



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO CAMPINA GRANDE**

LENILDO MORAIS DOS SANTOS

**A INSERÇÃO DA TERMOELETRICIDADE NO ENSINO MÉDIO: UMA
ALTERNATIVA METODOLÓGICA A PARTIR DO ENSINO DE GERADORES
ELÉTRICOS**

**CAMPINA GRANDE, PB
2019**

LENILDO MORAIS DOS SANTOS

**A INSERÇÃO DA TERMOELETRICIDADE NO ENSINO MÉDIO: UMA
ALTERNATIVA METODOLÓGICA A PARTIR DO ENSINO DE GERADORES
ELÉTRICOS**

Dissertação apresentada ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Sociedade Brasileira de Física e da Universidade Estadual da Paraíba, como exigência para obtenção do título de Mestre em ensino de Física.

Área de concentração: Física.

Orientador: Prof. Dr. José Jamilton Rodrigues dos Santos

**CAMPINA GRANDE, PB
2019**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S237i Santos, Lenildo Morais dos.
A inserção da termoeletricidade no ensino médio [manuscrito] : uma alternativa metodológica a partir do ensino de geradores elétricos / Lenildo Morais dos Santos. - 2019.
112 p.
Digitado.
Dissertação (Mestrado em Profissional em Ensino de Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2019.
"Orientação : Prof. Dr. José Jamilton Rodrigues dos Santos, Coordenação do Curso de Física - CCT."
1. Termoeletricidade. 2. Geradores elétricos. 3. Transposição didática. 4. Ensino de Física. I. Título
21. ed. CDD 530.7

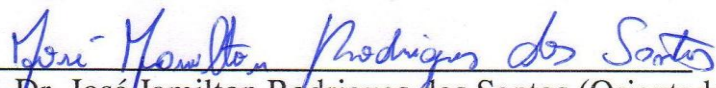
LENILDO MORAIS DOS SANTOS

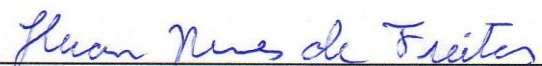
**A INSERÇÃO DA TERMOELETRICIDADE NO ENSINO MÉDIO: UMA
ALTERNATIVA METODOLÓGICA A PARTIR DO ENSINO DE GERADORES
ELÉTRICOS**

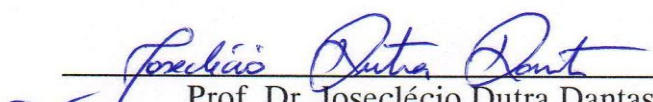
Dissertação apresentada ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Sociedade Brasileira de Física e da Universidade Estadual da Paraíba, como exigência para obtenção do título de Mestre em ensino de Física.

Aprovado em: 06/09/2019

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. José Jamilton Rodrigues dos Santos (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)


Prof. Dr. Heron Neves de Freitas (UFCG)


Prof. Dr. Joseclécio Dutra Dantas
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

**CAMPINA GRANDE-PB
2019**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me conceder essa oportunidade e dar disposição nos momentos mais difíceis ao longo do curso.

A minha família que sempre me incentivou e apoiou no enfrentamento das situações mais desafiadoras que surgiram ao longo do curso.

Agradeço, imensamente, ao Prof. Edvaldo de Oliveira Alves (Mará), (*in memoriam*), inicialmente por me aceitar como seu orientando e por ter ajudado na escolha da temática desenvolvida neste trabalho. Agradeço ao meu orientador, Drº José Jamilton Rodrigues dos Santos, por ter me ajudado a continuar o trabalho que comecei na orientação do professor (Mará), além de ter contribuído intensamente nas sugestões de leituras, nos debates relevantes sobre a temática e, acima de tudo, por ter se apresentado sempre de prontidão para solucionar as dúvidas que lhe eram encaminhadas por mim.

Agradeço a todos os (as) professores (as) que ministraram as aulas nas disciplinas que cursamos, da matriz curricular.

Agradeço aos meus colegas de turma, por proporcionar bons momentos de estudo, companheirismo e engrandecimento de laços de amizade e confiança.

Agradeço também a Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa no período do mestrado e a SBF (Sociedade Brasileira de Física) pelo suporte e gestão do MNPEF (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física), pois sem ela tudo se tornaria mais difícil.

Aos meus pais, irmãs, minha esposa, minha filha, a toda minha família que estiveram sempre ao meu lado, para que eu chegasse até esta etapa da minha vida, DEDICO.

RESUMO

A termoeletricidade é a área da Física que trata da transformação direta de energia térmica em energia elétrica e da transformação de energia elétrica em energia térmica. O tema desenvolvido neste trabalho, inserção da Termoeletricidade no ensino de Física Básica, representa a base para a elaboração de um produto educacional e está relacionado ao estudo dos geradores elétricos. A ideia central é introduzir o fenômeno da Termoeletricidade no estudo da Eletrodinâmica, terceiro ano do ensino médio, explorado como uma transposição didática. A proposta se baseia na elaboração de uma sequência didática relacionada com os três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1994), em que temos um momento de problematização inicial através de texto e questionamentos sobre a temática, a apresentação formal do conteúdo curricular e, por último, a apresentação da Termoeletricidade através da construção de um aparato experimental, de modo que a temática da termoeletricidade, possibilite uma alternativa ao entendimento dos geradores elétricos, bem como ao processo de transformação de energia.

Palavras-chave: Termoeletricidade. Geradores Elétricos. Transposição Didática.

ABSTRACT

Thermoelectricity is an area of physics that deals with the direct transformation of thermal energy into electrical energy and the transformation of electric energy into thermal energy. The theme developed in this work, insertion of thermoelectricity, represents the basis for the elaboration of an educational product and is related to the study of electric generators. The central idea is to introduce the phenomenon of Thermoelectricity in the study of Electrodynamics, classes of high school, explored as a didactic transposition for the teaching of electric generators. The proposal is based on the elaboration of a didactic sequence related to the three pedagogical moments of Delizoicov and Angotti (1994), in which we have a moment of initial problematization, through text and questionings on the subject, a moment of the formal presentation of the curricular content and a moment of the presentation of the Thermoelectricity through the construction of an experimental apparatus, so that the thermoelectricity thematic allows an alternative to the understanding of the electric generators, as well as the process of transformation of energy.

Keywords: Thermoelectricity. Electrical Generators. Didactic Transposition

LISTA DE ILUSTRAÇÕES, FIGURAS E FOTOS

Figura 01: Condutor com cargas em movimento

Figura 02: Representação de um fio de comprimento, L e área de seção reta, A

Figura 03: Representação de uma fem alimentado um circuito

Figura 04: Perfil dos potenciais de um gerador químico

Figura 05: Representação física do efeito Seebeck

Figura 06: Representação física do efeito Peltier

Figura 07: Representação física do efeito Thomson

Figura 08: Problema debatido no segundo momento

Foto 01: Aplicação do questionário inicial

Foto 02: Leitura e debate do questionário

Foto 03: Aula sobre geradores

Foto 04 – Aula sobre termoeletricidade

Foto 05 – Componentes do experimento

Foto 06- montagem e apresentação do experimento

Gráfico 01 – Satisfação sobre o primeiro momento

Gráfico 02 – Satisfação quanto ao segundo momento

Gráfico 03 – Satisfação com o tema Termoeletricidade

Gráfico 04 – Satisfação quanto ao experimento

LISTA DE SÍMBOLOS

Ω – Unidade de resistência elétrica (ohm)

ρ - Resistividade elétrica

V – Tensão elétrica

I – Corrente elétrica

R – Resistência elétrica

J – Densidade de corrente

σ – Condutividade elétrica

\mathcal{E} - Força eletromotriz

S – Coeficiente Seebeck

π – Coeficiente Peltier

τ – Coeficiente Thomson

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	10
2. REFERENCIAIS TEÓRICOS	12
2.1 Revisão de conceitos básicos sobre eletricidade	12
2.1.1 Condutores, Isolantes e Semicondutores	12
2.1.2 Corrente elétrica	13
2.1.3 Resistência elétrica e Leis de Ohm	14
2.1.4 Potência elétrica em Resistores	17
2.1.5 Força eletromotriz e Baterias.....	17
2.2 Termoeletricidade	19
2.2.1 Efeito Seebeck	20
2.2.2 Efeito Peltier	22
2.2.3 Efeito Thomson	23
2.3 Conceitos Termodinâmicos	24
2.3.1 Calor e Temperatura	25
2.3.2 Equilíbrio Térmico	25
2.4 Transposição Didática.....	26
2.4.1 Regras da Transposição Didática	28
2.5 Abordagem Problematizadora de Ensino e Sequência Didática	30
3. METODOLOGIA.....	34
3.1 A Proposta Didática.....	34
3.2 Pesquisa Qualitativa	37
4. RESULTADOS E DISCUSSOES.....	39
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
6. REFERÊNCIAS	55
ANEXOS	57

INTRODUÇÃO

A Termoeletricidade se baseia no tratamento dos efeitos Seebeck, transformação direta de energia térmica, através de gradiente de temperatura, em energia elétrica, e Peltier, reversão do efeito Seebeck. Tecnicamente, as aplicações mais comuns da Termoeletricidade ocorrem na confecção de refrigeradores termoelétricos (TEC- ThermoElectric Cooler), (ALVES, 2007, p.6). TEC é uma bomba de calor de estado sólido, baseada no efeito Peltier, que opera em conjunto com um dissipador de calor. Devido ao seu pequeno tamanho, TECs podem ser usados para resfriamentos localizados. O princípio de funcionamento baseia-se na aplicação de uma diferença de potencial ao dispositivo e a consequente produção de uma diferença de temperatura entre o lado quente e o lado frio do TEC, produzindo as chamadas células Peltier. Atualmente, o uso mais difundido dos TECs ocorre para pequenos refrigeradores, uma vez que essa forma de resfriamento requer um processo muito eficaz de dissipação de calor. Para refrigeração de grandes ambientes sua eficiência é reduzida em relação aos refrigeradores convencionais. Um ponto importante na utilização desse sistema de refrigeração é o fato de serem de pequenos portes, leves, silenciosos e ocuparem pouco espaço.

Dispositivos termoelétricos também podem ser usados para a geração de energia elétrica. Os princípios são essencialmente os mesmos que os dos TECs, apenas no sentido inverso, ou seja, uma diferença de temperatura no dispositivo cria uma diferença de potencial (tensão), ou seja, a aplicação de uma diferença de temperatura nas células Peltier produz uma corrente elétrica para um determinado circuito. Não é muito comum o uso diário de geradores termoelétricos, porque o ganho com a potência gerada é superado pelo custo do aparelho. Entretanto, em aplicações onde outra fonte de alimentação não é facilmente disponível, mas se uma diferença de temperatura o for, geradores termoelétricos são bastante úteis.

Dada a importância do tema Termoeletricidade, que fora estudado no início do século XIX através dos efeitos Seebeck e Peltier, objetiva-se mostrar que o tema sugerido pode ser relacionado diretamente ao estudo dos geradores elétricos. A ideia principal, que está na transposição didática, será a utilização de um experimento termoelétrico para abordar as relações que existem nos processos de transformações de energia. O estudo dos geradores se constituem em conteúdo do curso de eletromagnetismo do Ensino Médio. A ideia é incluir o tema de Termoeletricidade numa transposição didática e introduzir, dentro do curso normal de eletromagnetismo, no estudo dos geradores elétricos.

Essa proposta está em consonância com a ideia da transposição didática (Chevallard (1991), uma vez que a introdução desse tema no estudo dos geradores, busca, de certa maneira, ampliar os conceitos de geradores e tornar o conteúdo de transformação de energia mais compreensível e busca-se, ainda, diminuir as dificuldades no ensino de conceitos e na compreensão dos fenômenos citados.

O Produto Educacional elaborado para esse trabalho consistirá em uma sequência didática, norteando o ensino dos Geradores Elétricos e aplicado a uma turma do terceiro ano de Ensino Médio. A sequência didática definida será desenvolvida em quatro momentos distintos; em um dos momentos será introduzido o conteúdo de Termoeletricidade, como uma transposição didática para o ensino de geradores elétricos; para este momento, além da apresentação expositiva do conteúdo, será confeccionado um experimento que mostra o processo de transformação de energia térmica em energia elétrica, através do efeito Seebeck.

A transposição didática foi proposta inicialmente pelo sociólogo Michel Merret em 1975 e teve análise e compreensão mais aprofundada por Yves Chevallard em 1982 (FILHO, 2000, p.219). Esse processo consiste na organização planejada dos conteúdos que irão fazer parte dos conhecimentos a serem ensinados para os alunos. Dessa forma, a inserção do tema Termoeletricidade terá a finalidade de evidenciar o processo de transformação de energia térmica em energia elétrica, sem a presença do gerador elétrico, fato este que evidencia cada vez mais a importância dos geradores nos processos de transformação de energia, além de incluir no currículo do ensino médio esse fenômeno, que não é apresentado à comunidade estudantil, como um conteúdo a ser ensinado. Desta forma, ao inserirmos este tema dentro do conteúdo programático já existente, pretende-se que o mesmo sirva para facilitar o entendimento de alguns processos de transformação de energia, nesta etapa do ensino, uma vez que, na grande maioria das vezes, os conteúdos são repassados para os alunos, apresentando apenas as definições formais que existem, sem que haja um olhar mais abrangente nas relações que existem entre esses conteúdos e os fatos do cotidiano desses alunos que podem estar associados à aplicação desses conteúdos.

2. REFERÊNCIAS TEÓRICAS

2.1 Revisão de conceitos básicos sobre eletricidade

O estudo da eletricidade representa o entendimento de todos os processos que estão presentes, desde a concepção da propriedade da matéria chamada de carga elétrica, até os processos de geração e distribuição desta fonte de energia, que é tão importante no mundo em que vivemos. A energia elétrica é a fonte de energia responsável pelo desenvolvimento econômico das nações, através das indústrias, da geração de calor, da refrigeração de ambiente, da troca de informações e, enfim, de todo aparato logístico que mantém o mundo globalizado em que vivemos. Quanto ao seu processo de geração, distribuição e uso, é importante que se compreendam alguns conceitos e propriedades que estão presentes em muitos dispositivos e materiais que usamos no dia-dia.

2.1.1 Condutores, Isolantes e Semicondutores

Quanto ao processo de condução da eletricidade, os materiais são classificados como Condutores, Isolantes e Semicondutores. Para essa classificação dos materiais, temos o envolvimento de outros parâmetros que serão discutidos mais adiante, a exemplo da resistência e da resistividade elétrica.

