



Manual de Construção e Aplicação do Gerador Termoelétrico

Sumário

	Agradecimentos.....	3
	Apresentação.....	4
1	INTRODUÇÃO.....	5
2	PLANO DE APLICAÇÃO.....	6
2.1	TÍTULO DA AULA.....	6
2.2	OBJETIVOS GERAL.....	6
2.2.1	Objetivos específicos.....	6
2.3	CONTEÚDO A SER ABORDADO.....	6
2.4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	6
2.5	RECURSOS UTILIZADOS.....	8
2.6	CRONOGRAMA DE APLICAÇÃO.....	8
3	DESCRICÃO E MONTAGEM DO GERADOR TERMOELÉTRICO.....	9
3.1	COMPONENTES DO GERADOR TERMOELÉTRICO.....	9
3.2	DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES DO GERADOR TERMOELÉTRICO.....	9
3.3	MONTAGEM DO GERADOR TERMOELÉTRICO.....	16
3.4	DEMONSTRAÇÃO DO FENÔMENO FÍSICO.....	18
4	SUGESTÕES DE LINKS SOBRE A CONSTRUÇÃO DO GERADOR TERMOELÉTRICO.....	19
5	SUGESTÃO DE ATIVIDADE.....	19

Agradecimentos

Agradeço em primeiro lugar a Deus, que iluminou o meu caminho durante esta jornada.

Ao meu orientador Prof. Dr. Roberto Ferreira dos Santos, pelo respeito, seriedade e dedicação com que me orientou ao longo deste trabalho.

À Universidade Federal de Roraima que permitiu a execução deste manual.

À Sociedade Brasileira de Física (SBF), pelas orientações durante a execução deste trabalho.

À Capes, pelo apoio financeiro concedido através da bolsa de estudo.

À Universidade Federal de Roraima (UFRR) pela oportunidade de fazê-lo.

Apresentação

A física é uma ciência que busca compreender os fenômenos mais elementares da natureza, sendo estes, que vão desde as partículas constituintes do átomo até às grandes estruturas do universo, como as galáxias, ou o próprio universo como um todo. O estudo da física faz parte da última etapa do ensino básico, o ensino médio, que prioriza a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual dos alunos. Nessa perspectiva, entendemos que a física não deve se apresentar de forma descontextualizada do mundo e do cotidiano dos alunos. Nesse sentido, a experimentação vem como uma das maneiras mais frutíferas de se ensinar a física aos discentes, uma vez que sendo utilizada como uma ferramenta pedagógica em situações reais, possibilita o despertar da curiosidade e o interesse dos alunos pela disciplina.

Em busca de metodologias inovadoras que contemplem os conceitos relacionados à termologia e à termodinâmica, desenvolvemos este manual com o objetivo de contribuir para a melhoria do ensino de física, dando ênfase às atividades experimentais, através da utilização de um dispositivo experimental baseado no Efeito Seebeck (Gerador termoelétrico), que possibilite aos alunos lidar com algo concreto e visível no sentido de que eles possam manipular e evidenciar os fenômenos termodinâmicos e termológicos.

Faremos uma descrição de todo o material utilizado na construção do dispositivo “Gerador Termoelétrico”, assim como um esboço da montagem das peças. Espera-se que dessa forma, possamos contribuir para que o professor tenha mais uma opção metodológica para utilizar em suas aulas, de maneira que venha possibilitar aos alunos a compreensão dos fenômenos.

Professor: Berlone Conceição da Costa

1. Introdução

Os fenômenos térmicos sempre estiveram presentes em nossa vida cotidiana, como por exemplo, ao beber um refrigerante gelado, comer algo quente, ao se aquecer junto a uma lareira em dias muito frios, e etc. Contudo, esses fenômenos que fazem parte da termologia, e são pouco percebidos pelos alunos em seu dia a dia, a disciplina de física busca esclarecer esses fenômenos e trazer uma outra forma de visão com relação a esses fenômenos através da experimentação priorizando o ensino e a aprendizagem. A aprendizagem das leis da termodinâmica e os conceitos da termologia pode trazer um complemento importante para a formação cultural e intelectual dos alunos. Nesse sentido, a busca de novas metodologias que alcancem o maior envolvimento dos alunos no ensino da física torna-se algo indispensável e contribui de forma significativamente para a aprendizagem em física.

