \cdot L \quad 05$$

Onde **m** corresponde à massa a ser utilizada e deve ser transformada em gramas.

A grandeza **L** corresponde ao calor específico latente, e indica a quantidade de calor que o corpo deve receber ou ceder para que 1 grama da substância sofra alteração do seu estado físico.

A quantidade de calor latente **Q<sub>L</sub>** é dada em calorias (cal), mas no Sistema Internacional de Unidades o valor apresentado é em Joules (J).

Como mostrado na figura 14 cada mudança de estado físico representa uma situação de receber ou ceder calor, onde:

**Figura 14 – MUDANÇAS DE ESTADO FÍSICO DA MATÉRIA**

Fonte: Arquivo do Pesquisador

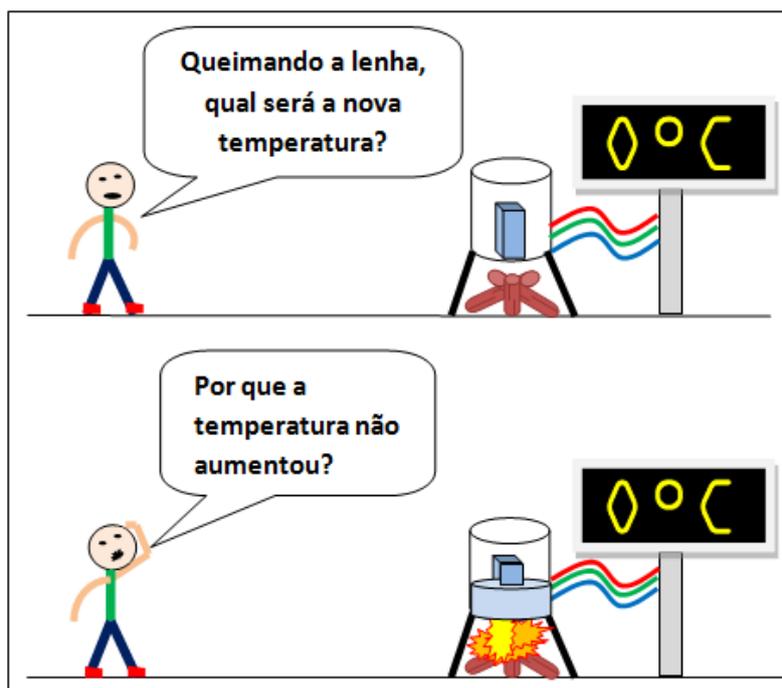
As mudanças de estado físico recebem as denominações a seguir:

1. Sublimação (Gasoso para o Sólido)
2. Solidificação (Líquido para o Gasoso)
3. Liquefação ou Condensação (Gasoso para o Líquido)
4. Fusão (Sólido para o Líquido)
5. Vaporização (Líquido para o Gasoso)
6. Sublimação (Sólido para o Gasoso)

Em 1, 2 e 3 para ocorrer a mudança de estado físico é necessário que o corpo ceda calor; em 4, 5 e 6 a mudança de estado físico ocorre com o corpo recebendo calor.

Observe a figura 15. Levantando o questionamento sobre a situação na qual o personagem, ao desconhecer o significado de calor latente não entende por que a temperatura permanece constante.

Figura 15: TIRINHA CALOR LATENTE



Fonte: Arquivo do pesquisador

O personagem não se deu conta que o corpo (representado pelo recipiente com o gelo) ao receber calor latente (representado pela fogueira) sofre uma **alteração apenas no estado Físico**.

A indicação nas placas mostra que, quando o corpo recebe calor latente, a temperatura do corpo **permanece constante**.

### 3. Fogão Solar

Segundo Teixeira (2017) o homem soube aproveitar de maneira sábia e sustentável a energia ecológica. Dentre as várias formas de aproveitamento, destacam-se o aquecimento de água (coletores solares), geração direta de energia elétrica (painéis foto voltaicos-corrente contínua para armazenamento em baterias) e fogão/forno solar.

A maneira de como o alimento é aquecido vai diferenciar os modelos de fogões/fornos solares. Os modelos de fogão solares mais comuns são do tipo:

- Painel
- Parabólico
- Caixa

#### 3.1 Fogão tipo Painel

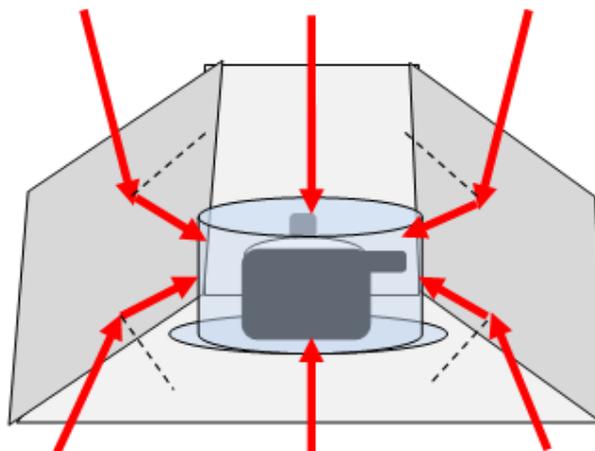
Em um fogão solar do tipo painel, o funcionamento é baseado nas reflexões da luz solar. Segundo o site [fogãosolar.net](http://fogãosolar.net), as paredes compostas de papelão reciclado podem ser cobertas com superfícies reflexivas como papel alumínio, folhas de alumínio polido ou poliéster metalizado de alto índice.

A figura 16 mostra um desses modelos de fogão solar.

**Figura 16 - FOGÃO SOLAR, MODELO PAINEL.**

FONTE: [http://www.fogaosolar.net/Tipos\\_fogoes.html](http://www.fogaosolar.net/Tipos_fogoes.html)

Na figura 17 temos um esquema dos raios solares refletidos que se concentram na região onde está localizada a panela, a qual deve apresentar cor escura e pode ser coberta com um recipiente de vidro. Isso retém o calor em seu interior por mais tempo.

**Figura 17 – ILUSTRAÇÃO DO FOGÃO SOLAR MODELO PAINEL.**

FONTE: Arquivo do Pesquisador

Por se tratar de superfícies planas e polidas, as reflexões ocorridas nas paredes do fogão solar são do tipo reflexão regular como mostrado na figura 17.