De maneira bastante simplificada, poderíamos dizer que um material é classificado como **condutor** de eletricidade quando ele permite a passagem dos portadores de carga elétrica com uma pequena oposição, chamada de resistência elétrica. Os materiais que não permitem a passagem dos portadores de carga elétrica, chamamos de **isolantes** elétricos, e os **semicondutores** apresentam uma posição intermediária entre a dos condutores e a dos isolantes, quanto a passagem de corrente elétrica. Conforme descrito abaixo:

A maioria dos metais é composta de bons condutores, enquanto muitos materiais não metálicos são isolantes. No interior de um metal sólido como o cobre, um ou mais elétrons externos de cada átomo se desprendem e podem se mover livremente através do material, do mesmo modo que as moléculas de um gás podem se mover livremente através dos espaços entre os grãos em um balde de areia. Os elétrons restantes permanecem ligados aos núcleos carregados positivamente, os quais, por sua vez, permanecem relativamente fixos no interior do material. Em um isolante não existe praticamente nenhum elétron livre, e a carga elétrica não pode ser transferida através do material. Denomina-se semicondutor um material que possui propriedades intermediárias entre as de um bom condutor e as de um bom isolante. (YOUNG & FREEDMAN; SEARS & ZEMANSKY, 2015, p.6).

Dessa maneira, podemos dizer que os condutores elétricos são os materiais responsáveis pelo processo de transmissão de eletricidade nos circuitos elétricos, como também, através de suas propriedades, proporcionam diversos fenômenos presentes em diversos dispositivos elétricos.

2.1.2 Corrente elétrica

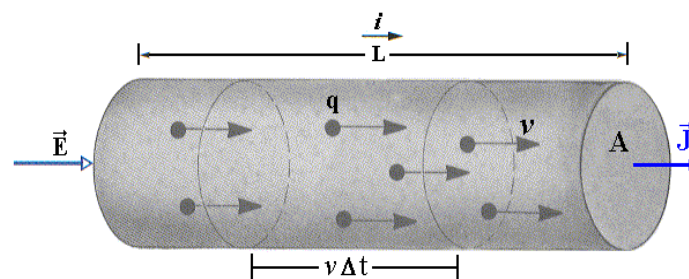
Conforme as definições de Condutores, Isolantes e Semicondutores, vimos que nos materiais condutores existe um fluxo de portadores de carga elétrica através dos mesmos, que se constitui no que chamamos de **corrente elétrica**.

Definição - Definimos a corrente elétrica através de uma área, com seção reta A , como igual ao fluxo total das cargas por unidade de tempo. Logo se uma carga líquida dQ flui através de uma área em um intervalo de tempo dt , a corrente, I , através da área é dada por:

$$I = \frac{dQ}{dt} \quad \text{Corrente elétrica (01)}$$

A Figura 01 representa um possível condutor, de seção reta transversal, A , que está sendo percorrido por uma corrente elétrica i .

Figura 01 – Ilustração do movimento das cargas em um condutor



Fonte: <http://ensinoadistancia.pro.br/EaD/Eletromagnetismo/CorrenteEletrica.html>

A unidade no SI de corrente elétrica denomina-se ampère; um ampère é definido como um coulomb por segundo ($1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$). O nome dessa unidade foi dado em homenagem ao cientista francês André Marie Ampère (1775-1836). (YOUNG & FREEDMAN; SEARS & ZEMANSKY, 2015, p.147).

De acordo com a figura 01, temos que a quantidade de cargas, dQ , que passa pela seção reta, A , do fio é dada por:

$$dQ = qnAvdt \quad \text{Carga elétrica (02)}$$

pelo fato de, em um intervalo de tempo dt , cada partícula se deslocar uma distância vdt , que representa o comprimento L . Da equação 02, substituindo na equação 01, temos que:

$$I = \frac{dQ}{dt} \rightarrow I = qnAvdt/dt ,$$

Assim, temos que:

$$I = qnAv \quad \text{Corrente elétrica (03)}$$

Na equação 03, v representa a velocidade de migração dos elétrons, n o número de portadores de carga por unidade de volume e A , a área de seção reta do fio.

Quanto ao sentido da corrente elétrica tem-se que “a orientação da corrente é considerada como sendo a do fluxo da carga positiva. Essa convenção foi estabelecida antes de se saber que os elétrons livres são as partículas que se movem nos cabos metálicos”. (TIPLER e MOSCA, 2006, p.146).

A densidade de corrente J é definida como a corrente que flui por unidade de área da seção reta:

$$J = \frac{I}{A} \quad \text{Densidade de corrente (04)}$$

As unidades de densidade de corrente são amperes por metro quadrado (A/m^2). (YOUNG & FREEDMAN; SEARS & ZEMANSKY, 2015, p.148).

2.1.3 Resistência elétrica e Leis de Ohm

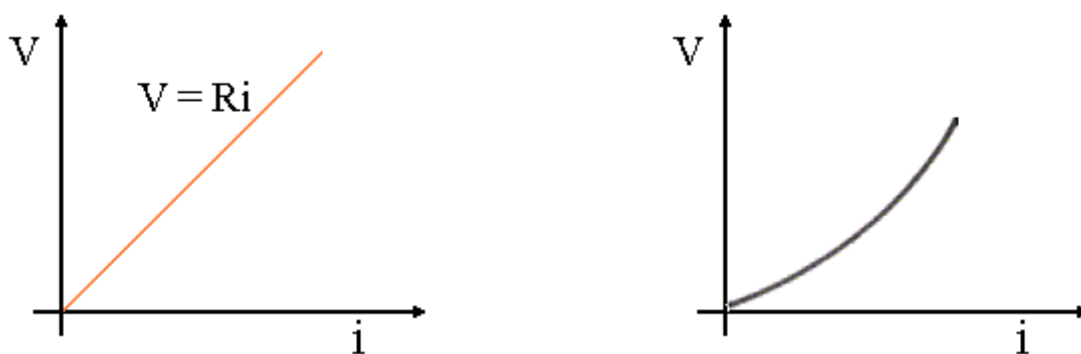
A resistência elétrica representa um impedimento, natural, oferecido pelo próprio condutor aos portadores de carga elétrica, durante seu movimento.

A relação entre a diferença de potencial nas extremidades de um condutor e a corrente elétrica que o atravessa, é chamada de resistência elétrica, e para condutores ôhmicos, é dada por:

$$R = \frac{V}{I} \quad \text{Resistência elétrica (05)}$$

A unidade de resistência elétrica no SI, Volt por Ampère, é denominada **Ohm (Ω)**. “Para muitos materiais, a resistência não depende da diferença de potencial ou da corrente. Os materiais com essas características, dentre os quais muitos dos metais, são considerados condutores ôhmicos”. (TIPLER e MOSCA, 2006, p.149). Para os condutores não ôhmicos, a resistência depende da corrente elétrica, o que torna a tensão proporcional a corrente elétrica. Graficamente podemos representar essas características de condutores ôhmicos e não ôhmicos de acordo com os gráficos 01, que representam o comportamento da curva característica de cada um.

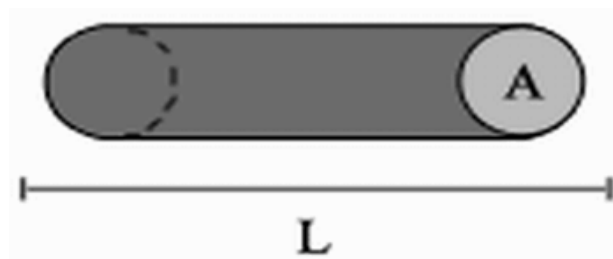
Gráfico 01 – Gráficos dos condutores ôhmicos e não-ôhmicos, respectivamente, da esquerda para a direita.



Fonte: <http://ensinoadistancia.pro.br/ead/Eletromagnetismo/LeiOhm.html>

Considere um fio de comprimento L e de área de seção reta transversal A , de acordo com a Figura 02.

Figura 02 – Representação de um fio de comprimento L e área de seção reta A .



Fonte: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=23265>

Para o cálculo da resistência no fio de comprimento L e área de seção reta, A temos que, “A resistência de um fio condutor é proporcional ao seu comprimento e inversamente proporcional à área de sua seção transversal” (TIPLER e MOSCA, 2006, p.149):

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

Segunda lei de Ohm (06)

Na equação 06, temos a presença do fator ρ , que representa a resistividade do material condutor, e sua unidade no sistema internacional é Ohm-metro, ($\Omega \cdot m$). Um ponto importante a se destacar na equação 06, é o fato da resistência elétrica ser proporcional à resistividade do material de que é constituído o condutor. Dessa maneira, podemos afirmar que quanto maior for a resistividade de um condutor, menor será sua condutividade. Assim temos que, para um condutor ser “considerado **condutor perfeito**” teríamos que ter $\rho = \frac{1}{\sigma} \rightarrow 0$, onde σ representa a condutividade elétrica, ou seja, para isso seria preciso que: $\sigma = \infty$, (GRIFFITHS, 2011,p.198). De acordo com a definição de resistência elétrica e sua relação com a condutividade dos materiais e entendendo que os **isolantes** elétricos são materiais que se opõem a passagem dos portadores de carga elétrica, teríamos que, para eles serem considerados **isolantes perfeitos** seria necessário: $I = \frac{V}{R} \rightarrow 0$, o que corresponderia, $R \rightarrow \infty$, uma resistência muito grande, o que seria pouco provável.

A resistência nos condutores depende da temperatura em que eles se encontram, pelo fato da resistividade também apresentar essa característica. A resistividade, ρ , de uma substância condutora depende fortemente da temperatura T a que ela é submetida e, a relação que expressa esta dependência é dada por:

$$\rho(T) = \rho(T_0)[1 + \alpha(T - T_0)] \quad \text{Resistividade como temperatura (07)}$$

onde na equação 07 temos, $\rho(T)$ é a resistividade elétrica numa determinada temperatura, $\rho(T_0)$ resistividade elétrica numa certa temperatura padrão inicial, α o coeficiente térmico de resistividade (em $^{\circ}C^{-1}$ ou K^{-1}) e $(T - T_0)$ é a diferença de temperatura. Sendo assim, “Como a resistividade de um material varia com a temperatura, a resistência de um condutor específico também varia dessa forma. Para intervalos de temperatura não muito elevados, essa variação é dada aproximadamente por uma relação linear, análoga à Equação”, (YOUNG & FREEDMAN; SEARS & ZEMANSKY, 2015, p.151).

$$R(T) = R_0 [1 + \alpha(T - T_0)]$$

Resistência com a temperatura (08)

O que representa a resistência em função da temperatura.

2.1.4 Potência elétrica em Resistores

A potência dissipada em um resistor representa a taxa de energia dissipada na forma de calor, descrita como segue: “Como resultado de todas as colisões, o trabalho feito pela força elétrica é convertido em calor no resistor. Como o trabalho feito por unidade de carga é V e a carga que flui por unidade de tempo é I , a potência é”, (GRIFFITHS, 2011, p.201):

$$P = VI = I^2R$$

Potência dissipada (09)

Na equação, temos I em ampères, R em ohms e P em watts. Essa potência é interpretada como a potência que é dissipada através de uma resistência, conforme segue definido:

“As cargas que se movem colidem com os átomos do resistor e transferem parte da energia para esses átomos, fazendo aumentar a energia interna do material. Ou a temperatura do resistor aumentará ou haverá um fluxo de calor para fora dele, ou ambas as hipóteses ocorrerão. Em qualquer uma das hipóteses, dizemos que a energia foi dissipada no resistor com uma taxa igual a I^2R . Todo resistor possui uma potência máxima, especificando qual é a maior potência que ele pode consumir sem superaquecer e se danificar. Alguns dispositivos, como aquecedores elétricos, são projetados para ficarem aquecidos e transferirem calor para suas vizinhanças. Contudo, quando a potência máxima especificada for ultrapassada, até mesmo esses dispositivos poderão se fundir ou explodir.” (1775-1836), (YOUNG & FREEDMAN; SEARS & ZEMANSKY, 2015, p.163).

Assim podemos dizer que há um processo de transformação de energia elétrica em energia térmica, chamado de “**lei de aquecimento Joule**”, (GRIFFITHS, 2011, p.201).

2.1.5 Força eletromotriz e Baterias

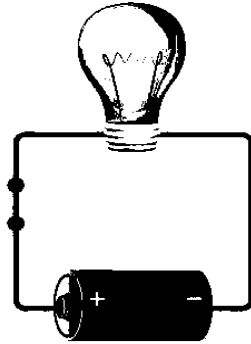
A manutenção da corrente elétrica em um circuito elétrico ou em um condutor só ocorre se houver uma fonte de energia que o alimente durante o tempo necessário. Assim, “O dispositivo que fornece energia a um circuito é denominado **fonte de fem**. (As letras **fem** são as iniciais de força eletromotriz)”, (TIPLER e MOSCA, 2006, p.154). As **fem's** estão presentes em pilhas e baterias que convertem energia química em energia elétrica, como também nos geradores que transformam energia mecânica em energia elétrica. Outro ponto importante a ser destacado é o surgimento de uma fem na termoeletricidade, onde veremos que no efeito Seebeck, devido a uma diferença de temperatura na junção de dois condutores, faz surgir uma fonte de fem, o que comprova o processo de transformação de energia térmica em elétrica. A unidade da fem é o volt (V), a mesma unidade de diferença de potencial.

No interior de uma bateria ou pilhas, o que temos na verdade é um movimento forçado dos portadores de carga elétrica, de modo que esses portadores acumulem energia potencial

elétrica devido a um processo químico e, com isso, um determinado circuito será alimentado por este dispositivo.

Considere a bateria, da figura 03, alimentando um circuito constituído de uma lâmpada Incandescente.

Figura 03 - Representação de uma fem (pilha) alimentando um circuito



Fonte: <http://vestibular.brasilecola.uol.com.br/enem/abordagem-dos-circuitos-eletricos-no-enem.htm>(adaptado)

Para esta situação, o que temos é que “existem, na realidade, *duas* forças envolvidas na movimentação de uma corrente elétrica por um circuito: a *fonte* f_s , que normalmente está confinada à uma parte do circuito (à bateria) e a força eletrostática, que serve para normalizar o fluxo e comunicar a influência da fonte ao circuito” (GRIFFITHS, 2011, p.203). Neste caso a força resultante sobre os portadores de carga elétrica é dada por: $\mathbf{f} = \mathbf{f}_s + \mathbf{E}$ onde \mathbf{f}_s é a fonte e \mathbf{E} , é a força eletrostática. Assim, a fem estabelecida é obtida pela integral em torno do circuito, o que resulta na integral de linha de \mathbf{f} em volta do circuito, dada por:

$$\varepsilon = \oint \mathbf{f} \cdot d\mathbf{l} = \oint \mathbf{f}_s \cdot d\mathbf{l} \quad \text{Força eletromotriz do circuito}$$

$$(10)$$

A equação 10 é estabelecida pelo fato de que, para campos conservativos, temos: $\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = 0$.