Neste sentido, com o objetivo de contribuir para a melhor compreensão dos conteúdos da termologia e termodinâmica no Ensino Médio em Física, desenvolvemos este manual de construção e utilização do dispositivo experimental gerador termoelétrico na intenção de que os professores tenham mais uma opção metodológica para lecionar de maneira mais atraente e motivadora.

A aplicação do Gerador termoelétrico tem como base a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, utilizando a experimentação como instrumento capaz de despertar a curiosidade dos alunos e cativá-los para aprendizagem dos conceitos físicos. Neste manual propomos um roteiro de montagem do dispositivo (gerador termoelétrico), bem como seu funcionamento, fazendo conexão com os fundamentos da termologia.

A utilização do gerador termoelétrico possibilita abordar os conteúdos da termologia e da termodinâmica como: Temperatura, Calor, Equilíbrio Térmico. As leis da termodinâmica além dos efeitos termoelétricos Peltier e Seebeck. Dessa forma, espera-se que esse manual possa contribuir junto aos professores como uma importante ferramenta pedagógica que viabilize uma melhor compreensão das leis e fenômenos físicos.

2. Plano de aula

2.1 Título da Aula:

Estudo da terminologia e termodinâmica.

2.2 Objetivo Geral:

Compreender os fenômenos térmicos a partir do dispositivo gerador termoelétrico e suas aplicações no dia a dia.

2.2.1 Objetivos específicos:

- Avaliar os conhecimentos prévios dos alunos através de um questionário contendo dez questões de múltipla escolha tendo como opções as letras A, B e C sobre os conceitos termológicos e termodinâmicos que serão abordados;
- Diferenciar os conceitos de temperatura e calor e suas aplicações cotidianas;
- Entender o efeito termoelétrico Seebeck assim como sua aplicação no dia a dia;
- Compreender os conceitos termológicos e as leis da termodinâmica além de sua relação com o dispositivo gerador termoelétrico;
- Confrontar interpretações científicas com interpretações baseadas no senso comum tendo como base os fenômenos térmicos.

2.3 Conteúdo a ser abordado:

Calor, Temperatura, processos de transmissão de calor, Lei Zero, Leis da Termodinâmica, Efeitos Seebeck.

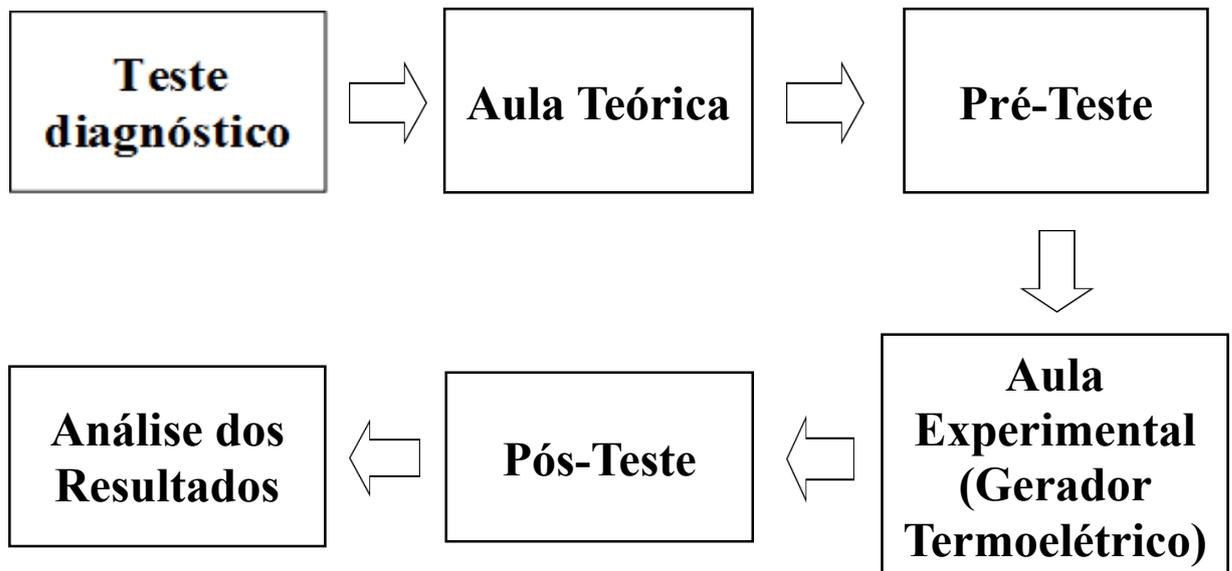
2.4 Procedimentos metodológicos:

Os conteúdos referentes à terminologia e à termodinâmica e os demais devem ser abordados através de aula expositiva e experimental integralizando a teoria e a prática. A

aplicação do gerador termoelétrico tem por base a aplicação de questionários definidos em três fases distintas, das quais destacamos:

- A primeira, que consiste na aplicação do levantamento prévio (Teste diagnóstico) com o objetivo de averiguar os conhecimentos prévios dos alunos com relação aos conteúdos base do dispositivo gerador termoelétrico, e com a análise dos resultados sendo possível sua utilização como um organizador prévio através de uma aula teórica, de acordo com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel;
- A segunda, que incide em uma aula teórica sucedida de um pré-teste, com o propósito de aproximar os alunos dos conteúdos base do dispositivo gerador termoelétrico e avaliar os conhecimentos assimilados pelos alunos;
- E a terceira, que se trata de uma aula experimental com a aplicação do dispositivo gerador termoelétrico na pesquisa e também sucedido de um pós-teste para que os alunos possam evidenciar os conceitos termológicos e termodinâmicos presentes no experimento e com os dados obter uma possível comparação com o pré-teste.

A pesquisa e aplicação do produto nas escolas poderá ser de acordo com o organograma abaixo:



O método de coleta de dados deve ser realizado em etapas das quais mencionamos anteriormente, e em escolas diferentes dos quais envolvam a participação ampla dos alunos.

2.5 Recursos Utilizados:

Quadro branco, pinceis azul e vermelho, Data show, dispositivo experimental do gerador termoelétrico, garrafa térmica contendo água quente, caixa térmica com cubos de gelo para auxiliar.

2.6 Cronograma de aplicação:

Tabela 1 - com o cronograma de aplicação de horas aula

Nº	Atividade	Duração	Total em horas
1	Levantamento prévio (teste diagnóstico)	30 min	5h30min
2	Aula teórica sobre termodinâmica	2 horas	
3	Avaliação pré-teste	30 min	
4	Aplicação do experimento (Gerador termoelétrico)	2 horas	
5	Avaliação pós – experimento	30 min	

Fonte: O autor

O dispositivo gerador termoelétrico é um experimento de baixo custo e boa aplicabilidade em sala, sua confecção de forma simples e prática torna fácil sua aplicação em uma aula experimental. Nesse sentido, fizemos uma descrição detalhada de cada componente do gerador termoelétrico especificando suas dimensões, assim como o seu procedimento de montagem através de um esboço com suas partes em separado.

3. Descrição e Montagem do Gerador Termoelétrico

3.1 Componentes do Gerador Termoelétrico:

Tabela 2 - Material de montagem do Gerador Termoelétrico

1. Base de sustentação horizontal;
2. Pastilha ou célula Peltier comercial;
3. Dois reservatórios de água quente e gelada, sendo duas latas de azeite de 200ml;
4. Seis elásticos flexíveis;
5. Fios ou cabos de ligação célula Peltier ao motor;
6. Parafuso de fixação da haste suporte do motor na base de sustentação horizontal;
7. Haste suporte do motor elétrico;
8. Parafusos de fixação da lâmina que firma o motor;
9. Lâmina para fixar o motor à haste no suporte do mesmo;
10. Hélice do motor;
11. Motor elétrico de Drive;
12. Termômetro digital em um total de dois;
- 13 Pasta térmica colocada entre as superfícies laterais da célula e os lados da placa Peltier;
- 14 Duas etiquetas de identificação dos reservatórios;
- 15 Fita isolante.