Os raios incidentes ao serem refletidos nas paredes do forno solar são direcionados para a panela. A linha tracejada corresponde à reta normal que é perpendicular com a superfície refletora.

Segundo Teixeira (2017), esse modelo de fogão solar é o mais indicado para a esterilização de germes e a cocção da água abaixo do calor latente, por atingir temperaturas que se aproximam dos 100°C.

### 3.2 Fogão Parabólico

Na imagem a seguir, temos um modelo de fogão solar o qual pode ser montado com a utilização de materiais que permitam um maior aproveitamento da luz solar. O princípio de funcionamento do fogão solar, mostrado na figura 18, consiste na utilização de uma superfície refletora parabólica, onde essa superfície apresenta um formato côncavo, pois esse formato facilita a concentração dos raios incidentes no fundo da panela.

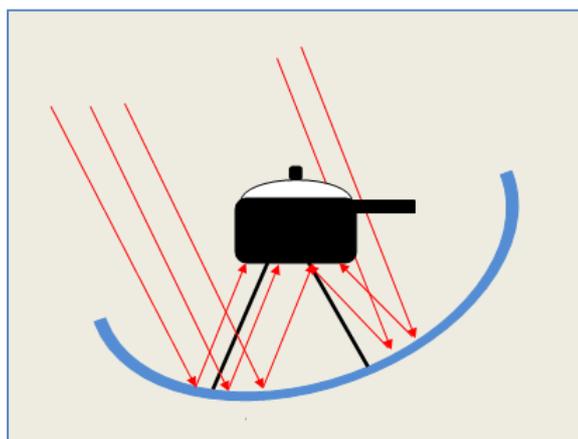
**Figura 18 - FOGÃO SOLAR, MODELO PARABÓLICO.**



**Fonte:** <https://www.consuladodebolivia.com.ar/wp-content/uploads/2017/01/PROYECTO-GANADOR.jpg>

A seguir é mostrado, detalhadamente, como se dá o aquecimento do alimento, nesse modelo de fogão solar. Observe que, na figura 19, os raios luminosos ao incidirem na superfície refletora, sofrem uma reflexão, sendo então direcionados para a panela. Nessa superfície refletora, podem ser utilizados espelhos, papel laminado, lâminas de inox ou alumínio, devendo essas últimas serem bem polidas.

**Figura 19** – ESQUEMA DE INCIDÊNCIA DOS RAIOS SOLARES EM UM FOGÃO SOLAR DE MODELO PARABÓLICO.



FONTE: Arquivo do Pesquisador

Para que o aquecimento seja eficaz é necessário que a panela esteja localizada no foco dessa superfície parabólica côncava. Para um melhor rendimento, a panela deve ter uma cor escura facilitando a absorção de energia.

Dos modelos apresentados, esse tipo de fogão é que possui maior efetividade por atingir elevadas temperaturas em seu ponto focal. Segundo Teixeira (2017), esse tipo de fogão pode atingir temperaturas

que chegam até a  $350^{\circ}\text{C}$ , e essa alta temperatura proporciona um menor tempo de cozimento.

O rendimento do fogão solar é potencialmente aumentado desde que a panela apresente cor escura e seja mantida com a tampa ou coberta por um recipiente de vidro. Dessa maneira impedirá que o ar quente em seu interior fuja.

### 3.3 Forno solar tipo Caixa

Um modelo bastante utilizado de forno solar é mostrado na figura 20. Seu princípio de funcionamento é fundamentado em um conceito análogo ao efeito estufa.

No próximo capítulo será apresentado um modelo similar de construção de um forno solar, seguindo os mesmos conceitos físicos apresentados nessa sessão.

**Figura 20** – BOLO SENDO PREPARADO EM UM FORNO SOLAR.



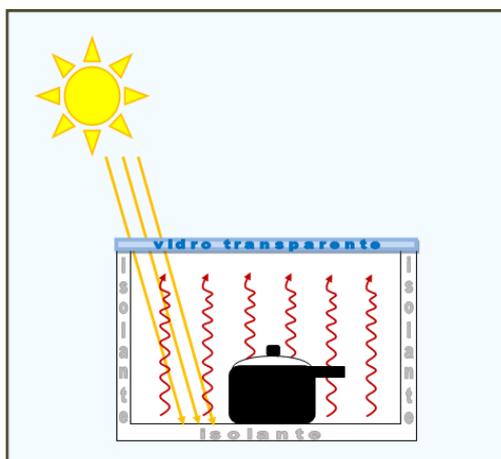
Fonte: <http://www.pensandoaocontrario.com.br/2013/07/cozinhando-com-o-sol-revolucao-dos.html>.

No efeito estufa, grandes concentrações de  $\text{CO}_2^2$  ficam retidas na atmosfera, ocasionando um aumento de temperatura dentro da atmosfera terrestre. No esquema de forno solar (ver figura 20) o vidro acaba impedindo que o ar quente escape do interior da caixa, ocasionando que a temperatura no interior do forno solar seja aumentada.

O vidro utilizado no forno solar seria similar aos gases suspensos provenientes da queima de combustíveis. Esses gases, assim como o vidro, impedem a saída do ar quente, originando elevadas temperaturas no interior do forno solar e do planeta Terra, respectivamente. Como visto na sessão sobre os processos de propagação do calor, essa movimentação do ar quente (correntes de convecção) se dá pela menor densidade do ar quente em relação ao ar frio.

O isolante térmico, destacado na figura 21, pode ser isopor, o próprio ar ou a combinação de gesso e outros materiais que dificultam a saída o ar quente.

**Figura 21 – ESQUEMA DE UM FORNO SOLAR**



Fonte: Arquivo do Pesquisador

<sup>2</sup>  $\text{CO}_2$  Dióxido de Carbono ou Gás Carbônico, formado por dois átomos de Oxigênio e um átomo de Carbono.

Na construção do forno solar, proposta na próxima sessão, o isolante térmico seria o próprio papelão da caixa de pizza, por apresentar ar em suas paredes.

## 4. Construindo um Forno Solar com materiais alternativos

A ideia de construção do forno solar se deu a partir de um modelo construído no canal MANUAL DO MUNDO<sup>3</sup>. Com algumas modificações, descreveremos aqui o processo de montagem e utilização.