Um ponto importante a ser destacado, durante o movimento forçado no interior da bateria, é o fato da existência de uma resistência interna (r), oferecida pelo próprio dispositivo. Os portadores de carga elétrica, ao passarem por essa resistência interna, transformam parte da energia armazenada neles em calor, devido ao efeito joule¹, fazendo com que a energia que a bateria fornecerá para o circuito seja diferente do conteúdo energético contido na própria fem. E isso ocorre pelo fato de não termos geradores de fem ideal, com resistência interna nula, de modo que, em dispositivos reais, temos: $r \neq 0$.

¹ **Efeito Joule** – conforme definido pela “lei de aquecimento Joule”,(GRIFFITHS, 2011,p.201).

Durante todo o processo, quando uma bateria se encontra alimentando um circuito, temos que parte da energia vinda da fonte, seja ela qual for, é dissipada através da resistência interna e a outra parte restante é utilizada para alimentar o circuito que está ligado na bateria. Desta forma, temos que de acordo com o princípio da conservação da energia, $P_t = P_d + P_u$. Onde, da definição de potência, vista anteriormente, temos:

$P_t = \varepsilon I$, é a potência total do dispositivo

$P_d = rI^2$ é a potência dissipada na resistência interna

$P_u = V_{ab}I$ é a potência útil para o circuito alimentado

De acordo com a expressão, $P_t = P_d + P_u$, temos que:

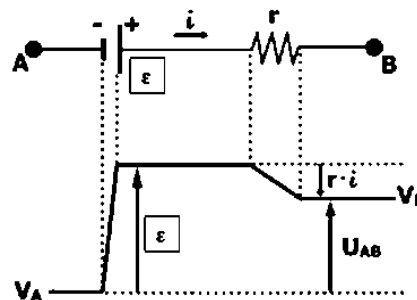
$$V_{ab} = \varepsilon - Ir$$

Equação do gerador (11)

Então, para um circuito que é submetido a uma tensão entre os pontos a e b, temos “A diferença de potencial V_{ab} , chamada de **voltagem nos terminais**, é menor que a fem, ε , em virtude do termo Ir , que representa a queda de potencial através da resistência interna r ”. (YOUNG & FREEDMAN; SEARS & ZEMANSKY, 2015, p.158).

A Figura 04, mostra o perfil dos potenciais envolvidos em um circuito que está sendo alimentado por uma bateria, que possui uma fem, ε uma resistência interna r e alimenta um circuito com terminais a e b.

Figura 04 - Perfil dos potenciais de um gerador químico



Fonte: http://www.fisicavivencial.pro.br/sites/default/files/sf/221SF/05_teorias.htm (adaptado)

De acordo com a Figura 04 podemos entender a equação (11): parte da tensão fornecida pela fem é perdida na resistência interna e o restante é fornecida ao circuito de terminais ab.

2.2 Termoeletricidade

Termoeletricidade é a área da Física que trata da transformação direta de energia térmica em energia elétrica e da transformação de energia elétrica em energia térmica. Esses dois processos de transformação de energia são estudados através dos efeitos Seebeck e Peltier, e posteriormente sintetizados a partir do Efeito Thomson, conforme descrito abaixo:

“Efeitos Termoelétricos são inevitavelmente associados com o fluxo de calor e eletricidade. Estes fluxos e seus potenciais associados são caracterizados por constituírem-se em processos não reversíveis. Em contraste, efeitos termoelétricos tais como: Efeito Seebeck, Efeito Peltier e Efeito Thomson podem ser termodinamicamente reversíveis. Estes efeitos pertencem a uma interessante classe de fenômenos físicos reversíveis que surgem em conjunção com dois ou mais processos irreversíveis”. (ALVES, 2007, p. 47).

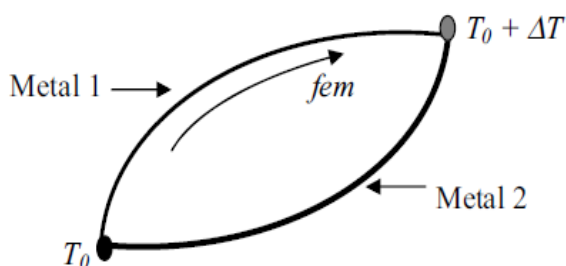
Estes fenômenos da termoeletricidade² começaram a ser observados a partir do século XIX, e serão descritos na sequência de observação que foram descobertos.

2.2.1 Efeito Seebeck

O efeito Seebeck recebe esse nome em homenagem à Thomas Johann Seebeck (1770 – 1831) que, em 1821, observou que, quando se estabelecia uma diferença de temperatura entre as junções de dois metais diferentes, como por exemplo o bismuto e o cobre, surgia uma tensão elétrica nos terminais desses metais. Esse processo caracteriza-se por representar o processo de transformação direta de energia térmica em energia elétrica.

Considere dois condutores diferentes formando um circuito, de modo que as suas junções estejam submetidas a temperaturas diferentes, conforme a figura abaixo:

Figura 05 – Representação física do efeito Seebeck



Fonte: (ALVES, 2007, p.47)

De acordo com a Figura 05, podemos perceber que, para uma diferença de temperatura ΔT , entre as junções dos metais, há um surgimento de uma força eletromotriz (fem), que é denominada de força eletromotriz Seebeck, fato este que caracteriza o efeito Seebeck.

² Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.33, n.3, p.861-878, dez. 2016.

O ponto importante a ser destacado é o fato de que a *fem* surgida, a partir do efeito térmico e “para pequenas diferenças de temperaturas, é proporcional à diferença de temperatura e depende da natureza dos materiais que compõem o circuito” (ALVES, 2007, p. 47). Dessa forma, se considerarmos os materiais constituídos dos metais 1 e 2, conforme ilustra a Figura 05, a força eletromotriz surgida, oriunda das junções dos metais, é expressa por:

$$\mathcal{E}_{1,2} = S_{1,2} \Delta T \quad \text{Tensão Seebeck}$$

(12)

onde da equação (12), temos que “ $S_{1,2}$ é definido como o coeficiente Seebeck relativo, entre os metais 1 e 2. $\mathcal{E}_{1,2}$ e $S_{1,2}$ são considerados positivos se o fluxo convencional de corrente é do metal 1 para o metal 2 na junção quente”. (Alves,2007, p. 48).

Outro destaque do fenômeno descrito é o fato da intensidade da *fem* ser função exclusiva da natureza dos condutores e da temperatura em seus terminais, e não depender de temperaturas intermediárias dos condutores. Dessa forma podemos escrever que:

$$\mathcal{E}_{T_0,T} = \mathcal{E}_{T_0,T_1} + \mathcal{E}_{T_1,T} \quad \text{Tensão resultante}$$

(13)

onde, T_1 é uma temperatura arbitrária, intermediária no condutor e T_0 e T , representam as temperaturas estabelecidas nas junções dos condutores.

Desta forma, descrita pela equação 10, temos que, se para quaisquer dois condutores 2 e 3, a relação $\mathcal{E}_{2,3} = S_{2,3} \Delta T$ é válida e com isso, se associarmos os metais 1 e 3, a força eletromotriz composta por eles pode ser dada por:

$$\mathcal{E}_{1,3} = \mathcal{E}_{1,2} + \mathcal{E}_{2,3} = (S_{1,2} + S_{2,3}) \Delta T \quad \text{Adição dos coeficientes Seebeck}$$

(13)

“Esta propriedade aditiva dos coeficientes relativos de Seebeck é chamada de lei dos condutores intermediários” (ALVES,2007, p. 48), e com isso temos que para qualquer par de

condutor, o seu coeficiente relativo Seebeck é obtido pela diferença entre os coeficientes absolutos Seebeck.

Desta forma, temos que, para pequenas diferenças de temperaturas entre as junções dos condutores, temos pequenas *fem*'s surgidas, ou seja:

$$d\mathcal{E}_{1,2} = S_{1,2}dT,$$

Assim, para uma “diferenciação numérica de valores tabelados de \mathcal{E} versus T ”, (MONTEIRO, 2002, p. 33), temos:

$$\mathcal{E}_{1,2} = \int_{T_0}^T S_{1,2}dT \quad \text{Tensão Seebeck diferencial (14)}$$

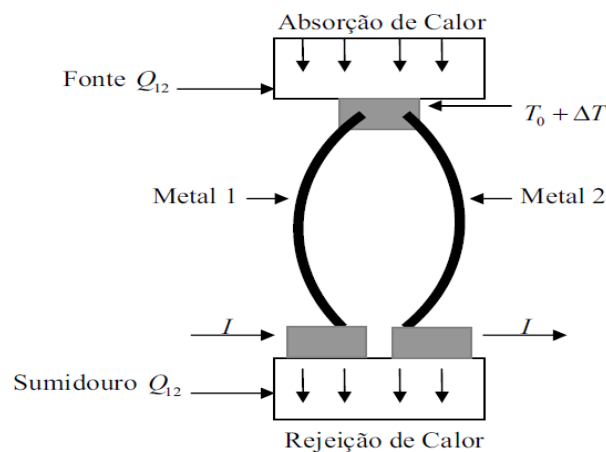
Isso, para uma determinada temperatura de referência, conforme a relação.

2.2.2 Efeito Peltier

O efeito Peltier recebe esse nome pelo fato de que, em 1834, Jean C. A. Peltier (1785-1845) observou que, quando se realiza a experiência inversa do efeito Seebeck, ou seja, o estabelecimento de uma corrente elétrica nos terminais de um termopar, ligados por uma junção, ocorre o aparecimento de uma diferença de temperatura, onde de um lado da junção observa-se um resfriamento e do outro lado observa-se um aquecimento.

Considere dois condutores diferentes formando um circuito, conforme a representação da Figura 05, porém acontecendo o processo inverso, ou seja, uma corrente elétrica percorrendo os condutores, de acordo com a Figura 06

Figura 06: Representação física do efeito Peltier



Fonte: (ALVES, 2007, p.50)

O efeito Peltier representa o processo inverso ao Seebeck, pelo fato de que, quando os condutores são percorridos pela corrente elétrica, observa-se uma absorção de calor em uma das junções e uma emissão de calor na outra junção, de modo que: “A taxa na qual o calor Peltier é absorvido (ou rejeitado) é proporcional a corrente e depende da natureza dos dois materiais que compõe a junção” (ALVES,2007, p. 49). A quantidade de calor é dada por:

$$Q_{1,2} = \pi_{1,2}I, \text{ Calor absorvido ou rejeitado no efeito Peltier (15)}$$

onde, $Q_{1,2}$ representa o calor Peltier trocado, $\pi_{1,2}$ é chamado de coeficiente relativo Peltier e I é a corrente elétrica.

Um ponto importante a ser destacado a respeito da taxa de emissão e absorção de calor nas junções é o fato da propriedade aditiva do coeficiente relativo Peltier, ou seja, o processo é semelhante ao ocorrido no efeito Seebeck, porém, no processo inverso.

2.2.3 Efeito Thomson

Esse efeito, denominado Efeito Thomson, deve-se ao fato que William Thomson (1824-1907), o Lorde Kelvin , após estudar os efeitos Seebeck e Peltier, observou uma possível relação entre os coeficientes, conforme afirma:

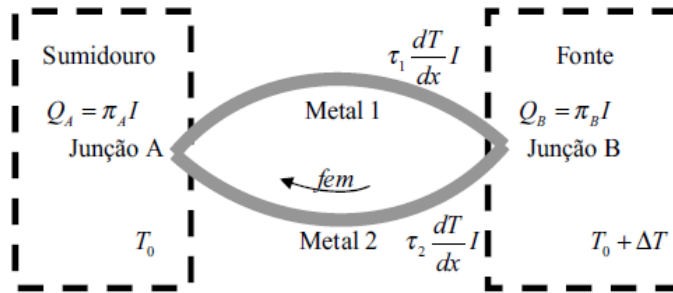
“O efeito Thomson se refere à emissão ou absorção reversível de calor que ocorre quando uma corrente elétrica atravessa um material condutor homogêneo, através do um gradiente de temperatura é mantido não importando se a corrente está sendo introduzida ou induzida pelo próprio termopar. O calor gerado ou absorvido em um condutor é proporcional à diferença de temperatura e à corrente elétrica”.(MONTEIRO, 2002, p. 35).

A quantidade de calor absorvida no condutor, ao longo do seu comprimento, é dada por:

$$q_1 = \tau_1 I \frac{dT}{dx} \quad \text{Taxa de absorção de calor (16)}$$

onde, τ_1 representa o coeficiente Thomson do condutor 1 e $\frac{dT}{dx}$ representa o gradiente de temperatura ao longo do eixo x. Sobre o coeficiente Thomson, tem-se “O coeficiente Thomson é positivo se o calor é absorvido quando a corrente convencional I e o gradiente de temperatura estão na mesma direção. Este coeficiente é único e se refere à propriedade de apenas um material”, (ALVES, 2007, p. 50).

Figura 07: Representação física do efeito Thomson



Fonte: (ALVES, 2007, p.51)

Pela Figura 07, temos as junções A e B, que estão submetidas as temperaturas T_0 e $(T_0 + \Delta T)$, respectivamente, com Q_A o calor rejeitado no sumidouro e Q_B o calor absorvido na fonte. Dessa maneira: “Thomson derivou a relação entre os três coeficientes, postulando que a primeira e a segunda lei da termodinâmica pudessem ser aplicadas no circuito termoeletrico apenas para processos reversíveis na presença de efeitos irreversíveis (Efeito Joule e processos de condução de calor).” (ALVES,2007, p. 51).

Quanto a primeira lei da Termodinâmica, que trata do princípio da conservação da energia, temos que a energia elétrica consumida pela *fem* de Seebeck, em uma carga que percorre o circuito, é vinda da energia térmica absorvida das vizinhanças do circuito, ou seja, um processo de transformação de energia térmica em energia elétrica.

De acordo com a segunda lei da Termodinâmica, a passagem de carga produz uma variação relativa de entropia nula, uma vez que isso ocorre sob condições reversíveis. Dessa maneira pode-se favorecer o rendimento nas aplicações desses dispositivos em processos mais amplos de transformação de energia, conforme definido:

“A primeira lei da Termodinâmica requer que, para cada unidade de carga passando completamente em torno do circuito, o trabalho feito sobre a unidade de carga pela força eletromotriz de Seebeck deve ser igual à energia térmica absorvida das vizinhanças,....A segunda lei requer sob as mesmas condições que a mudança na entropia total do sistema devido à passagem da unidade de carga sob condições reversíveis deve ser nula. Desde que não exista mudança na energia elétrica do sistema após a passagem da unidade em torno do sistema” (ALVES,2007, p. 52).