Fonte: O autor

3.2 Descrição dos componentes do Gerador Termoelétrico

Para a montagem do dispositivo experimental do gerador termoelétrico, torna-se necessário a descrição de cada componente, especificando sua funcionalidade no procedimento de montagem assim como a elaboração de um roteiro para sua montagem. Para o gerador termoelétrico os componentes serão descritos a seguir:

- Base de sustentação horizontal: Esse item foi feito com madeira, em formato de retângulo e suas dimensões foram de 22,7cm x 14,7cm x 1,7cm;

Figura 2 - base de sustentação horizontal



Fonte: o autor

- Haste de sustentação do motor de DVD, também feito de madeira com dimensões de 3,5cm x 1,8cm x 12,7cm, com uma pequena concavidade na parte superior.

Figura 3 - haste de sustentação do motor de DVD.



Fonte: O autor

- Motor de drive de DVD de 2V 1,5ma.

Figura 4 - motor de drive de DVD.



Fonte: O autor

- Duas latas de azeite de oliva de 200ml, para servir de reservatórios destinados à água gelada e água quente.

Figura 5 - latas de azeite de 200ml.



Fonte: O autor

- Etiquetas de Identificação dos Reservatórios impressas em papel A4 e recortadas nas dimensões de 7cm de comprimento por 5,5cm de largura e em pequenos retângulos medindo 2,5 cm de comprimento por 1,8 cm de largura.

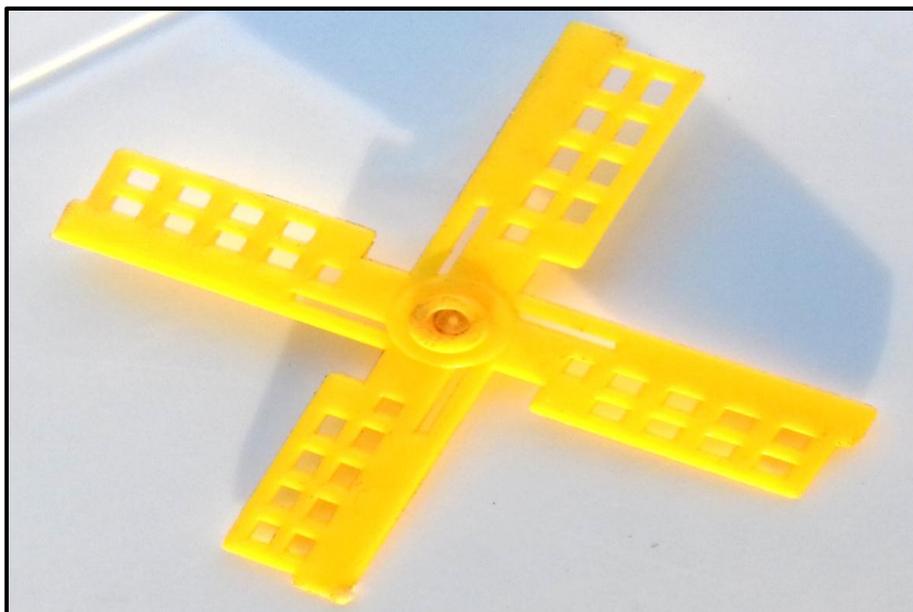
Figura 6 - Etiquetas de Identificação dos Reservatórios.



Fonte: O autor

- Hélice de plástico retirado de um Moinho de brinquedo.

Figura 7 - Hélice de brinquedo.



Fonte: O autor

- Elásticos flexíveis em um total de seis, para prender as partes superior e inferior dos reservatórios.