### 4.1 Objetivo

Construir um forno solar utilizando materiais de fácil aquisição e relacionando materiais utilizados com os princípios físicos associados.

### 4.2 Justificativa

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino médio (PCNEM, 2000, p. 22), o ensino de Física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado. A prática experimental apresenta um grande potencial na construção do conhecimento, articulação de ideias e prática da pesquisa científica.

A montagem do forno solar poderá ser realizada em grupos (a quantidade a critério do professor).

---

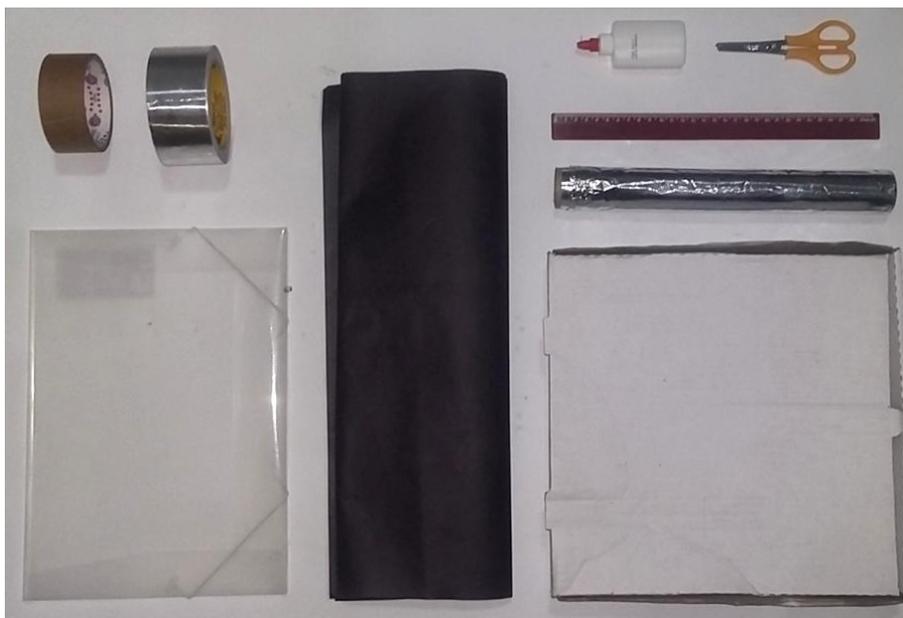
A Manual do Mundo Comunicação é uma produtora especializada em entretenimento educativo, em conteúdos que despertam a curiosidade e criatividade. Desde 2008 no mercado, está à frente do maior canal de ciência e tecnologia do YouTube Brasileiro, o Manual do Mundo.

### 4.3 Materiais

- 1 pasta (modelo escolar) transparente;
- 1 folha de papel Color Set cor preta;
- 1 tubo de cola branca;
- 1 fita gomada;
- 1 embalagem quadrada para pizza/salgados;
- 1 Tesoura;
- 1 Régua
- Folha de papel Alumínio
- Fita alumínio

Os materiais descritos são mostrados na figura 22.

**Figura 22:** MATERIAIS UTILIZADOS NA MONTAGEM DO FORNO SOLAR



**Fonte:** Arquivo do Pesquisador

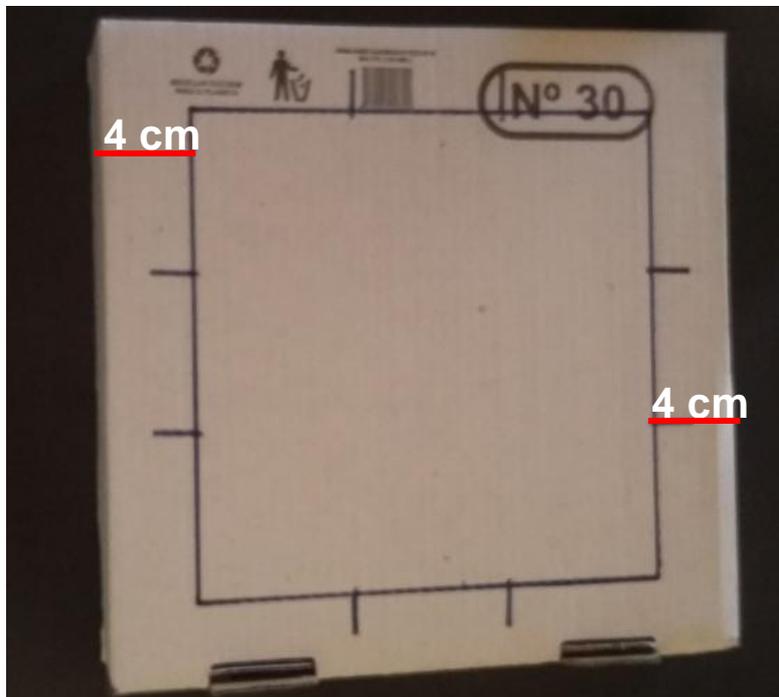
## 4.4 Montagem

Os processos de montagem foram divididos em oito etapas, que vão desde a marcação na caixa, até a temperatura máxima atingida do forno solar, após sua exposição a radiação solar.

### Passo 1:

Marcar na caixa, utilizando lápis ou caneta, os locais onde serão realizados os cortes na caixa. Utilizou-se uma caixa em formato quadrado com 30 centímetros de lado. As marcações distam quatro centímetros da borda da caixa, como mostrado na figura 23.