Sendo assim, essa relação dos fenômenos termoeletricos com os aspectos termodinâmicos, condicionada as limitações inerentes, influenciam na eficiência dos dispositivos.

2.3 Conceitos Termodinâmicos

A termodinâmica é a área da Física que analisa o calor e o trabalho, assim como sua relação nos sistemas termodinâmicos. Ela organiza as leis empíricas com relação ao comportamento térmico do mundo macroscópico, observado sempre o princípio da conservação da energia.

2.3.1 Calor e Temperatura

A **temperatura** de um corpo mede o nível de agitação de suas partes constituintes. Como a agitação dessas partes está associada aos seus movimentos, poderíamos, então, dizer que, conforme define-se em, “temperatura é uma medida da energia cinética média das moléculas de um corpo”, (TIPLER e MOSCA, 2006, p. 598). Podemos dizer que em termos de sua unidade, temos a definição, “A temperatura T , medida por um termômetro a gás, é definida pela equação:

$$T = (273,16) \lim_{P_{\text{gás}} \rightarrow 0} \frac{P}{P_3} \quad \text{Medida da temperatura}$$

(17)

Nessa equação, “ T é a temperatura em kelvins, p é a pressão do gás à temperatura T , e P_3 é a pressão do gás no ponto triplo da água” (HALLIDAY e RESNICK, 2016).

O **calor** é definido como a energia térmica que se transfere de um corpo para outro devido a uma diferença de temperatura. Em termos de unidades, no Sistema Internacional, o calor representa uma quantidade de energia, assim sua unidade pode ser expressa em termos de joule. A relação que existe entre joule e calorias é que em **1 cal = 4,1868 J** (O equilíbrio térmico entre os corpos é atingido quando, nos processos de troca de calor, todos atingem a mesma temperatura. O equilíbrio térmico que será analisado adiante, é também conhecido como a Lei Zero da Termodinâmica: “Se um terceiro objeto C está em equilíbrio térmico com A e também em equilíbrio térmico com B, então A e B estão em equilíbrio entre si. (HALLIDAY e RESNICK, 2016, p.419).

2.3.2 Equilíbrio Térmico

O equilíbrio térmico entre os corpos é atingido quando, nos processos de troca de calor, todos atingem a mesma temperatura. O equilíbrio térmico é também conhecido como a

Lei Zero da Termodinâmica: “Se dois corpos estão em equilíbrio térmico com um terceiro, então eles estão em equilíbrio térmico entre si” (TIPLER e MOSCA, 2006, p. 597).

Um fato importante para definir um sistema em equilíbrio térmico é anunciado como “Um sistema está em equilíbrio térmico se um detalhado balanço energético é obtido. Um balanço detalhado implica que todo processo no sistema está exatamente balanceado por seus processos inversos”, (ALVES, 2007, p.36).

A igualdade termodinâmica está relacionada com a mudança da energia do sistema devido a alguns fatores como: a troca de calor, a realização de trabalho, ou com a troca de matéria entre meios. Assim, para um sistema que troca uma quantidade de calor dQ , onde há um trabalho realizado dW e uma alteração no número de partículas dN , temos que:

$$dU = dQ + dW + \mu dN,$$

onde dU representa a variação da energia do sistema. “O termo μ é a energia adicionada ao sistema quando a ele adicionamos uma partícula sem adicionar ambos, calor ou trabalho” (ALVES, 2007, p.36).

2.4 Transposição Didática

A transposição de didática foi proposta inicialmente pelo sociólogo Michel Verret (1927-2017) em 1975 e teve análise e compreensão aprofundada por Yves Chevallard (1946-) em 1982. Esse processo consiste na organização planejada dos conteúdos que irão fazer parte dos conhecimentos a serem ensinados. Conforme Chevallard (1991) define,

“Um conteúdo do saber tendo sido designado como saber a ensinar quando sofre, a partir daí, um conjunto de transformações adaptativas que o levam a tomar lugar entre os objetos de ensino. O trabalho em tornar um objeto do saber a ensinar em objeto ensinado é denominado de Transposição Didática (CHEVALLARD, 1991,p.39 apud ALVES , 2000, p.219)

Esse processo consiste na transformação do conhecimento inicialmente produzido pelos cientistas, chamado de “saber sábio”, depois se tem o conhecimento organizado nos livros textos, onde há uma transformação em especial na linguagem pelos autores e especialistas das disciplinas que é chamado de “saber a ensinar” e finalmente se tem o processo de ensino e aprendizagem realizado nas escolas, onde o professor organiza didaticamente os conteúdos e ensina para seus alunos; etapa essa chamada de “saber ensinado”.

Uma das funções da transposição didática é tornar um conceito mais compreensível; como processo transformador do saber, tem a função de diminuir as dificuldades na aprendizagem de conceitos e com isso auxiliar no entendimento dos conhecimentos científicos transferidos para os alunos.

Sendo assim o processo da transposição didática consiste em etapas de transformações³ que podem ser representadas de acordo com o seguinte esquema sequencial:

→ objeto do saber → objeto a ensinar → objeto ensinado

onde, pelo sequenciamento dessas transformações temos uma equivalência do “objeto do saber” com o saber sábio, do “objeto a ensinar” com o saber a ensinar e “objeto ensinado” com o saber ensinado em sala de aula pelos professores,

“A passagem de um saber formal para uma versão didática como objeto deste saber, pode ser chamada de Transposição Didática ‘strito sensu’. Mas o estudo científico do processo de Transposição Didática supõe levar em conta a Transposição Didática ‘sensu lato’, representado no esquema (vide acima) dos quais a primeira seta indica a passagem implícita para a explícita, da prática à teoria, do pré-construído ao construído.”, (CHEVALLARD, 1991, p.39 apud ALVES FILHO, 2000, p.220).

A ideia do Saber Sábido, definida por Chevallard, representa o conhecimento que é resultado de pesquisas realizadas pelos cientistas, em uma síntese de observações na ciência, através de modelos representativos de uma teoria metodologicamente fundamentada. Um ponto importante a ser destacado sobre esse conhecimento se refere ao “tempo real”⁴ de seu processo de construção e sintetização.

Quanto ao Saber a Ensinar, o que se tem é uma síntese de conhecimentos realizada a partir do saber sábio. Valendo salientar que a síntese desse conhecimento não representa uma mera banalização do saber sábio, mas sim a construção do conhecimento com intencionalidade didática; uma atitude não considerada na construção do saber sábio. Os próprios indivíduos que participam desta etapa de construção de conhecimento pertencem a grupos sociais que são motivados por diversos interesses e conflitos ideológicos, como diz “Todo projeto social de ensino e aprendizagem se constitui dialeticamente com a identificação e a designação de conteúdos do saber (sábio) como conteúdo a ensinar.” (CHEVALLARD, 1991:39 apud FILHO, 2000, p.220).

Dessa maneira podemos entender que os conhecimentos que são predefinidos para serem apresentados aos demais grupos sociais, como transposição didática, na verdade são resultados de determinados mecanismos de interesse, onde o contexto social exerce

³ Ver em: FILHO, Jose de Pinho Alves, **ATIVIDADES EXPERIMENTAIS: DO MÉTODO À PRÁTICA CONSTRUTIVISTA**, Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do grau de Doutor em Educação **Florianópolis (SC) 2000**

⁴ Se refere ao tempo em que o conhecimento foi descoberto, relacionado ao contexto histórico.

demasiadamente influência quanto a sua escolha, o que descaracteriza o saber sábio de acordo com sua metodologia sistematizadora.

Com relação a etapa do saber ensinado, o que temos é a efetivação de uma forte intenção didática, onde a relação professor-aluno dentro da sala de aula, comanda o processo de ensino-aprendizagem, inclusive com a presença de concepções pessoais e ideológicas dos professores que poderão ter profundas influências nas suas práticas pedagógicas, como também no debate mais amplo sobre o conteúdo que está sendo ensinado.

Entendendo dessa maneira, os processos de adequação e reformulação dos conhecimentos seguem, em todas as etapas, influências externas, em que a intencionalidade didática é evidenciada durante a execução do saber ensinado, especialmente na relação professor-aluno; fortalecida quando se afirma... “Cada nova transposição cria um quadro epistemológico novo(...)Dentro de cada quadro novo, é feito o possível para reduzir as dificuldades de aprendizagem, dissolve-las.” (JOHSUA e DUPIN,1993:201, apud FILHO, 2000, p.232).

Algo importante de se enfatizar nesse conjunto de processos, é que o “tempo didático”⁵ que representa o tempo em que o conhecimento está sendo reproduzido para os alunos, se relaciona como o “tempo real” através de relação dentro da sala de aula entre o professor e o aluno.

2.4.1 Regras da Transposição Didática

O processo pelo qual se gera o novo saber é mediado por fatores que muitas vezes, por levar em consideração aspectos de natureza política, comercial, pedagógica, obedecem a determinadas regras que detêm determinadas funções, conforme definido: “as várias etapas ou regras, que conduzem a introdução no saber sábio até o saber a ensinar” (CHEVALLARD E JOHSUA (1982), ASTOLFI (1997, Apud FILHO, 2000, p.235).

Dessa maneira podemos mencionar as referidas regras, de acordo com o seguinte sequenciamento:

- **Modernizar o Saber Escolar** – Consiste em evidenciar inovações tecnológicas que estão presentes no nosso cotidiano e que são associadas a determinados fenômenos da

⁵ Ver em: FILHO, Jose de Pinho Alves, **ATIVIDADES EXPERIMENTAIS: DO MÉTODO À PRÁTICA CONSTRUTIVISTA**, Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do grau de Doutor em Educação Florianópolis (SC) 2000

natureza que outrora já foram concebidos como saber sábio e se constituíram em saber a ensinar. Assim como definido,

“Em diferentes disciplinas, parece ser necessário aos especialistas “colocar em dia” os conteúdos de ensino para aproximá-los dos conhecimentos acadêmicos. Neste caso, frequentemente criam-se comissões que tomam por base vários trabalhos e proposições anteriores difundidos na noosfera”, (ASTOLFI, 1997:182, Apud, FILHO, 2000, p.235).

Sendo assim, é importante evidenciar a relação dos conteúdos presentes nos livros didáticos com as práticas e as inovações presentes no cotidiano, uma vez que, tais inovações são resultados de relações e interesses comerciais que são atividades inerentes do mundo atual.

- **Atualizar o Saber a Ensinar** – Esta regra enfatiza a ideia de que o saber a ensinar, que estão presentes nos livros textos, precisam de certa forma ser revisados, de modo que se articule com o que há de novo, conforme definido, “Para esta renovação, julgada necessária do lado do saber sábio, se soma uma necessidade de renovação curricular do lado do ambiente do sistema educativo.” (ASTOLFI, 1997:182, Apud FILHO, 2000, p.236).

Com isso, a introdução de novos saberes associados as práticas presentes no mundo atual, nos permite descartar aquilo que se encontra em desuso e que não apresenta como saber a ensinar.

- **Articular o saber “novo” com o “antigo”** – Esta regra da transposição didática atenta para o fato de que, ao inserirmos novos elementos de ensino, não podemos negar os conhecimentos mais antigos, mas o que devemos fazer, na verdade, é articular o que está sendo estabelecido para se ensinar com os conhecimentos presentes no saber a ensinar, conforme esclarece:

“Entre os vários «objetos» do saber sábio suscetível a modernização e para diminuir à obsolescência, alguns são escolhidos porque permitem uma articulação mais satisfatória entre o «novo» que se tenta introduzir, e o «velho» já provado no sistema e do qual será necessário conservar alguns elementos reorganizados.” (ASTOLFI, 1997:183, Apud FILHO, 2000, p.237).

Com esse entendimento, o novo conhecimento se configura como algo que pode explicar melhor o conhecimento, de modo que esse antigo conhecimento não seja refutado de forma radical.

- **Transformar um saber em exercícios e problemas** – Para esta regra da transposição didática, o que temos é a evidência da importância da criação de situações e problemas dos novos conhecimentos:

“A seleção vai ocorrer a partir da facilidade particular de certos conteúdos para gerar um número grande de exercícios ou atividades didáticas, até mesmo quando estes são nitidamente descontextualizados quanto a sua função, em relação ao conceito original.” (ASTOLFI, 1997:183, Apud FILHO, 2000, p.237).

O novo conhecimento, concebido como saber a ensinar, terá muito mais viabilidade quanto for maior a capacidade de elaboração de exercícios, uma vez que esta prática permite maior compreensão do conhecimento que está sendo ensinado.

- **Tornar um conceito mais compreensível** – Esta regra da transposição didática representa o ponto principal em sua funcionalidade, pois se alinha a finalidade da prática docente, no sentido de construir o conhecimento de forma mais compreensível e que diminua ao máximo possível as dificuldades encontradas. Conforme afirma Alves Filho:

A Transposição Didática como processo transformador do saber, tem a função de diminuir as dificuldades na aprendizagem de conceitos. Muitos dos objetos do saber-sábio se apresentam em uma linguagem ou jargão próprios dos cientistas e intelectuais, pois estão relacionados ou são construídos a partir de outros objetos mais sofisticados. O saber a ensinar, desenvolve uma linguagem própria, compatível com o nível de entendimento do estudante. Neste processo são criados objetos didáticos que permitem inserir elementos novos e facilitadores do aprendizado, assim como utilizar uma matemática adequada para aqueles que estão sendo iniciados neste tipo de saber. (FILHO, 2000, p.238).

De acordo com o estabelecido nessas regras descritas acima, podemos dizer que o a proposta da transposição didática da Termoeletricidade para o conteúdo geradores elétricos fundamenta-se, principalmente, na ideia de tornar o conceito mais compreensível para o aluno, uma vez que pretende-se enfatizar o papel do gerador no processo de transformação de energia.

2.5 Abordagem Problematizadora de Ensino e Sequência Didática

Encontramos diversos problemas no cenário educacional, de diversas naturezas, mas um dos principais gargalos encontrados pelos professores da educação básica é a falta de motivação dos nossos jovens que, ao entrarem no ambiente escolar não conseguem ver muita relevância no que é ensinado e no que é proposto pela escola. Dessa forma, o processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos que representa o mecanismo básico da educação formal escolar para a formação do cidadão (LIBÂNEO, 2005, p. 49), fica cada vez mais comprometido e difícil de ser posto em prática, como de fato deveria. Esse problema apresenta-se de forma mais acentuada nos componentes curriculares das ciências da natureza e, em especial no Ensino de Física, onde os conteúdos, por exigirem mais de abstração para o seu entendimento, resultam em um agravamento da situação. O que se ouve por parte dos

estudantes é que a abordagem adotada pelos professores, através de aulas expositivas dos conteúdos, muitas vezes se torna enfadonha e dotada de pouca significação e relevância com sua vida cotidiana.