Figura 8 - Elásticos flexíveis.



Fonte: O autor

- Parafusos de fixação da lâmina que prende o motor à haste suporte do mesmo. Sendo um de 1,0 cm e o outro de 1,2cm.

Figura 9 - Parafusos de fixação da lâmina que prende o motor a haste suporte.



Fonte: O autor

- Parafuso de fixação da haste suporte do motor na base de sustentação horizontal medindo 4,0 cm de comprimento por 4mm de diâmetro.

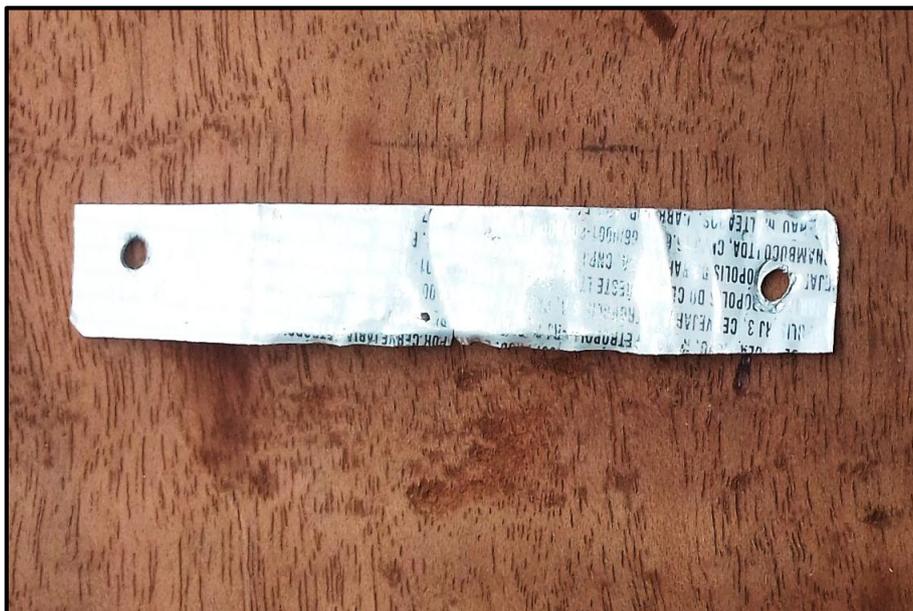
Figura 10 - Parafuso de fixação da haste suporte do motor na base de sustentação horizontal.



Fonte: O autor

- Lâmina recortada de uma lata de refrigerante para fixar o motor a haste de suporte do mesmo, medindo 9 cm de comprimento por 1,3 cm de largura.

Figura 11 Parafuso de fixação da haste suporte do motor a base de sustentação horizontal



Fonte: O autor

- Uma célula Peltier comercial de espessura de alguns milímetros e forma quadrada medindo (4x40x40 mm). Essas são essencialmente constituídas de um sanduíche de placas cerâmicas recheado com pequenos cubos de Bi_2Te_3 (telureto de bismuto), que pode ser comprada no site Mercadolivre.com por um baixo custo.

Figura 12 - Pastilha ou célula Peltier



Fonte: O autor

- Três tubos de pasta térmica, sendo dois deles de 10g e um de 50g, para ser passado aos lados da pastilha Peltier para se obter o maior fluxo de calor da fonte quente para a fonte fria.