**Figura 23:** MARCAÇÕES NA CAIXA, ONDE SERÃO REALIZADOS OS CORTES.

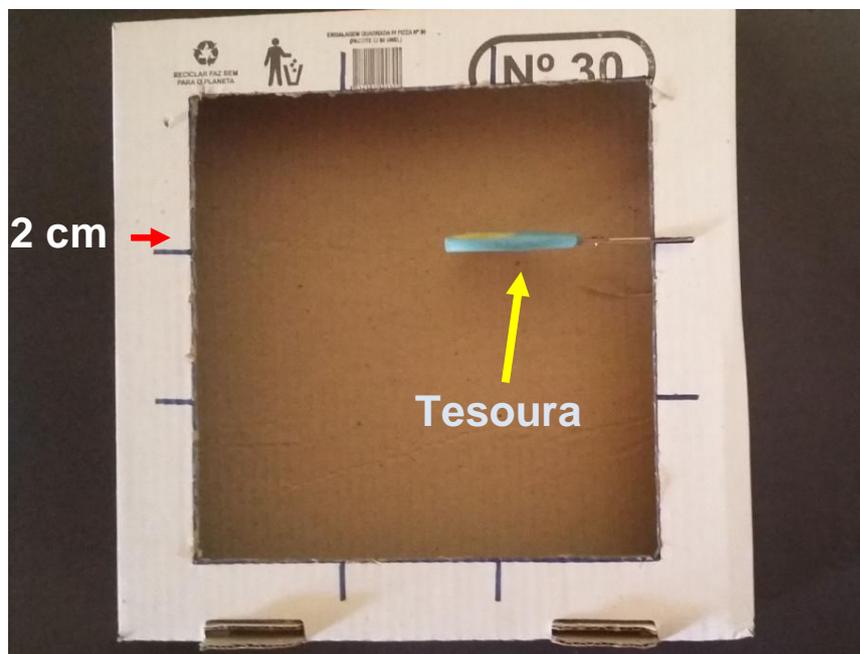


**Fonte:** Arquivo do Pesquisador

## Passo 2:

Após a marcação, cada lado da caixa deve ser dividido em três partes iguais. Para isso, em cada lado foram feitas duas marcações com dois centímetros de comprimento. Nessas marcações você irá realizar o corte, para que a pasta escolar possa ser encaixada. Ver figura 24.

Figura 24: CAIXA CORTADA.

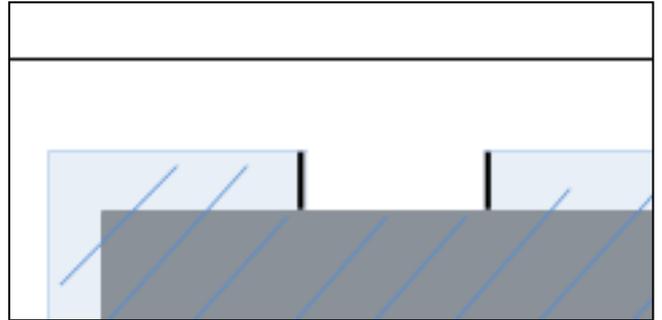


Fonte: Arquivo do Pesquisador

## Passo 3.

Depois de realizado o corte na caixa, chega o momento de encaixar a pasta transparente no forno solar. Essa pasta terá a função de permitir a entrada da luz do sol e impedir que o ar aquecido no interior da caixa se propague para o meio exterior.

**Figura 25:** MANEIRA DE ENCAIXAR A PASTA NA CAIXA, VISTA EXTERNA. IMAGEM REAL A ESQUERDA E ILUSTRAÇÃO À DIREITA



**Fonte:** Arquivo do Pesquisador

**Figura 26:** MANEIRA DE ENCAIXAR A PASTA NA CAIXA, VISTA INTERNA.



**Fonte:** Arquivo do Pesquisador

## **Passo 4.**

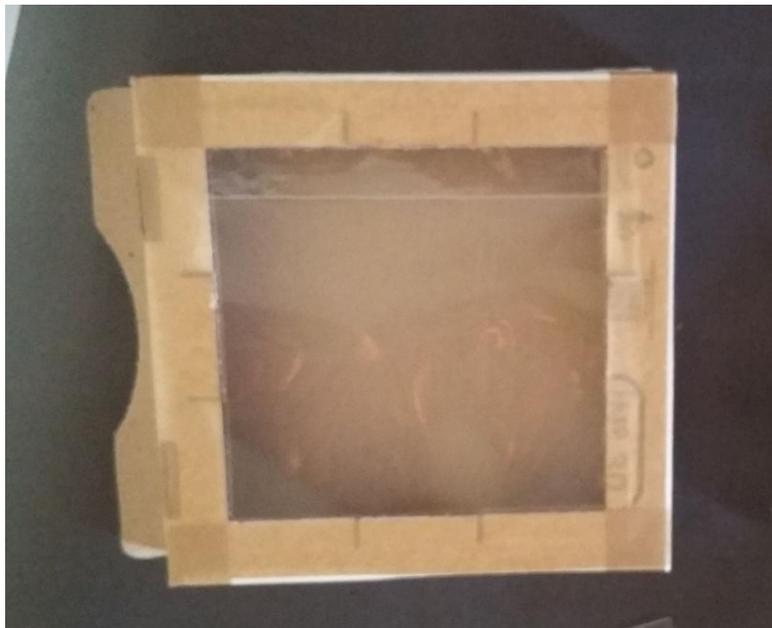
Após o encaixe da pasta escolar na caixa, cobre-se tanto a parte interna, quanto a parte externa com fita gomada, ver figuras 27 e 28.

**Figura 27** - FITA GOMADA COBRINDO A PARTE INTERNA, ONDE FOI FEITO O ENCAIXE ENTRE A PASTA E A CAIXA.



**Fonte:** Arquivo do Pesquisador

**Figura 28** - FITA GOMADA COBRINDO A PARTE EXTERNA, ONDE FOI FEITO O ENCAIXE ENTRE A PASTA E A CAIXA.



**Fonte:** Arquivo do Pesquisador

## **Passo 5.**

Após o encaixe do plástico transparente, devem-se cobrir as laterais e a parte superior da caixa, utilizando quatro tiras de papel preto, com dimensões de 09 centímetros de largura por 30 centímetros de comprimento, como mostrado na figura 29.

**Figura 29** – TIRAS DE PAPEL COLOR SET PARA COBRIR AS LATERAIS E PARTE SUPERIOR DA CAIXA.



**Fonte:** Arquivo do Pesquisador

## **Passo 6.**

Depois do corte das tiras de papel, fazer a colagem das tiras no forno solar, como mostrado na figura 30.

**Figura 30** – TIRAS DE PAPEL COLOR SET COLADAS NO FORNO SOLAR.



**Fonte:** Arquivo do Pesquisador

### **Passo 7.**

O interior do forno solar deve-se, cobrir com papel laminado. Isso irá dificultar que o calor seja dissipado rapidamente, como mostrado na figura 31.

**Figura 31:** PAPEL LAMINADO COLADO NO INTERIOR DO FORNO SOLAR



**Fonte:** Arquivo do Pesquisador

## **Passo 8.**

Após a colagem do papel laminado no interior do forno solar, deve-se cobrir, internamente, o fundo do forno solar com papel preto.