Diante dessa problemática, surgem os seguintes questionamentos: como as práticas pedagógicas estão direcionadas para o enfrentamento desse problema? Como as teorias de ensino podem contribuir para amenizar esses problemas e, com isso, tenhamos um processo de ensino e aprendizagem mais eficaz?

Para o enfrentamento dessa problemática, concebendo o processo educacional, no sentido de transmissão, assimilação e concepção de conteúdos científicos, a proposta de uma prática docente voltada para a abordagem problematizadora no ensino de Física, surge como uma possibilidade metodológica alinhada a tentativa de despertar o interesse dos educandos, de modo a estimular o processo de ensino-aprendizagem em andamento. A metodologia problematizadora, que pode ser abordada através da experimentação, que é defendida por Delizoicov e Angotti (1994), envida uma maior aproximação do aluno, uma vez que explora o prático, dos conteúdos trabalhados em sala de aula. Assim, problematizar pode ser entendido com:

“a escolha e formulação adequada de problemas, que o aluno não se formula, de modo que permitam a introdução de um *novo conhecimento* (para o aluno), ou seja, os conceitos, modelos, leis e teorias da Física, sem as quais os problemas formulados não podem ser solucionados. Não se restringe, portanto, apenas a apresentação de problemas a serem resolvidos com a conceituação abordada nas aulas, uma vez que está ainda não foi desenvolvida! São, ao contrário, problemas que devem ter o potencial de gerar no aluno a necessidade de apropriação de um conhecimento que ele ainda não tem e que ainda não foi apresentado pelo professor. É preciso que o problema formulado tenha uma significação para o estudante, de modo a conscientizá-lo que a sua solução exige um conhecimento que, para ele, é inédito” (DELIZOICOV e ANGOTTI, 1994,)

Nesse sentido, destacamos que o ensino de Física, baseado em uma abordagem da problematização através da experimentação; com atividades práticas para o aluno no processo educacional; buscando evidenciar as suas concepções prévias, evitando meramente uma exposição de conteúdos, seguida de resolução de exercícios, pode minimizar a aversão que nossos estudantes apresentam.

A utilização dessa abordagem, mesmo apresentando algumas barreiras para aplicação na maioria das escolas públicas, devido fatores logísticos, onde esses ambientes, muitas vezes, não possuem uma estrutura adequada, laboratórios apropriados, pode se apresentar como alternativa eficiente para o ensino de Física.

A escolha da prática da abordagem problematizadora, evidenciada nas atividades desenvolvidas para o aluno, provocando nele um sentimento de inquietação entre o que está

sendo estabelecido e o seu conhecimento prévio, coloca-se dentro de um processo maior, evidenciado na sequência didática, que, por sua vez, pode fazer parte de uma prática pedagógica que permite explorar resultados potencialmente significativos no processo de ensino e aprendizagem desenvolvido. O processo da prática da abordagem problematizadora, a exemplo da experimentação, pode ser dividida, de acordo com Delizoicov e Angotti (1994) em três momentos pedagógicos distintos, que são: primeiro momento – problematização inicial, onde são apresentadas situações associadas ao novo conteúdo, observada a realidade vivenciada pelo aluno; segundo momento – organização do conhecimento – o conteúdo estabelecido na problematização inicial é debatido em seu aspecto formal, levando em consideração os conhecimentos científicos; terceiro momento – se refere a aplicação do conhecimento que fora discutido e abordado nas etapas anteriores.

Esses momentos pedagógicos são bem definidos, de acordo com Delizoicov e Angotti, para a problematização inicial:

“São apresentadas questões e/ou situações para discussão com os alunos. Sua função, mais do que simples motivação para se introduzir um conteúdo específico, é fazer a ligação desse conteúdo com situações reais que os alunos conhecem e presenciam, para as quais eles provavelmente não dispõem de conhecimentos científicos suficientes para interpretar total ou corretamente (DELIZOICOV e ANGOTTI, 1990).

Quanto ao segundo momento que é a organização do Conhecimento, temos que:

“O conteúdo é programado e preparado em termos instrucionais para que o aluno o apreenda de forma a, de um lado, perceber a existência de outras visões e explicações para as situações e fenômenos problematizados, e, de outro, a comparar esse conhecimento com o seu, para usá-lo para melhor interpretar aqueles fenômenos e situações (DELIZOICOV e ANGOTTI, 1990).

No terceiro momento, quando é realizado a aplicação do conhecimento que fora apresentado, destacamos que:

“Destinar-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento. Deste modo pretende-se que, dinâmica e evolutivamente, o aluno perceba que o conhecimento, além de ser uma construção historicamente determinada, desde que apreendido é acessível a qualquer cidadão, que dele pode fazer uso. Com isso, pode-se evitar a excessiva dicotomização entre processo e produto, Física de "quadro-negro" e Física da "vida", "cientista e não-cientista" (DELIZOICOV e ANGOTTI, 1990).

Esse processo de planejamento e execução das atividades, serve de elemento norteador para as demais etapas da sequência didática, objetivando uma prática pedagógica adequada e com mais eficiência para aplicação e execução do currículo.

Podemos dizer que a elaboração de uma sequência didática requer, antes de tudo, um planejamento estratégico, de modo que cada etapa constituinte seja pensada e elaborada para satisfazer a lógica geral presente na sequência em execução.

Considerando que a sequência didática deve ser elaborada e planejada de acordo com as etapas de apresentação, definição dos conteúdos e habilidades a serem explorados, com objetivos bem definidos, descrição lógica das atividades, aula por aula, incluindo atividades direcionadas e coerentes com a proposta, pode-se oferecer um cenário propício para a facilitação no ensino e o entendimento do novo conteúdo apresentado pelo professor.

A prática da abordagem problematizadora através da experimentação, como também a elaboração de uma sequência didática norteada por essa prática, com todas as atividades e etapas bem definidas e planejadas em uma sequência lógica, representa uma possibilidade de enfrentarmos uma frequente dificuldade encontrada nas nossas escolas, sobretudo na execução do currículo de Física: a dificuldade no entendimento dos enunciados presentes nos conteúdos, e principalmente na relação que existe com os fenômenos encontrados no nosso cotidiano.

Com isso podemos dizer que cabe ao professor, durante a aplicação desses momentos pedagógicos, o papel de orientar os estudos apresentados, de modo que as dificuldades apresentadas pelos estudantes sejam trabalhadas, e que sejam capazes de relacionar as ações envolvidas em cada etapa, consolidando os conceitos mais relevantes para o entendimento do conteúdo como um todo.

3. METODOLOGIA

3.1 A Proposta Didática

Para a aplicação deste trabalho, baseado na elaboração do produto educacional relacionado, partimos da estruturação de uma sequência didática que aborda o tema de Termoeletricidade, incluído através de uma transposição didática ao estudo de geradores elétricos; uma vez que o referido tema não se constitui como conteúdo programático para o Ensino Médio. Esta Transposição Didática, como processo transformador do saber, tem a função de diminuir as dificuldades na aprendizagem de conceitos e com isso auxiliar no entendimento dos conhecimentos científicos apresentados aos alunos.

Para execução da sequência didática, temos três encontros de ensino, os quais correspondem aos três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1994), onde as ações desenvolvidas nesses encontros de ensino apresentam as mesmas características contidas nesses momentos pedagógicos, que são: primeiro momento – problematização inicial; segundo momento – organização do conhecimento, e o terceiro momento – que se refere a aplicação do conhecimento que fora discutido e abordado nas etapas anteriores.

Para o cumprimento desses encontros de ensino foram estabelecidos os referidos conteúdos, assim como as competências e habilidades a serem atingidas, de acordo com a descrição abaixo:

PRIMEIRO ENCONTRO DE ENSINO - As atividades desenvolvidas no primeiro encontro de ensino da sequência didática tem o caráter informativo a respeito das fontes alternativas de energia, assim como do processo de obtenção de energia elétrica através delas. Neste encontro, tem-se a problematização inicial, onde serão apresentadas situações motivadoras para os alunos, de modo que eles associem o novo conteúdo com a realidade vivenciada pelo aluno.

Conteúdos - Fontes alternativas de energia (princípios de funcionamento).

Metodologia - Para esse encontro foi elaborado um texto contendo um resumo das principais fontes alternativas de energia, utilizadas atualmente, contendo seus princípios de funcionamento, seus impactos ambientais e principalmente evidenciando sempre o papel dos geradores elétricos nesses processos. O texto é distribuído com os alunos para uma leitura e em seguida haverá um debate de toda a turma, no sentido de haver um detalhamento mais aprofundado sobre o que foi exposto no texto. Nesse mesmo encontro temos também a

distribuição de um questionário entregue aos alunos, para uma posterior discussão quanto ao entendimento do assunto.

Duração – A duração será de uma aula, com um tempo de 45 minutos.

SEGUNDO ENCONTRO DE ENSINO - As atividades desenvolvidas nesse segundo encontro têm o caráter didático de exposição do conteúdo de geradores elétricos. É realizada também uma aula expositiva do conteúdo, que coincide com o segundo momento pedagógico⁶, de modo que o aluno possa explorar as características principais dos geradores, como sua força eletromotriz, sua resistência interna, o processo de transformação de energia que acontece na sua resistência interna, como também a energia que o gerador consegue fornecer a um circuito. O formalismo matemático através da equação do gerador e da curva que caracteriza a relação entre a tensão fornecida ao circuito e a corrente elétrica estabelecida pelo gerador é trabalhado durante esse encontro.

Conteúdos – Geradores Elétricos.

Metodologia – Aula expositiva do referido conteúdo, com tópicos em Slides.

Duração – A duração é de duas de 45 minutos, num total de 90 minutos.

TERCEIRO ENCONTRO DE ENSINO – Aqui é abordado o tema de Termoeletricidade, com os efeitos Seebeck e Peltier e serão abordados com a apresentação do experimento de transformação de energia térmica em energia elétrica, sem a presença do gerador eletromagnético ou químico. Antes da apresentação do experimento sobre os efeitos Seebeck e Peltier, será feita uma exposição teórica sobre os fenômenos.

Conteúdos – Termoeletricidade.

Metodologia - A exposição do conteúdo de termoeletricidade é feita mediante uma aula de tópicos do conteúdo, realizada através de Slides. Quanto a exposição do experimento, que é montado pelo professor, anteriormente a aula e apresentado aos alunos, temos um momento de observação dos efeitos surgidos no aparato experimental e um com isso temos um debate com os alunos, quanto aos detalhes do experimento.

Para a montagem do experimento serão utilizados equipamentos, na sua maioria, encontrados na própria escola. O aparato experimental será constituído com os seguintes equipamentos e procedimentos:

Materiais

⁶ Ver na abordagem problematizadora

- 1- Base de alumínio feita de material presente no laboratório da escola;
- 2- Dissipador de calor extraído de sucata de computadores;
- 3- Ventoinha de sucata de computadores utilizada em processadores;
- 4- Hastes de metal presentes no laboratório da escola;
- 5- Lamparina de vidro presente no laboratório da escola;
- 6- Motor de 2 volts presentes nos kits de robótica da escola;
- 7- Hélice de plástico presentes nos kits de robótica da escola;
- 8- Placa de PVC construída com as peças dos kits de robótica da escola;
- 9- Pastilha Peltier compradas em eletrônicas;
- 10- Pasta térmica utilizada para adesão da pastilha com a base de alumínio e o dissipador;

Procedimentos

- Sobre a tela de alumínio é colocada a pastilha peltier e sobre a pastilha coloca-se o dissipador de calor com a ventoinha acoplada a ele;
- Na parte lateral da base de alumínio é fixada uma haste de metal que serve de suporte para o motor de 2 volts.
- A hélice é acoplada no eixo do motor;
- Na outra lateral é fixada duas hastes de metal, de modo que a placa de identificação seja fixada;
- A lamparina é colocada na parte inferior da base de alumínio de modo que sua chama atinja o local onde foi colocada a pastilha peltier;
- Após a lamparina ser acesa teremos o aquecimento de um dos lados da pastilha peltier;
- Os lados opostos da pastilha peltier terão diferenças de temperaturas, o que acarretará no efeito esperado, que é o surgimento de uma tensão nos terminais da pastilha;
- Pretende-se que a tensão surgida nos terminais acione a ventoinha e a hélice que foram acopladas ao dissipador e ao motor, de modo que possa ajudar a dissipar o calor transferido do lado quente para o lado frio;
- A dissipação ajuda a manter a diferença de temperatura e conseqüentemente a continuação do efeito Seebeck.

Duração - A duração será de uma aula de 45 minutos.

3.2 Pesquisa Qualitativa

O levantamento dos dados qualitativos, etapa que representa o método da pesquisa científica que enfatiza o caráter subjetivo do objeto estudado, apresenta-se através de suporte em teorias que servirão de embasamento para um processamento lógico no desenvolvimento da pesquisa. A importância do embasamento teórico é mencionada, como: “A teoria ajuda à coerência dos dados e permite ao investigador ir para além de um amontoado pouco sistemático e arbitrário de acontecimentos” (BOGDAN, 1994, p.52).

Segundo Bogdan 1994, a pesquisa qualitativa apresenta cinco características importantes, que são apresentadas da seguinte forma: 1. Na investigação qualitativa a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal – para esta característica, o importante é que o investigador leve em consideração o local e as circunstâncias do objeto estudado; 2. A investigação qualitativa é descritiva – os dados retratam aspectos do objeto estudado, de modo a substanciar a apresentação do mesmo; 3. Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produto – esta característica significa que os conceitos, as definições e as presunções sobre determinados acontecimentos ou fatos, em determinados locais, devem ser entendidos na forma como foram concebidos; 4. Os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva – neste entendimento, os dados coletados não são utilizados para confirmar hipóteses, mas sim, para sintetizar informações de modo que determinada teoria vai ganhando consistência, à medida que essas informações vão se agrupando de forma coerente; 5. O significado é de importância vital na abordagem qualitativa – neste sentido a ênfase deve ser dada à maneira como diferentes indivíduos interpretam determinados fenômenos, ou seja, na pesquisa qualitativa deve haver um olhar especial para a concepção da fonte de informação.

Para a investigação de referenciais teóricos que fundamentam os temas abordados, propõe-se leituras e pesquisas em artigos, dissertações, teses e livros que contemplem os conteúdos explorados. Dessa maneira pode-se dizer que esse trabalho apresenta-se também como resultado de uma pesquisa bibliográfica, feito a partir de compilações de leituras, com o propósito de subsidiar a escrita como mais erudição e clareza. Conforme é definido: “Todo trabalho será, portanto, resultado de consultas de livros, artigos, trabalhos já elaborados e pesquisas anteriores, realizadas na área de concentração do pesquisador” (DIAS, 2010, p. 32).