Figura 13 - Pasta térmica



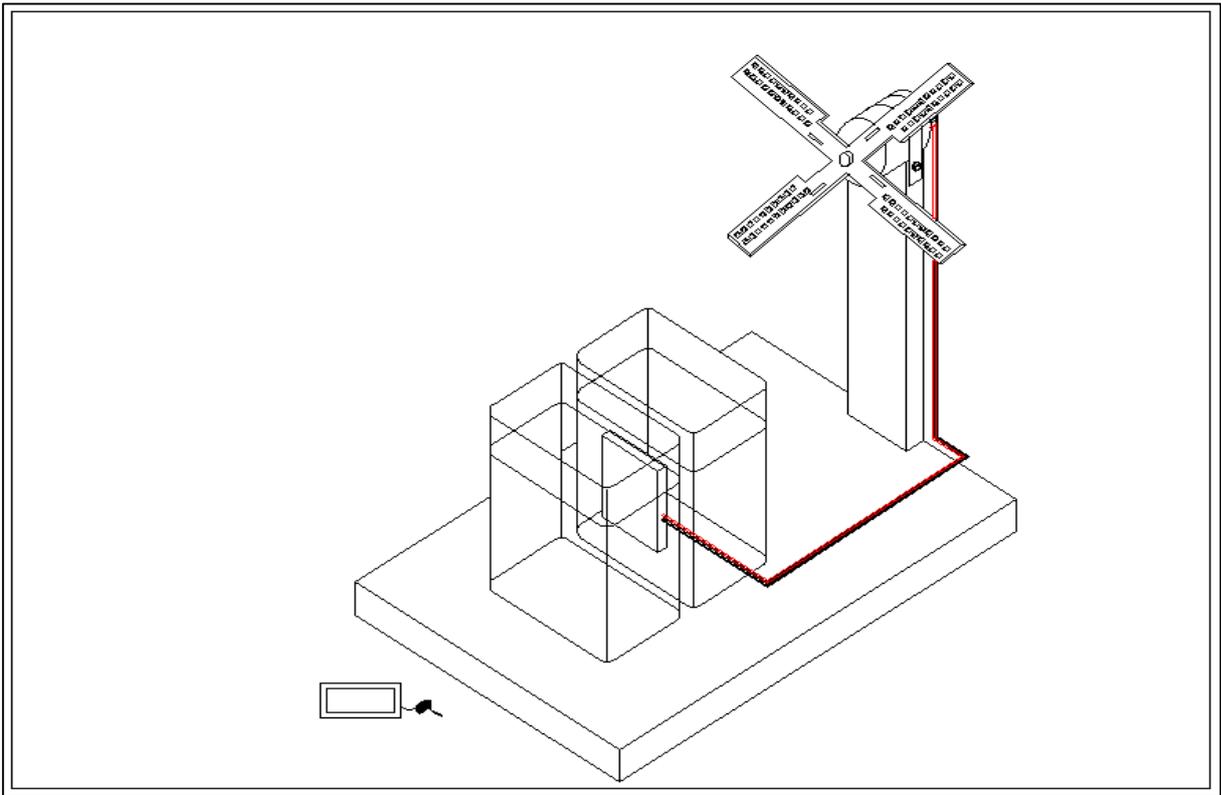
Fonte: O autor

3.3 Montagem do Gerador Termoelétrico

De acordo com a seção 3.1, figuras 14 e 15 e tabela 2 (abaixo) descrevemos o procedimento de montagem do dispositivo gerador termoelétrico em duas partes consecutivas. Inicialmente de posse da base de sustentação horizontal (item 1), fixaremos nela, em sua parte lateral direita, a haste suporte do motor elétrico (item 7), utilizando o parafuso de fixação da haste suporte do motor (item 6) na base de sustentação horizontal, em seguida prendendo o motor elétrico (item 11), à lâmina que fixa o mesmo à sua haste suporte (item 9) através dos parafusos de fixação da lamina à haste suporte (item 8), a seguir conecta-se a hélice ao motor elétrico finalizando a primeira parte com a estrutura montada.