**Figura 32:** PAPEL PRETO COLADO NO FUNDO INTERNO DO FORNO SOLAR



**Fonte:** Arquivo do Pesquisador

## **Passo 9.**

Em um forno semelhante ao que você acabou de montar, a temperatura máxima registrada foi de 64°C (Figura 33).

**Figura 33** – TEMPERATURA MÁXIMA ENCONTRADA NO FORNO SOLAR



**Fonte:** Arquivo do Pesquisador

O forno solar está pronto. Agora vamos trabalhar em algumas atividades.

## 4.5 EXERCÍCIOS

1. O termômetro utilizado na fotografia da capa deste livro está graduado em  $^{\circ}\text{C}$ . Qual a temperatura está indicando? Qual o valor desta mesma temperatura em Kelvin?
2. Utilizando um termômetro, verifique a temperatura ambiente, a hora do dia e deixe o termômetro no interior do forno solar, por 10 minutos. Qual a variação de temperatura encontrada? Qual seria essa variação nas escalas Celsius e Fahrenheit?
3. Com essa variação de temperatura (ver figura 33), qual a quantidade de calor seria necessária para aquecer uma massa de 50 gramas de água? (calor específico da água  $1,0 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$ ).

4. Qual a importância da utilização do papel alumínio no forno solar?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

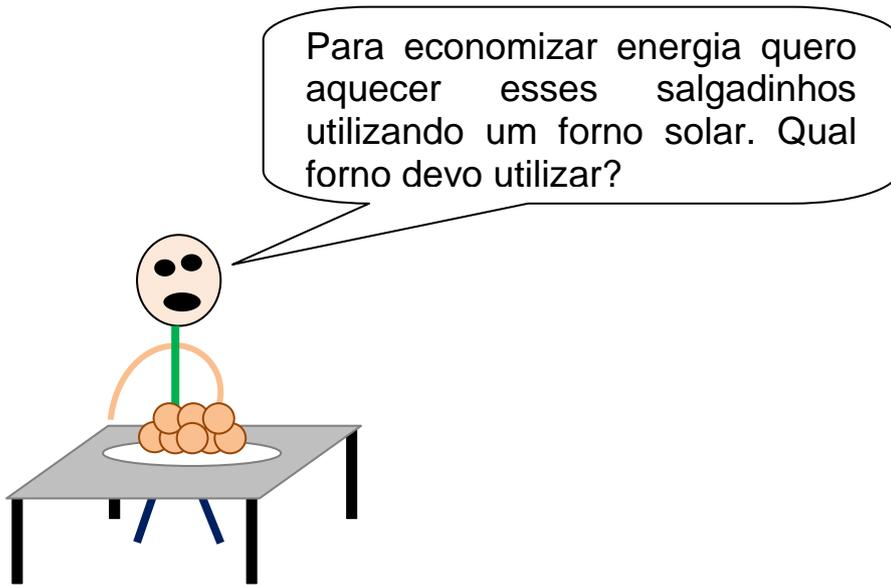
5. Que relações podem ser estabelecidas entre o forno solar e o efeito estufa?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

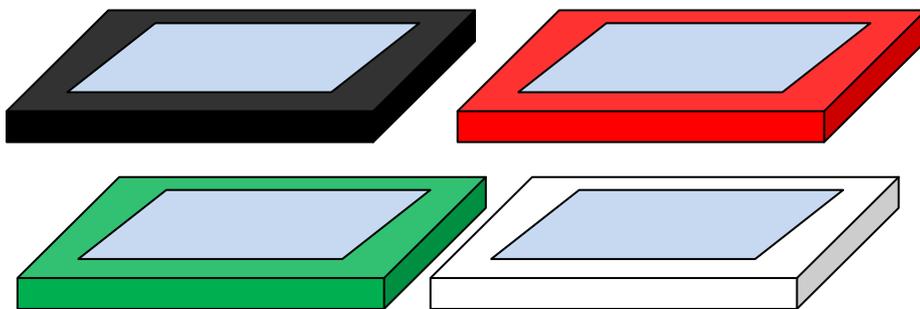
6. Qual a importância da utilização do papel preto? Teria alguma diferença, se o papel utilizado fosse branco? Justifique.

.....  
.....  
.....  
.....

7. Observe a tirinha abaixo:



Diante do questionamento do personagem, circule abaixo qual forno solar é o mais indicado para aquecer os salgados.



Justificativa

.....

.....

.....

.....

8. Que outro tipo de atividade você pode realizar utilizando o forno solar?

.....

.....

.....

.....

## 5. Secador solar.

Dentre os processos de propagação do calor citados anteriormente, em um secador solar, como mostrado na figura 34, a convecção térmica é bem explícita, devido às aberturas na parte superior e inferior da caixa de isopor. Essas aberturas facilitam a evaporação da água contida no alimento a ser desidratado.

**Figura 34 – DESIDRATADOR SOLAR**



Fonte: <https://i.pinimg.com/originals/5b/99/d9/5b99d934b9792ce3e97412a1d38564b7.jpg>.

Evangelista (2005), em seu livro Alimentos – um estudo abrangente conceitua esses alimentos da seguinte maneira:

Os alimentos dessecados se distinguem por sua perda de água e concentração de nutrientes; essa redução de água eleva a pressão osmótica do produto, impedindo a multiplicação dos microorganismos possuidores de grande atividade aquosa.

Estes alimentos recebem tratamento de secagem por processos natural e artificial.

A secagem natural é feita ao sol e a artificial (desidratação) se realiza em equipamentos por meio de calor, umidade relativa e velocidade de ar controlada.