Quanto ao tema inserido como proposta de transposição didática, a termoelectricidade, o levantamento dos dados para seu entendimento foi realizado mediante a leitura de artigos,

teses e dissertações publicadas ao seu respeito. Como o tema não faz parte do currículo estabelecido para a etapa da educação básica, deve-se ter o entendimento do seu formalismo e de suas definições, para que tenham uma relação com os conteúdos presentes no momento didático de sua inclusão.

Com relação ao aporte teórico que fundamenta a elaboração do produto educacional, a pesquisa está ligada ao processo de ensino, uma vez que a proposta é a inserção do conteúdo de Termoeletricidade dentro do conteúdo de geradores elétricos no ensino médio.

A intervenção de ensino, inserção da termoeletricidade, realizada em uma turma do 3º ano do Ensino Médio; para o nosso estudo, foi realizada na EEEM Drº Felizardo Teotônio Dantas, na cidade de Santana dos Garrotes-PB, durante a análise do conteúdo de geradores elétricos, parte integrante do estudo da eletrodinâmica. A ênfase é dada quanto ao processo de transformação de energia, considerando a termoeletricidade como um processo alternativo na geração de energia elétrica.

4. RESULTADOS E DISCUSSOES

A aplicação da sequência didática, que constitui o nosso produto educacional, ocorreu com alunos do terceiro ano de Ensino Médio da EEEM Drº Felizardo Teotônio Dantas, município de Santana dos Garrotes – PB, e foi planejada para ser executada em três momentos distintos, os quais estão relacionados aos três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti, respectivamente, a problematização inicial, a organização do conhecimento e a aplicação do conhecimento. A descrição das ações desenvolvidas nesses momentos, seguem nos relatos abaixo:

PRIMEIRO MOMENTO

O primeiro momento de aplicação da sequência, foi desenvolvido em uma aula de 45 minutos, representando o momento de ensino relacionado ao primeiro momento pedagógico de Delizoicov e Angotti, onde foi proposto um questionário a respeito da temática, bem como realizada a leitura de um texto com um resumo das principais fontes alternativas de energia elétrica, utilizadas atualmente, seus princípios de funcionamento e seus impactos ambientais, buscando tornar evidente o papel dos geradores elétricos nesses processos de obtenção da eletricidade. Inicialmente os alunos foram submetidos a responderem quatro questões, em um intervalo de tempo de 15 minutos; o interesse subjacente a essa atividade buscava destacar a importância, contextualizar a utilização dos Geradores Elétricos e explorar o conhecimento prévio acerca do tema. Os 30 minutos restantes da aula, foram utilizados para a leitura do texto proposto e alinhado a temática. Nesta aula estiveram presentes 25 alunos, o que corresponde a 83% da turma, de um total de 30 alunos.

A primeira pergunta foi voltada ao entendimento a respeito do próprio conceito de geradores elétricos, a partir da vivência cotidiana dos alunos. A segunda pergunta solicitava a descrição de exemplos de geradores elétricos utilizados pelos alunos, presencialmente ou não. Para a terceira pergunta propomos que dissertassem sobre como e onde é gerada a energia elétrica que eles usam no dia-dia e, finalmente, para a quarta pergunta procuramos saber o que eles entendiam a respeito das fontes alternativas de energia para obtenção de eletricidade, bem como os aspectos positivos e negativos no seu uso.

As respostas obtidas são apresentadas em anexo, a partir das próprias imagens dos questionários respondidos e as imagens das ações que foram desenvolvidas no primeiro momento da aplicação da sequência didática, estão apresentadas a seguir:

Foto 01 – Aplicação do questionário inicial



Fonte – Própria

A partir da análise das respostas obtidas com a aplicação do questionário inicial, pudemos observar que os alunos apresentavam uma certa dificuldade no entendimento do tema proposto. Relativo ao primeiro questionamento, “O que você entende sobre Geradores Elétricos?”, quatro alunos deixaram a resposta em branco, sugerindo-se que os mesmos não apresentavam algum tipo de entendimento sobre o conceito de geradores elétricos e a sua relação com dispositivos utilizados no seu dia-dia. Para esta mesma pergunta, identificamos sete respostas que não apresentavam um alinhamento em concordância ao conceito dos geradores elétricos, mesmo que em relação ao seu aspecto físico, ou tão pouco quanto à sua utilização. Para os demais alunos, ou seja, os catorze restantes, obtivemos respostas que se aproximam de um entendimento formal, apesar dessas respostas evidenciarem o papel mais amplo do gerador elétrico, que é o fato de ser responsável pelo processo de transformação de uma fonte, qualquer de energia em energia elétrica. Isto nos leva a considerar a fraca relação dos conceitos prévios dos alunos com o aspecto conceitual formal no processo de funcionamento de um gerador elétrico, bem como na distinção entre um gerador mecânico, que funciona através de um processo eletromagnético, e um gerador químico, a exemplo das pilhas e baterias.

Quanto ao segundo questionamento, “Cite alguns Geradores Elétricos que você encontra no dia-dia”, obtivemos uma resposta em branco e cinco respostas onde os alunos mencionaram dispositivos que não são geradores elétricos, mas sim receptores elétricos; dispositivos que, ao invés de gerarem energia elétrica, consomem energia elétrica. Para as demais respostas obtidas, acerca do segundo questionamento, a ênfase foi dada principalmente aos geradores químicos, a exemplo de pilhas e baterias. Apenas duas respostas citaram outros processos: em uma delas um processo mecânico, no alternador de um automóvel, que ocorre a partir do movimento de materiais ferromagnéticos imantados; na outra resposta o processo de geração de energia elétrica através de uma placa solar, um

processo baseado no efeito fotoelétrico em que a luz incidente excita elétrons que são capturados por uma diferença de potencial.

Para a terceira pergunta do questionário, “como é gerada a energia elétrica que você usa no seu cotidiano?”, observamos que sete alunos deixaram a resposta em branco, não permitindo a identificação de conhecimentos prévios acerca do fato observado.

Treze respostas faziam referência apenas às usinas hidroelétricas, enfatizando como fator gerador da energia elétrica a força das águas. Em uma das respostas, o aluno descreveu equipamentos que consomem energia elétrica, contrapondo o que lhe foi perguntado. Para quatro alunos, a energia elétrica é gerada a partir das fontes de hidroelétricas e através de placas solares. Para apenas um aluno, a resposta foi mais ampla, evidenciando as fontes alternativas de energia como fatores responsáveis pela geração da energia, assim como pelo desenvolvimento da sociedade como um todo.

Para a última pergunta, “Dos processos de geração de energia, a partir das fontes alternativas, quais os aspectos positivos e negativos que você conhece?”, obtivemos dez respostas em branco, não apresentando os aspectos positivos e negativos encontrados nas fontes alternativas de energia para a obtenção da energia elétrica. Seis alunos, que responderam a essa pergunta, fizeram relação ao fato de algumas fontes serem inesgotáveis, porém não evidenciaram pontos negativos quanto a sua utilização. Para nove alunos, as respostas foram mais amplas, sem especificar pontos positivos nem pontos negativos; nesse grupo, os aspectos negativos foram apresentados de forma genérica, fazendo alusão apenas aos danos ambientais, sem nenhum detalhe específico sobre cada modalidade. Os pontos positivos foram pouco mencionados, fazendo relação apenas à possibilidade de serem inesgotáveis.

Considerando as respostas apresentadas pelos alunos, buscando a identificação dos seus conhecimentos prévios em relação ao conteúdo a ser estudado, como um caminho para instiga-los no aprofundamento do novo conhecimento, o que pudemos observar é que esses alunos apresentam um não alinhamento discursivo frente aos questionamentos apresentados; tanto na própria definição do que é um gerador elétrico, como também na sua relação com as fontes alternativas de energia, para a obtenção da eletricidade.

Com relação ao texto sugerido, “Geradores e Fontes Alternativas de Energia” de autoria própria, que apresentava uma descrição das fontes alternativas de energia, geradas nas Usinas Hidroelétricas, Termoelétricas, Eólicas e Nuclear, houve uma leitura coletiva com todos os alunos em forma de círculo, de modo o debate sobre os detalhes de cada fonte fossem questionados e esclarecidos; tanto pelo conteúdo apresentado no texto, como pela

explicação do professor. A figura abaixo representa esse momento de leitura e debate do texto, ocorrido no primeiro momento da sequência didática.

Foto 02 – Leitura e debate do questionário



Fonte – Própria

A leitura e o debate do texto visaram esclarecer o papel dos geradores eletromagnéticos para a obtenção da energia elétrica, a partir das fontes alternativas de energia, como também conduziram uma análise em relação aos aspectos positivos e negativos, quanto a utilização das fontes alternativas de energia, integrando o nosso estudo à observância da função social e às questões ambientais envolvidas na geração de energia, em acordo com o que é sugerido nos PCNs. Conforme afirma o próprio documento:

“Assim, o que a Física deve buscar no ensino médio é assegurar que a competência investigativa resgate o espírito questionador, o desejo de conhecer o mundo em que se habita. Não apenas de forma pragmática, como aplicação imediata, mas expandindo a compreensão do mundo, a fim de propor novas questões e, talvez, encontrar soluções”. (Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias/Secretaria de Educação Básica, volume2, 2008).

Com esse entendimento, presume-se que uma intervenção intencional, que leve o aluno a um entendimento dos conteúdos, de modo que relacione com aspectos e práticas do seu cotidiano, possa contribuir para uma melhor aprendizagem dos conceitos e definições presentes nos conteúdos programáticos do currículo escolar.

SEGUNDO MOMENTO

As atividades que foram desenvolvidas no segundo encontro de ensino ocorreram em duas aulas de 45 min, cada, representando o segundo momento pedagógico proposto por Delizoicov e Angotti (1994), onde tem-se a organização do conhecimento, de modo que o conteúdo estabelecido na problematização inicial é debatido em seu aspecto conceitual formal, visando à compreensão dos conhecimentos científicos propostos no primeiro momento. A figura abaixo demonstra o momento da aula expositiva do conteúdo de Geradores Químicos; outro recurso utilizado foi a apresentação e discussão do conteúdo com o uso do aplicativo Power Point.

Foto 03 – Aula sobre geradores



Fonte – Própria

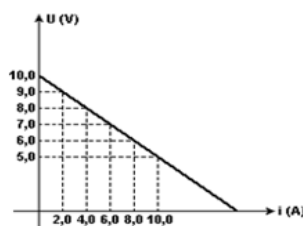
Durante a exposição do conteúdo foi seguido a mesma estrutura que se encontra na sequência didática. Primeiramente, foi trabalhado a própria definição de geradores elétricos, evidenciando, principalmente, a sua fonte de força eletromotriz (fem). Neste ponto foi explicado a diferença de um gerador eletromagnético para um gerador químico, no tocante a sua fonte de fem.

Após a aula expositiva sobre Geradores foi realizado um debate, acerca do problema apresentado na figura abaixo, expondo uma análise quantitativa de alguns dados presentes no funcionamento do gerador, bem como um detalhamento dos resultados obtidos, de modo a explorar a aplicação teórica e suas relações com as definições propostas no problema.

Figura 08 – Problema debatido no segundo momento

Exercício

01 - Observe o gráfico característico de um gerador.



- Qual sua força eletromotriz e sua resistência interna?
- Escreva sua equação
- Qual a tensão nos seus terminais, quando sua corrente elétrica for de 10 A?
- Determine as potências total, útil e dissipada para uma corrente elétrica de 10A?
- Determine seu rendimento para a corrente elétrica de 10 A.

Fonte - Própria

A proposta do debate foi de evidenciar o comportamento matemático da tensão oferecida por um gerador elétrico em função da corrente elétrica, envolvida no mesmo processo. Para cada item foi feita uma explicação dos resultados, de modo que o aluno melhor compreendesse o que acontece durante uma aplicação de um gerador em um determinado circuito.

No item a), a resistência interna mostra que existe um impedimento, natural, oferecido pelos próprios portadores de carga elétrica durante o movimento dentro do gerador, fato este, que nos permite afirmar que não existe um gerador ideal, com eficiência de 100%. Para o item b), encontramos a função, $U = 10 - 0,5i$, onde U representa a tensão e i representa a corrente elétrica, o que representa um comportamento decrescente entre as duas variáveis. Nos itens d) e e), a partir dos resultados obtidos das potências total, útil e dissipada, podemos ver a conservação da energia, onde parte da energia obtida pela fem é utilizada para o funcionamento de um circuito, qualquer, e a outra parte é dissipada através da resistência interna. O cálculo do rendimento nos permite entender o percentual de perda de energia pelo gerador elétrico, devido a presença da resistência interna, o que se relaciona a questão da eficiência das máquinas, na tendência a um rendimento sempre inferior a 100%.

Dessa maneira, o segundo momento da aplicação da sequência didática foi executado de modo que as definições de interesse, a respeito dos geradores elétricos, foram apresentadas e discutidas dentro do tempo pré-estabelecido na sequência e, principalmente, se configurando como o segundo momento pedagógico proposto por Delizoicov e Angotti, no qual o conteúdo é apresentado no seu aspecto formal para o entendimento dos alunos.

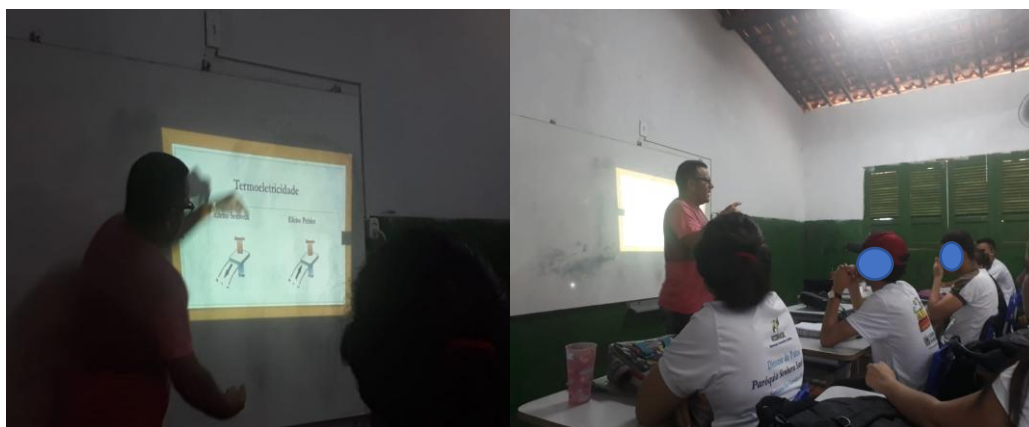
TERCEIRO MOMENTO

As ações desenvolvidas no terceiro momento estiveram voltadas para a transposição didática da Termoeletricidade, dentro dos geradores elétricos. A ideia foi de introduzir o tema da Termoeletricidade com os efeitos Seebeck e Peltier, seja a partir da sua exposição, como também da realização de um experimento, de modo que facilite o entendimento da importância dos geradores elétricos nos processos de transformação de energia. Este terceiro momento está ligado ao terceiro momento pedagógico proposto por Delizoicov e Angotti, onde temos a aplicação do conhecimento que fora discutido e abordado nas etapas anteriores.