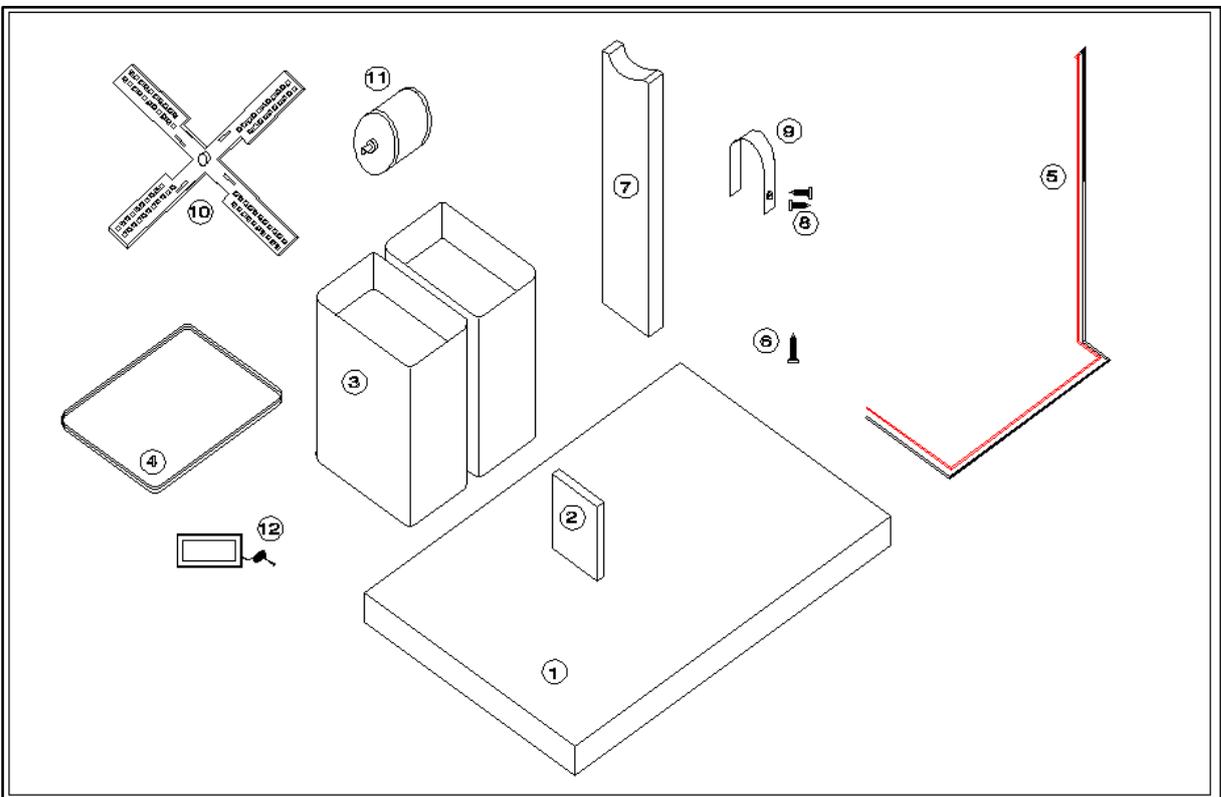
Em seguida, de posse da célula ou pastilha Peltier comercial (item 2), passamos a pasta térmica (item 13, não visível na figura 15) aos lados da mesma, para que possa ocorrer o maior fluxo de calor da fonte quente para a fonte fria. A seguir cola-se a célula Peltier entre as superfícies laterais dos reservatórios precisamente no centro, de modo que o fio vermelho da placa fique na vertical para cima, pois essa é uma condição essencial para que possamos identificar o reservatório de água quente o que no caso se configura no lado direito da célula Peltier, conseqüentemente, o reservatório de água gelada fica à esquerda da célula Peltier. Logo após, coloca-se os elásticos flexíveis (item 4) na parte inferior e superior, envolvendo os dois reservatórios e a placa Peltier, em seguida grudamos as etiquetas de identificação (item 14, não visível na figura 15) nos reservatórios de água quente e gelada, a seguir conectamos através de uma emenda, os fios da célula Peltier aos respectivos cabos do motor de drive (item 5), finalizando a montagem do dispositivo experimental gerador termoelétrico.