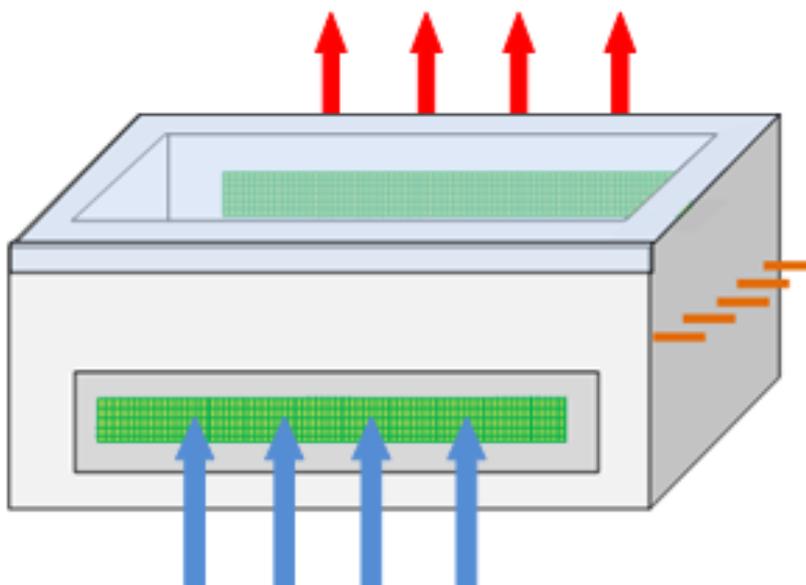
Os produtos dessecados ao sol, manipulados em nosso meio, se constituem de frutas (pêssego, ameixa, uva), pescados (peixes, camarões) e carne bovina (charque, carne de sol) e animais de caça. Destes alimentos, somente o charque é produzido em nosso país em escala comercial. (EVANGELISTA, JOSÉ 2005, p. 88).

Como citado por Evangelista, muitos alimentos podem ser dessecados. Para a atividade proposta serão utilizados tomates e maçãs, pela facilidade de acesso a esses alimentos.

Segundo Celestino (2010) o uso de antioxidantes do tipo, ácido ascórbico (vitamina C) e cítrico prolongam a vida útil dos produtos desidratados, e o alimento com tendência ao escurecimento deve ser imerso por 2 minutos em uma mistura desses oxidantes para o alimento se manter com aspecto claro.

No esquema mostrado na figura 35, é mostrada a movimentação da entrada e saída de ar no secador caseiro.

**Figura 35** – ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO DE UM SECADOR SOLAR



**Fonte:** Arquivo do pesquisador

As setas em azul indicam a entrada do ar mais frio pela abertura inferior do secador, e as setas em vermelho indicam a saída do ar mais quente. Essas correntes de convecção irão facilitar que a água contida no alimento evapore, deixando o desidratado.

Segundo Feiden et al, (2015) a técnica de conservação de frutas através da retirada de água ocorre por meio do calor, que pode ter como origem a radiação solar ou ser produzido artificialmente.

## **6. Construindo um secador Solar com materiais alternativos**

Quando as condições de temperatura, umidade e de corrente de ar durante a secagem são controladas isso proporciona uma maior, qualidade do produto final. O controle desses parâmetros é o que diferencia um desidratador solar de um secador solar. Como não termos o controle dos parâmetros citados anteriormente, utilizamos o termo secador solar.

### **6.1 Objetivo**

Construir um secador solar utilizando materiais de fácil aquisição e relacionando os materiais utilizados com os princípios físicos associados.

#### **a. Justificativa**

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino médio (PCNEM, 2000, p. 22), o ensino de Física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado. A prática experimental apresenta um grande potencial na construção do conhecimento, articulação de ideias e prática da pesquisa científica.

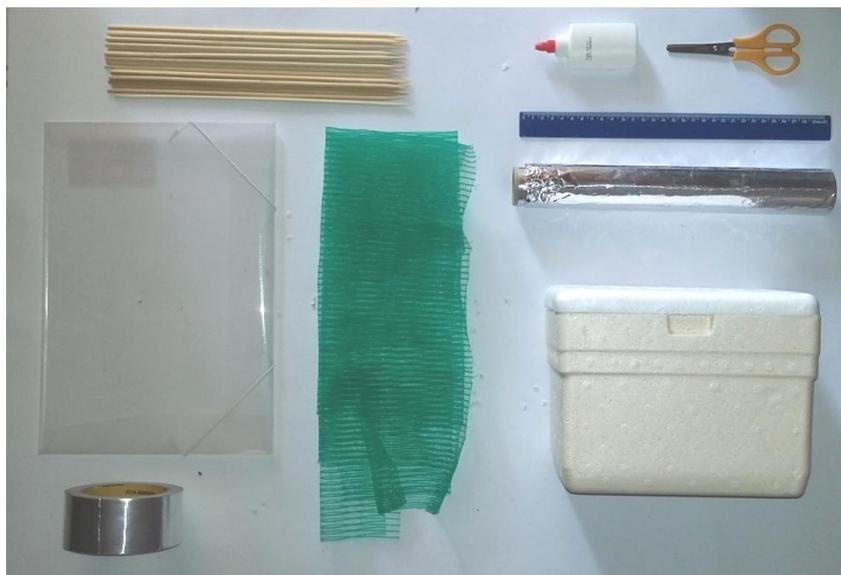
A montagem do secador solar poderá ser realizada em grupos (a quantidade a critério do professor). Durante a realização da atividade o professor pode realizar alguns questionamentos:

## b. Materiais

- Caixa de Isopor
- Silver Tape
- Papel Alumínio
- Palito de Madeira usado para churrasco
- Cola Branca
- Tela
- Tesoura
- Pasta Escolar transparente

Os materiais descritos são mostrados na figura 36.

**Figura 36 - MATERIAIS UTILIZADOS PARA A MONTAGEM DO SECADOR SOLAR.**



**Fonte:** Arquivo do Pesquisador

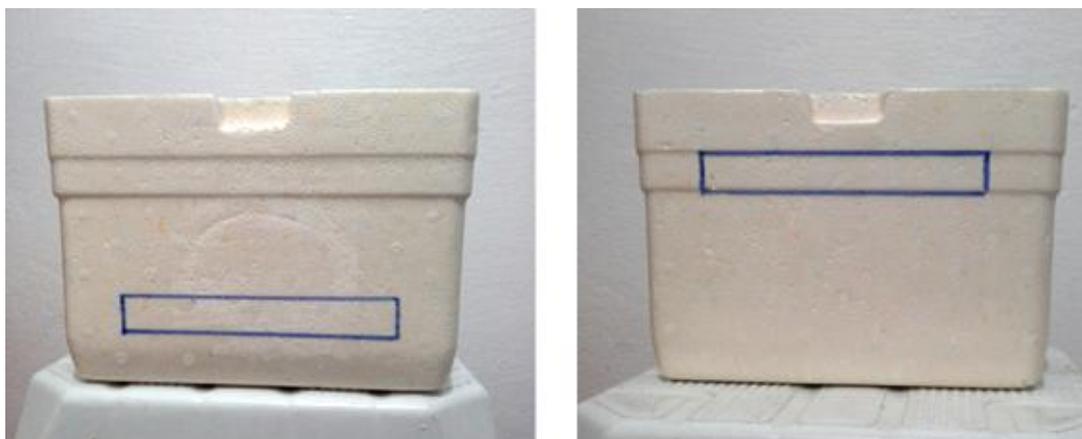
## 6.4 Montagem

A montagem do secador solar, foi dividida em 5 etapas, que incluem desde as marcações na caixa de isopor, até o uso do alimento a ser desidratado.