Um ponto importante a se destacar, quanto ao terceiro momento, é o fato de que as ações aqui desenvolvidas tem a caráter, não apenas de fazer aplicação do foi debatido nos momentos anteriores mas também de mostrar para o aluno o processo dinâmico e evolutivo da apresentação do novo conteúdo, bem como as relações existente desse novo conteúdo como fatos presentes no cotidiano.

Primeiramente foi feita uma exposição da temática, com uma apresentação em Power Point, buscando integrar o tema ao conteúdo de geradores elétricos e situar o estudante na inclusão dos efeitos Seebeck e Peltier; enfatizando, inclusive, as equações que explicam os fenômenos. As imagens abaixo demonstram esse momento:

Foto 04 – Aula sobre termoeletricidade





Fonte – Própria

Os efeitos Seebeck e Peltier representam fenômenos inversos da Termoeletricidade, onde tem-se transformação direta de energia térmica em energia elétrica e vice versa, respectivamente, sem que haja a presença do gerador elétrico que fora estudado nos momentos anteriores da sequência didática.

Após a exposição do conteúdo, Termoeletricidade, foi realizado um experimento sobre o efeito Seebeck, onde foi mostrado que uma diferença de temperatura nas faces de uma placa Peltier era capaz de produzir uma diferença de potencial. Sendo assim, tínhamos uma transformação direta de energia térmica em energia elétrica, sem a presença de um gerador elétrico.

Após a aula expositiva sobre Termoeletricidade, iniciou-se a montagem e apresentação do aparato experimental que mostra a aplicação do efeito Seebeck. Para a confecção do experimento foram utilizados materiais encontrados na própria escola, de modo que o custo não fosse tão expressivo. Os materiais utilizados foram os seguintes: base de alumínio, feita de material presente no laboratório da escola; dissipador de calor, extraído de sucata de computadores; ventoinha de sucata de computadores, utilizada em processadores; hastes de metal, presentes no laboratório da escola; lamparina de vidro, presente no laboratório da escola; motor de 2 volts, presentes nos kits de robótica da escola; hélice de plástico, presentes nos kits de robótica da escola; placa de PVC, construída com as peças dos kits de robótica da escola; placa Peltier, comprada em eletrônicas, e pasta térmica, utilizada para adesão da placa com a base de alumínio e o dissipador, conforme imagens abaixo:

Foto 05 – Componentes do experimento



Fonte: Própria

Para montar o experimento, obedecemos o seguinte procedimento: sobre a tela de alumínio foi colocada a placa Peltier e, sobre a placa, o dissipador de calor com a ventoinha acoplada a ele. Na parte lateral da base de alumínio fixou-se uma haste de metal que serviu de suporte para o motor de 2 volts. Em seguida, acoplamos a hélice ao eixo do motor. Na outra lateral foi fixada duas hastes de metal, de modo que a placa de identificação do experimento ficasse fixada.

Para o aquecimento da placa Peltier, inicialmente colocamos uma lamparina com álcool, porém tivemos um problema quanto à altura da base em relação à altura da lamparina, sendo necessária a substituição da lamparina por uma vela, de modo a controlar a sua altura, cortando-a, de acordo com a altura da base de sustentação da placa Peltier.

Após a vela acesa, tivemos o aquecimento de um dos lados da placa Peltier, de modo a se estabelecer uma diferença de temperatura entre o lado oposto e o lado aquecido; fato este que acarreta o efeito esperado: o surgimento de uma tensão nos terminais da placa, interligados por fios.

Com a tensão surgida nos terminais dos fios, conectados a placa Peltier e interligados ao motor de 2 Volts, a hélice que foi acoplada ao motor, começou a girar, demonstrando o processo de transformação direta de energia térmica em energia elétrica, o que caracteriza a temática da Termoeletricidade.

Um ponto importante a ser destacado é o fato da placa Peltier ter uma espessura muito pequena, algo em torno de meio centímetro, e com isso a diferença de temperatura entre os dois lados, quente e frio, apresenta dificuldade de ser mantida.

A ideia de colocar um dissipador de calor em um dos lados da placa Peltier, ajuda a manter essa diferença de temperatura. No experimento, foi colocada uma ventoinha, ligada ao próprio motor que foi acoplado a placa Peltier, para ajudar no processo de dissipação de calor, porém não foi obtido êxito com essa ideia. A tensão de funcionamento da ventoinha era de 9 volts, mas o a tensão surgida só foi suficiente para acionar a hélice e a fazer girar.

Para a montagem do experimento: primeiramente, foi mostrado para os alunos a finalidade de cada item apresentado acima, bem como os detalhes na sua construção; outro ponto a ser destacado é o fato de que os únicos itens que foram comprados em lojas de eletrônica, foram a placa Peltier e a pasta térmica. As imagens abaixo demonstram os momentos da montagem e da apresentação do experimentos.

Foto 06- Montagem e apresentação do experimento





Fonte - própria

Outro ponto importante a ser destacado, para o terceiro momento, foi a participação dos alunos com relação a alguns questionamentos sobre o funcionamento do experimento, bem como a aplicação da Termoeletricidade em possíveis situações cotidianas. Dentre os pontos que foram questionados pelos estudantes podemos destacar, suas suposições sobre a fonte de aquecimento em um dos lados da placa Peltier. Para muitos deles, havia o questionamento sobre o como seria feito o aquecimento em uma situação de uso prático.

Com a apresentação do experimento, os estudantes também puderam observar que a manutenção da diferença de temperatura nas faces da placa, representa um desafio a ser encarado para uma obtenção mais eficiente de uma diferença de potencial, com isso surgiram vários questionamentos sobre maneiras de soluções desse problema, como o aquecimento através da energia solar, como também o resfriamento na face fria, colocando água em contato.

Com relação ao tempo estabelecido pra o terceiro momento da sequência didática, uma aula de 45 minutos, foi realizada a apresentação da temática da Termoeletricidade, com apresentação do experimento e aplicação de um questionário de satisfação da sequência didática, como um todo. Observamos que os questionamentos surgidos, por parte dos alunos, durante a apresentação do experimento se mostraram bastantes pertinentes, no entanto exigiram muito tempo e com isso tivemos que sintetizar muitas informações, provocando assim uma limitação no tempo desses debates, o que se apresenta como um ponto negativo da aplicação.

Com o funcionamento do experimento, observou-se a transformação de energia térmica em elétrica, sem a presença do gerador que fora estudado nas etapas anteriores. Dessa maneira, o processo de transposição didática, dessa temática, cumpre com uma de suas funções, que é o fato de tornar um conceito subjacente compreensível, além de diminuir as

dificuldades na aprendizagem de conceitos já apresentados e com isso auxiliar no entendimento do conhecimento científico trabalhado com os alunos.

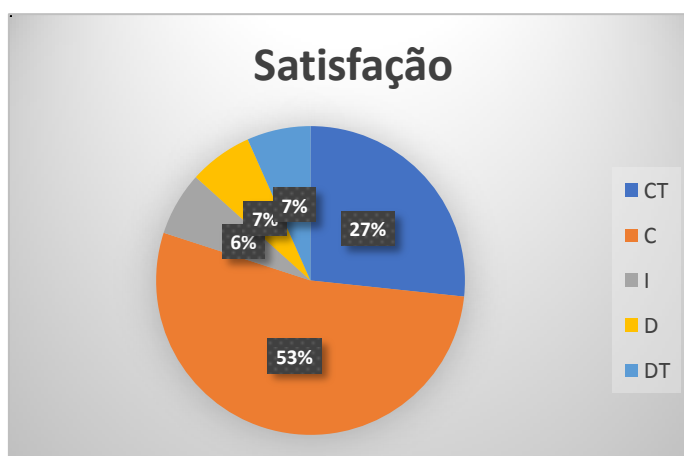
Após a apresentação do experimento, foi proposto um questionário para os alunos, com a finalidade de aferir o grau de aceitação e compreensão da sequência didática, bem como dos temas abordados nos três momentos de aplicação da mesma.

O questionário foi elaborado a partir da escala Likert de satisfação, criada pelo Americano Rensis Likert (1903-1981), na qual são apresentados cinco pontos de análise, apresentados na seguinte ordem: concordo totalmente (5); concordo (4), indiferente (3); discordo (2) e discordo totalmente (1).

Dessa maneira, os itens (5) e (4) representam resultados positivos, os itens (1) e (2), representam resultados negativos e o ítem (3) representa uma neutralidade ou indiferença de opinião, quanto à satisfação ou não.

Na primeira questão, procuramos saber se o primeiro momento da sequência didática, no qual apresentamos quatro questionamentos e um texto sobre a temática, tinha os motivados a procurar a ter um entendimento melhor sobre o assunto. Obtivemos as seguintes respostas:

Gráfico 01 – Satisfação sobre o primeiro momento

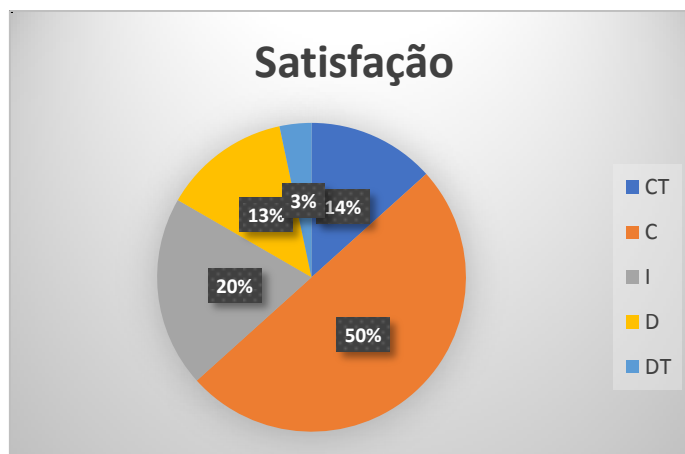


Fonte: Autor

As legendas no gráfico representam, respectivamente, concordo totalmente (CT); concordo (C), indiferente (I); discordo (D) e discordo totalmente (DT). Para essa pergunta, os dados nos mostram que foi obtido um resultado positivo, onde a soma de CT com C, chega a 80%, em detrimento ao 14% apresentados pela soma de D e DT.

Com relação ao questionamento sobre o segundo momento da sequência didática, no qual foi exposto o conteúdo de geradores elétricos, a satisfação apresentada pelos alunos está apresentada no gráfico abaixo:

Gráfico 02 – Satisfação quanto ao segundo momento

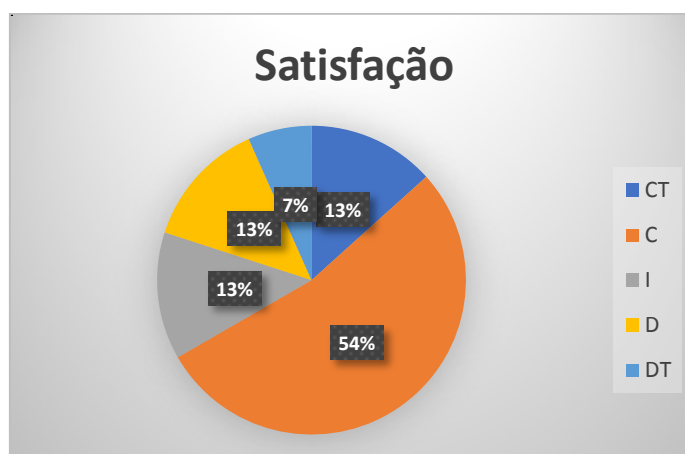


Fonte: Autor

Os dados mostram que a soma de Concordo (C) com Concordo Totalmente (CT), apresenta um percentual de 64%, o que representa um resultado positivo, quanto ao segundo momento da sequência didática.

Outro ponto importante, que vale destacar, é o grau de satisfação com relação à aplicação da sequência didática, quando, no terceiro momento, foi apresentado a temática da termoeletricidade. Os dados sobre essa aferição estão presentes no gráfico abaixo:

Gráfico 03 – Satisfação com o tema Termoeletricidade



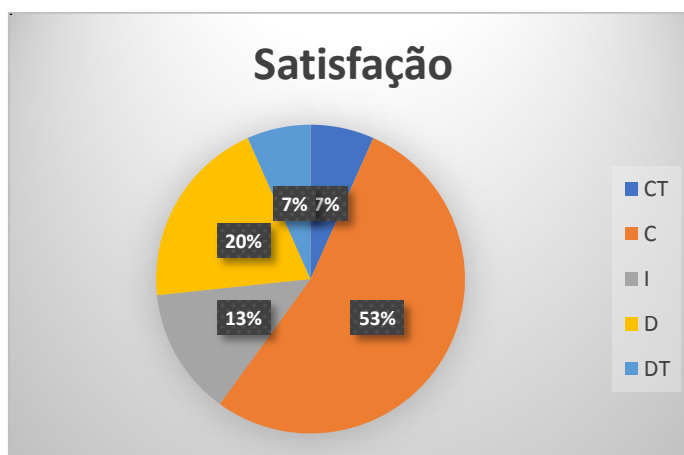
Fonte: Autor

Os dados mostram que a soma de, Concordo (C) com Concordo Totalmente (CT), apresenta um percentual de 67%, o que representa um resultado positivo, quanto ao segundo momento da sequência didática.

Em relação a construção e apresentação do experimento, demonstrando o efeito Seebeck, também chamado de gerador termoeletrico, perguntamos sobre a possibilidade de

uso em uma escala de produção de energia maior, depois de visto vários detalhes no seu uso; assim como as dificuldades físicas na permanência de uma diferença de temperatura nas faces da célula Peltier. Os dados são apresentados no gráfico abaixo:

Gráfico 04 – Satisfação quanto ao experimento



Fonte: Autor

Este gráfico mostra um resultado positivo na apresentação do experimento, uma vez que a soma de Concordo (C) e Concordo Totalmente (CT) obteve um percentual de 60%. Presume-se que a partir da apresentação do experimento, detalhando a sua confecção, bem como os problemas físicos que deveriam ser encarados para uma obtenção de tensão mais eficiente, o aparato experimental cumpriu a sua finalidade principal, que era a de fazer a demonstração prática da temática apresentada, bem como mostrar os detalhes físicos que dificultam seu uso em uma escala maior de produção de energia elétrica.