Figura 14 - Gerador Termoelétrico em 3D



Fonte: autor

Figura 15 - Componentes em Separado



Fonte: O autor

3.4 Demonstração do Fenômeno Físico

Após realizar os procedimentos de montagem do gerador termoelétrico, inicia-se a demonstração e explicação dos fenômenos físicos presentes no experimento. Para a demonstração é necessário levar uma garrafa térmica contendo água quente e uma pequena caixa térmica contendo cubos de gelo para auxiliar. Primeiramente, peça aos alunos que coloquem a água quente no reservatório destinado à água quente e logo após para que procedam da mesma forma que o passo anterior pegando os cubos de gelo juntamente com um pouco de água à temperatura ambiente e depositando no reservatório destinado a água gelada. Em seguida, que coloquem os termômetros digitais para ambos os reservatórios para que possam ter a medida da temperatura e conseqüentemente sua diferença. Logo após, peça aos alunos para conectar o fio preto da célula Peltier com o respectivo fio preto do motor elétrico, analogamente foi feita a mesma ação para o fio vermelho da célula Peltier e do motor elétrico. Dessa forma, a turma poderá evidenciar os conceitos termológicos e termodinâmicos por meio do gerador termoelétrico além do efeito Seebeck ao qual tem como base de funcionamento.

4. Sugestões de Links Sobre a Construção do Gerador termoelétrico

- <https://www.youtube.com/watch?v=wLrXYMJs-q8>
- <https://prezi.com/i4dawect1fac/como-gerar-energia-so-com-agua-gerador-termoeletrico/>
- <http://demonstracoes.fisica.ufmg.br/demo/139/5E50.65-Gerador-termoeletrico-e-bomba-de-calor-termoeletrica>

5. Sugestão de Atividade

01) A temperatura é uma grandeza física que mede:

- a) grau de agitação das moléculas
- b) calor
- c) pressão
- d) volume
- e) n.d.a

02) Em relação á agitação das moléculas de um corpo, podemos afirmar que:

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

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

- a) Calor.

- b) Energia Térmica.
- c) Força.
- d) Temperatura.
- e) n.d.a

04) A transmissão de calor por condução só é possível:

- a) no vácuo
- b) nos sólidos
- c) nos líquidos
- d) nos gases
- e) nos fluidos em geral.

05) Quando se passa roupa com um ferro elétrico, o principal processo de Transmissão de calor do ferro para a roupa é a:

- a) Convecção
- b) Radiação
- c) Reflexão
- d) Compressão
- e) Condução

06) Quando dois corpos de tamanhos diferentes estão em contato e em equilíbrio térmico, ambos isolados do meio ambiente, pode-se dizer que:

- a) O corpo maior é mais quente.
- b) O corpo menor é o mais quente.
- c) Não há troca de calor entre os corpos.
- d) O corpo maior cede calor para o corpo menor.
- e) O corpo menor cede calor para o corpo maior.

07) Se dois corpos estão em equilíbrio térmico entre si podemos afirmar corretamente que:

- a) Estão sob mesma pressão
- b) Estão à mesma temperatura

- c) têm o mesmo calor específico
- d) têm a mesma velocidade molecular
- e) atingiram o volume mínimo.

08) Quando sua mãe passa roupa com o ferro de passar qual o sentido de transferência de calor:

- a) Do ferro para o ambiente;
- b) Da roupa para o ferro;
- c) Do ferro para a roupa;
- d) Da roupa para o ambiente
- e) Não há passagem de calor.

09) A produção de uma diferença de potencial (tensão elétrica) entre duas junções de condutores (ou semicondutores) de materiais diferentes quando elas estão a diferentes temperaturas (força eletromotriz térmica), é caracterizado como:

- a) Efeito Peltier;
- b) Efeito Compton;
- c) Efeito Seebeck;
- d) Efeito Thomson
- e) Efeito Joule.

10) O gerador termoelétrico dispositivo experimental desta pesquisa, tem por base de funcionamento a produção de energia elétrica a partir de uma diferença de temperatura nas junções de condutores de materiais diferentes. Portanto podemos concluir que o efeito do mesmo se configura no:

- a) Efeito Peltier;
- b) Efeito Compton;
- c) Efeito Seebeck;
- d) Efeito Thomson
- e) Efeito



MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física