### Passo 1:

Marcar na caixa de isopor dois retângulos com 15 centímetros de base e 2 centímetros de altura. Os retângulos devem ser marcados em lados opostos da caixa de isopor, sendo um deles na parte inferior, e outra marcação na parte superior, como mostrado na figura 37.

**Figura 37** – CAIXA DE ISOPOR COM AS MARCAÇÕES QUE SERVIRÃO COMO ENTRADA E SAÍDA DE AR

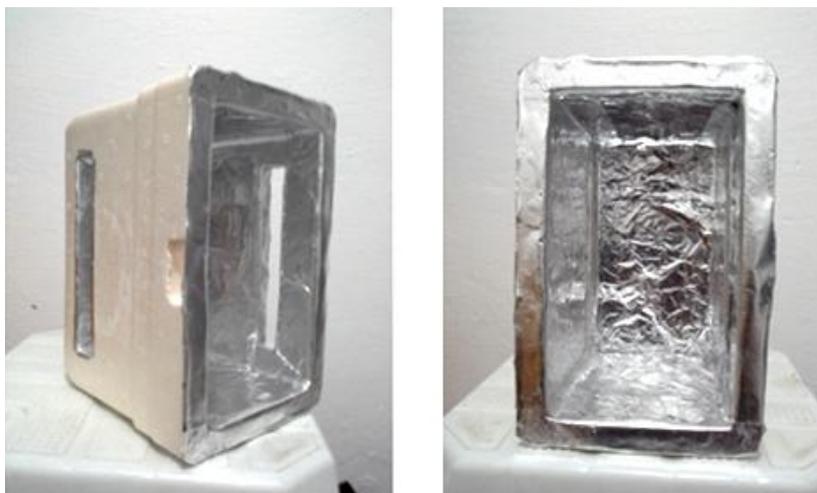


**Fonte:** Arquivo do Pesquisador

### Passo 2:

Após as marcações mostradas na figura 37, deve se realizar o corte e cobrir toda a caixa de isopor internamente, utilizando papel alumínio, ver figura 38.

**Figura 38** – CAIXA DE ISOPOR COM OS CORTES REALIZADOS E COM O PAPEL ALUMÍNIO COLADO NO INTERIOR DA CAIXA.



Fonte: Arquivo do Pesquisador

### Passo 3

Com o papel alumínio colado, pegue os palitos utilizados para churrasco e fure a caixa de isopor (utilizando os próprios palitos de madeira). Fixe-os de maneira que os palitos fiquem localizados entre as duas aberturas (ver figura 39).

**Figura 39** – CAIXA DE ISOPOR COM OS PALITOS FIXADOS

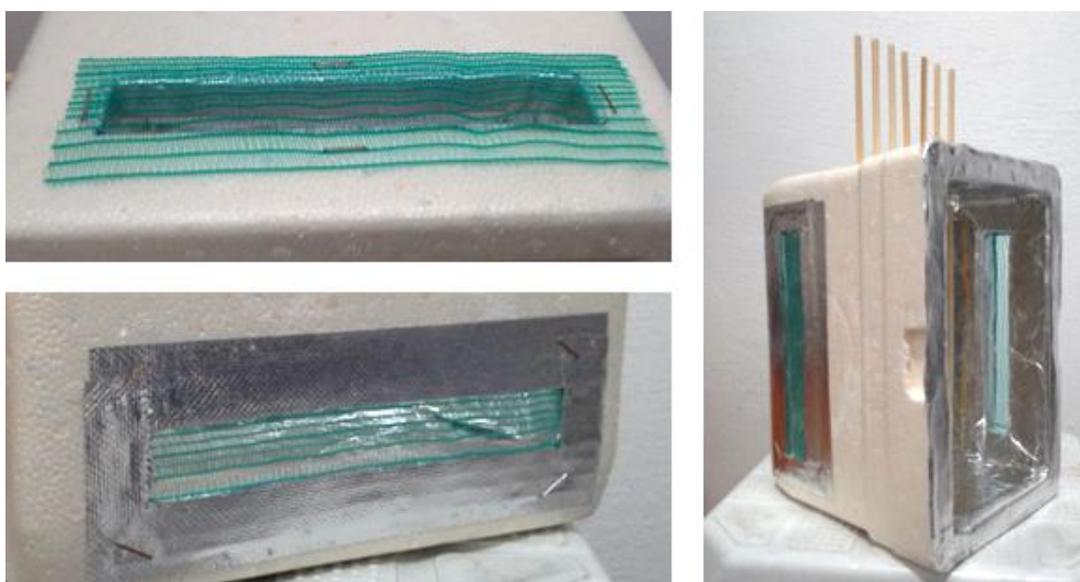


Fonte: Arquivo do Pesquisador

## Passo 4.

Depois de fixados os palitos, chegou o momento de colar a tela nas aberturas que foram feitas no isopor (ver figura 40). Essa tela é utilizada para evitar que insetos entrem na caixa e venham a contaminar o alimento que está sendo desidratado. Utilize a silver tape e grampos (não utilizados) para colar a tela com mais eficácia

**Figura 40** – TELAS COLADAS NAS ABERTURAS



**Fonte:** Arquivo do Pesquisador

## Passo 5.

Para finalizar a montagem do forno solar, faça um corte na pasta escolar com um tamanho maior que a tampa do isopor. Esta pasta deve ser colada como mostrado na figura 41. Utilize a silver tape para manter a tampa fechada após colocar o alimento.

**Figura 41 - TAMPA DE PASTA ESCOLAR, COLADA NO SECADOR.**



**Fonte:** Arquivo do Pesquisador

Para esse modelo que você acabou de montar, usaram-se fatias de tomate cortadas em pequenas espessuras para serem desidratados (figura 42).

**Figura 42 – TOMATES A SEREM DESIDRATADOS PELO SECADOR SOLAR.**



**Fonte:** Arquivo do Pesquisador

Após 5 horas de exposição, os tomates foram desidratados, como mostrados na figura 43.

**Figura 43** – FATIAS DE TOMATE ANTES E APÓS O PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO



**Fonte:** Arquivo do Pesquisador

Na figura 43 foram mostradas duas fatias de tomate, antes e após o processo de secagem. A água retirada pode ser determinada pela diferença de massa entre as fatias antes e após a secagem.

## 6.5 EXERCÍCIOS

1. Pesquise sobre a diferença entre a Evaporação, Ebulição e Calefação.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Por que as aberturas do secador são feitas em alturas diferentes? A qual processo de propagação de calor está relacionada essa diferença de alturas?

.....

.....

.....

.....

.....

3. Se os palitos fossem fixados muito próximos, isso dificultaria o funcionamento do secador? Justifique sua resposta.

.....

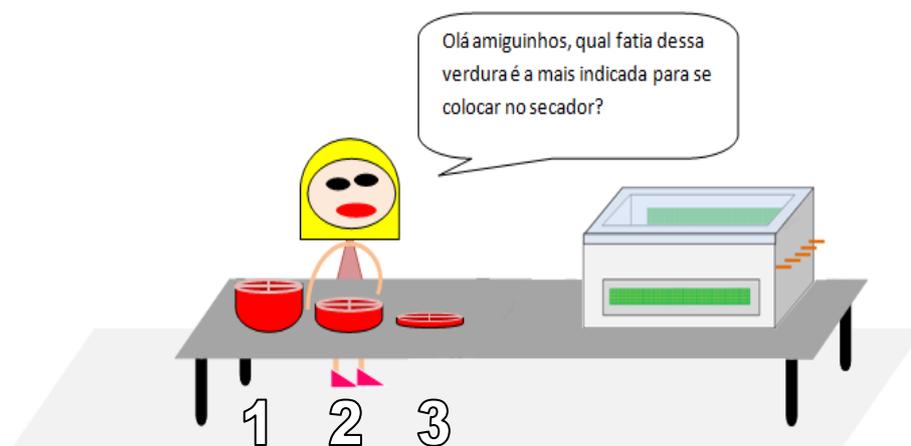
.....

.....

.....

.....

4. Vamos ajudar nossa amiga, no questionamento a seguir:



Qual a fatia deve ser utilizada para que a secagem ocorra de maneira mais uniforme? Não esqueça de justificar a resposta.

.....

.....

.....

.....

.....

## Referências

ANACLETO, A. M. C., Temperatura e sua medição, Dep. De Física, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 2007.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio) (PCNEM): Parte III: Ciências da Natureza: Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2000.

CARVALHO, A. M. P. et. al, Calor e Temperatura: um ensino por investigação. Ana Maria Pessoa de Carvalho, organizadora - São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

CELESTINO, SÔNIA MARIA COSTA. Princípios de Secagem de Alimentos. - Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010.

CENTRO DE REFERÊNCIA PARA A ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE SALVO BRITO (CRESESB). Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos. Rio de Janeiro: CEPEL, 1999.

ENEL.: Enel inicia construção no Brasil da maior usina de energia solar da América Latina. Disponível em: < <https://www.enel.com.br/pr/midia/press/d201703-enel-inicia-construo-no-brasil-da-maior-usina-de-energia-solar-da-amrica-latina.html> > acesso em 02 de novembro de 2017.

EVANGELISTA, José.; Alimentos: um estudo abrangente: nutrição, utilização, alimentos especiais e irradiados, coadjuvantes, contaminação, interações. São Paulo: Editora Atheneu, 2005.

FEIDEN, Adriana; FEIDEN, Alberto; GALVANI, Fábio; CAMPOLIN, Aldalgiza; Desidratação de Frutas Utilizando Secador Solar. Disponível em  
<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/139108/1/COT98.pdf>> acesso em 19 de março de 2018.

LIRA, Marcos Antonio Tavares. Sistemas híbridos para o fornecimento de energia elétrica na comunidade Roça de Baixo, Paulistana (PI) / Marcos Antonio Tavares Lira. – Teresina: 2015.

HALLIDAY, RESNICK, WALKER. Fundamentos de Física. Vol. 2. 9 ed. – Rio de Janeiro: Editora LTC, 2009

HINRICHS, Roger A.; KLEINBACH, Merlin; DOS REIS, Lineu Belico. Energia e Meio Ambiente. Tradução técnica: Lineu Belico dos Reis, Flávio Maron Vichi, Leonardo Freire Mello. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

MANUAL DO MUNDO; Como construir um forno solar com caixa de pizza. Disponível em

<<http://www.manualdomundo.com.br/2014/09/como-fazer-forno-solar-com-caixa-de-pizza/>> acesso em 12 de abril de 2017.

MARQUES, Nelson L. R., ARAÚJO, Ives S. Física térmica Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2009.

MOREIRA, Marco Antônio. Teorias de aprendizagem. 2 ed. São Paulo: E.P.U., 2015.

PIRES, D. P. L.; Afonso, J. C.; Chaves, F. A. B.; Do termoscópio ao termômetro digital: quatro séculos de termometria, Quím. Nova, 29 (6), 2006.

PITTON, Sandra Elisa Contri.: Prejuízos ambientais do consumo sob a perspectiva geográfica. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/n9brm/pdf/ortigoza-9788579830075-05.pdf>> Acesso em: 15 de outubro de 2017.

TEIXEIRA, Michael Hermann Garcia. O FOGÃO/FORNO SOLAR NO ENSINO FUNDAMENTAL: a física enculturada e contextualizada. Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar – RECEI. Mossoró, v.3, n.9, 2017.

## ANEXO A

# APRESENTAÇÃO DO FORNO SOLAR NO XIII SEMAFIS - TERESINA/PI 2017



## ANEXO B

# APRESENTAÇÃO DO DESIDRATADOR SOLAR NO III WORKSHOP PIAUI SÖLAR - TERESINA/PI 2017