Como uma observação geral dos resultados analisados neste trabalho, enfatizamos o potencial educacional da transposição didática, aliada aos três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov e Angotti, especialmente na inclusão da termoeletricidade para o estudo de geradores elétricos; tanto no desenvolvimento conceitual do tema trabalhado, como também pela boa aceitação, por parte dos alunos, dos métodos e técnicas de ensino empregados. Essa boa aceitação da metodologia utilizada, nos sugere ser possível desenvolver práticas pedagógicas que os instiguem a um estudo conceitualmente mais genérico, potencialmente mais aplicado e mais presente no seu cotidiano, trazendo o estudante a discussões atuais e de interesse para o desenvolvimento do estudo da geração de energia.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a realização deste trabalho, tomamos como meta principal a inclusão da temática da Termoeletricidade, dentro do estudo da eletrodinâmica, em especial no entendimento do estudo dos geradores elétricos. A referida ação, ancorou-se na proposta da Transposição didática, proposta pelo sociólogo Michel Verret (1927-2017), em 1975, e que teve a compreensão aprofundada por Yves Chevallard (1946-) em 1982. A inclusão deste tema foi feita a partir da elaboração da sequência didática, que foi desenvolvida em consonância com os três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1994), e foi executada seguindo as características individuais de cada momento.

Quanto ao primeiro momento, onde apresentamos os questionamentos sobre o assunto, bem como foi feita uma leitura de um texto sobre geradores elétricos, consideramos que foi exitoso pelo fato de que, além de instigar os alunos para aprofundarem no estudo do assunto, foi passado para eles diversas informações, contidas no texto, que serviram para fortalecer o entendimento dos geradores, quanto ao processo de transformação de energia, para a obtenção da eletricidade usada por eles, bem como seus aspectos positivos e negativos no seu uso pela sociedade.

No segundo momento tivemos a exposição dos conteúdos geradores elétricos, onde a fonte de tensão é resultado de processos químicos que ocorrem no interior desses dispositivos. Foi nesta etapa que houve diretamente a exposição formal do conteúdo, mostrando suas características principais, seus processos de transformação de energia, bem como a eficiência na obtenção da tensão útil. Para a execução desta etapa, consideramos que houve uma boa interação com os alunos, uma vez que, os mesmos já tinham feito as leituras iniciais sobre o tema, que ocorreram no primeiro momento de aplicação da sequência didática.

Com relação ao terceiro momento de aplicação da sequência didática, onde tivemos a inserção da termoeletricidade, através da exposição do conteúdo e da apresentação do experimento sobre o efeito Seebeck, consideramos que houve uma interação bastante significativa para a compreensão do estudo dos geradores, fato que fora estabelecido como um dos objetivos da transposição didática da termoeletricidade. Foi nesse momento que os alunos além de conhecerem o processo de transformação direta de energia térmica em energia elétrica, sem a presença do gerador, puderam compreender a importância do uso dos geradores elétricos convencionais, usados para a obtenção da energia elétrica. Outro ponto importante a ser destacado, deve-se ao fato de que com o entendimento da finalidade direta do uso dos geradores, o entendimento dos principais conceitos presentes nos geradores, como a força eletromotriz, a resistência interna, a tensão útil e as potências envolvidas, ganham maior

significado na relação com o processo mais geral, que é o seu uso para a obtenção da eletricidade. Dessa maneira, o estudo dos geradores, conforme conteúdo programático inserido na eletrodinâmica, torna-se mais abrangente e com uma abordagem mais relacionada ao fenômeno geral, que é a utilização da eletricidade pela humanidade, em seus fins práticos.

Levando em consideração os relatos das ações ocorridas na aplicação da sequência didática, aliada aos três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov e Angotti, bem como boa aceitação da metodologia utilizada, por parte dos estudantes, presumimos que a inclusão da termoeletricidade para o estudo de geradores elétricos, representa uma possibilidade de auxílio no desenvolvimento da aprendizagem conceitual no estudo da eletrodinâmica como um todo, em especial no estudo dos geradores elétricos. Sendo assim, entendemos que este trabalho representa mais uma alternativa que, sendo utilizada de forma planejada e intencional, por outros professores, possa vir contribuir no processo de ensino e aprendizagem desses temas, assim como instigar um estudo conceitualmente mais genérico, potencialmente mais aplicado e mais presente no seu cotidiano, trazendo o estudante a discussões atuais e de interesse para o desenvolvimento do estudo da geração de energia.

6. REFERÊNCIAS

ALVES, Edvaldo Oliveira, DISSERTAÇÃO DE MESTRADO, **PROPRIEDADES FÍSICAS DO SEMICONDUTOR Bi_2Te_3** , Natal-RN, 2007).

BOGDAN, C. Robert. Investigação qualitativa em Educação: Robert C. Borgdan e Sari Knopp Biklen; Tradutores: Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista; Ed. Porto editor, Portugal, 1994.

BRASIL, Ministério da Educação, (2008), Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, MEC/SEEB.

Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.33, n.3, p.861-878, dez. 2016.

CADOFF, B. I (org) and MILLER, E. Thermoelectric Materials and Devices. Reinhold Publish Corporation. USA. 1960.

CHEVALLARD, Yves. Sobre a teoria da Transposição Didática: algumas considerações introdutórias. Revista Educação, Ciências e Matemática. V.3 n.2, mai/ago 2013.

COELHO, Alciclébio Lopes. Uma proposta didática para o ensino de Eletrodinâmica no ensino médio / Alciclébio Lopes Coelho – Juazeiro-BA, 2017. xv, 254 f.: il.; 29 cm. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF) – UNIVASF / Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2017.

DIAS, Donaldo de Souza. Como escrever uma monografia: manual de elaboração com exemplos e exercícios / Donaldo Dias de Souza, Mônica Ferreira da Silva. –São Paulo, Atlas, 2010.

LIBÂNEO, José Carlos. Didática. São Paulo, Cortez, 2008.

MONTEIRO, Marcelo dos Santos - Avaliação metrológica da estabilidade termoeletrica de termopar AuPt / Marcelo dos Santos Monteiro; orientador: Alcir de Faro Orlando. – Rio de Janeiro: PUC, Centro Técnico Científico da PUC, 2002.

FILHO, Jose de Pinho Alves, ATIVIDADES EXPERIMENTAIS: DO MÉTODO À PRÁTICA CONSTRUTIVISTA, Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do grau de Doutor em Educação **Florianópolis (SC) 2000;**

GRIFFITHS, David J. Eletrodinâmica. Tradução Heloisa Coimbra de Souza. 3ª ed. Pearson, São Paulo, 2011.

HALLIDAY, David, 1916-2010, Fundamentos de física, volume 2: gravitação, ondas e termodinâmica / David Halliday , Robert Resnick , Jearl Walker ; tradução Ronaldo Sérgio de Biasi. – 10. ed. – Rio de Janeiro : LTC, 2016.

LYRA, Daniella Galiza Gama. Os Três Momentos Pedagógicos no Ensino de Ciências na Educação de Jovens e Adultos da Rede Pública de Goiânia, Goiás: o caso da Dengue [manuscrito] / Daniella Galiza Gama Lyra. - 2013. xv, 105 f. : il., figs, tabs. Orientador: Prof. Dr. Leandro Gonçalves Oliveira; Co-orientador: Prof. Dr. Juan Bernardino Marques Barrio. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Programa de Pós-graduação em Ciências e Matemática, 2013.

TIPLER Paul Allan, 1933-Física para Cientistas e Engenheiros , V.1: mecânica, oscilações e ondas, termodinâmica/ Paul A. Tipler, Gene Mosca; tradução Fernando Ribeiro da Silva, Gisele Maria Ribeiro Vieira, - Rio de Janeiro: LTC, 2006

TIPLER, Paul Allan, 1933-Física para Cientistas e Engenheiros, V.2: eletricidade e magnetismo; ótica/ Paul A. Tipler, Gene Mosca; tradução Fernando Ribeiro da Silva, Gisele Maria Ribeiro Vieira, - Rio de Janeiro: LTC, 2006.

ANEXOS

Imagens dos questionários respondidos pelos alunos.

- QUESTIONÁRIO -

GERADORES ELÉTRICOS E FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

01 – O que você entende sobre geradores elétricos?

NA MINHA OPINIÃO GERADORES ELÉTRICOS SÃO AS FONTES QUE FAZEM GERAR ENERGIA AO DIA- A-DIA, SENDO DIVERSOS TIPOS DE TRANSFORMAÇÃO.

02 – Cite alguns exemplos de geradores elétricos que você encontra no seu dia-dia.

GERADORES DOS PUSTES DAS CIDADES.
BATERIAS ELÉTRICAS.
VENTILADORES.

03 – Como é gerada a energia elétrica que você usa no seu cotidiano?

PODE SER DA FORÇA DAS ÁGUAS QUE ALIMENTA A TURBINA, ASSIM GERANDO ENERGIA ELÉTRICA. EXISTE TAMBÉM A ENERGIA SOLAR, QUE FUNCIONA COM OS RAIOS SOLARES AO DIA, NA PELA-SOLAR, MAS TAMBÉM ESSA ENERGIA É MUITO ÚTIL.

04 – Dos processos de geração de energia, a partir das fontes alternativas, quais os aspectos positivos e negativos, que você conhece?

POSITIVOS: GERAR ENERGIA PARA TODAS AS CIDADES. NÃO PRECISAM DE ALGUMAS PARTES DAS CASAS DE CAMPO (POSSÍVELMENTE).

NEGATIVOS: QUEDA DE ENERGIA, PODENDO CAUSAR DANOS NAS CASAS.

DEBEMOS AMBIENTAIS.

- QUESTIONÁRIO -

GERADORES ELÉTRICOS E FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

01 - O que você entende sobre geradores elétricos?

SÃO AQUELES QUE GERAM A ENERGIA PARA O CONSUMO DO NOSSO DIA- A- DIA, POR SE OS GERADORES NÃO EXISTISSEM NÓS NÃO PODERÍAMOS ACENDER AS LÂMPADAS, COLOCAR O CELULAR PRA CARREGAR, ASSISTIR TV ENTRE OUTROS, PORQUÊ TODAS ESSAS COISAS PRECISAM DE ENERGIA PARA FUNCIONAR, PARA SE TER A ENERGIA É PRECISO DO TRABALHO DOS GERADORES ELÉTRICOS.

02 - Cite alguns exemplos de geradores elétricos que você encontra no seu dia-dia.

PILHAS, BATERIAS, MOTORES.

03 - Como é gerada a energia elétrica que você usa no seu cotidiano?

É GERADA ATRAVÉS DA ÁGUA.

04 - Dos processos de geração de energia, a partir das fontes alternativas, quais os aspectos positivos e negativos, que você conhece?

- QUESTIONÁRIO -

GERADORES ELÉTRICOS E FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

01 – O que você entende sobre geradores elétricos?

SÃO APARELHOS QUE GERAM ENERGIA PARA SEU OUTROS
FUNCIONEM.

02 – Cite alguns exemplos de geradores elétricos que você encontra no seu dia-dia.

PILHA, BATERIA

03 – Como é gerada a energia elétrica que você usa no seu cotidiano?

É GERADA ATRAVÉS DE USINAS HIDROELÉTRICAS, ONDE A
ENERGIA É PRODUZIDA PELA FORÇA DA ÁGUA AO PASSAR
PELAS TURBINAS DO GERADOR.

04 – Dos processos de geração de energia, a partir das fontes alternativas, quais os aspectos positivos e negativos, que você conhece?

DAMOS AMBIENTAIS, CUSTO BENEFÍCIO

- QUESTIONÁRIO -

GERADORES ELÉTRICOS E FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

01 - O que você entende sobre geradores elétricos?

~~SE~~ É ALGUM OBJETO QUE CRIA ELÉTRICIDADE.

02 - Cite alguns exemplos de geradores elétricos que você encontra no seu dia-dia.

PILHA, GERADOR QUE FICA LA' NO POSTE, BATERIAS, VENTILADORES, AS ÁGUAS QUE BATEM NA TURBINA, LUZ

03 - Como é gerada a energia elétrica que você usa no seu cotidiano?

ATRAVES DA FORÇA DAS ÁGUAS QUE BATEM EM ELICES / TURBINAS FAZENDO A ROTACÃO E ASSIM ARMAZENADAS E DEPOIS TRANSPORTADAS ATE AS RESIDÊNCIAS NA FORMA DA LUZ, CALOR.

04 - Dos processos de geração de energia, a partir das fontes alternativas, quais os aspectos positivos e negativos, que você conhece?

POSITIVOS: POUCOS OU NENHUM DANO AO MEIO AMBIENTE, FAUNA, FLORA, E QUE NÃO PESENO BOLSO DE SEUS CONSUMIDORES.

NEGATIVOS: DESGASTE AMBIENTAL, PERCA PARCIAL OU DEFINITIVA DA FAUNA DECORRENDO TAMBEM A PERCA DOS ANIMAIS E TAMBEM O SEU ALTO CUSTO.

- QUESTIONÁRIO -

GERADORES ELÉTRICOS E FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

01 - O que você entende sobre geradores elétricos?

UM GERADOR É UM DISPOSITIVO PELO QUAL
GERA ENERGIA.

02 - Cite alguns exemplos de geradores elétricos que você encontra no seu dia-dia.

BATERIAS- PILHAS

03 - Como é gerada a energia elétrica que você usa no seu cotidiano?

INICIALMENTE É APRESADA A ÁGUA DE UM RIO, PERDE
EM SEQUIVA É INSTALADO UM DISPOSITIVO, QUE
LIGA A ÁGUA EM MOVIMENTO FAZ COM QUE
O DISPOSITIVO GIRE E DESSA FORMA É PRODUZIDA
A ENERGIA HIDROELÉTRICA.

04 - Dos processos de geração de energia, a partir das fontes alternativas, quais os aspectos positivos e negativos, que você conhece?

A ENERGIA SOLAR E A ENERGIA EOLICA SÃO RENOVAVEIS
TENDO COMO ASPECTO POSITIVO A GERAÇÃO POR
MEIO DE FONTES INESGOTÁVEIS, DESSA FORMA NÃO
CAUSANDO NENHUM DANO A NATUREZA, PORÉM O CUSTO
INICIAL PARA SE OBTER ESSE TIPO DE ENER-
GIA É MUITO ALTO MAS O DINHEIRO É REVERTIDO
APÓS UM ANO, A ENERGIA HIDROELÉTRICA PELO
CONTRÁRIO TEM UM CUSTO MENOR TAMBÉM É RENOVAVEL A
FONTE PELA QUAL É GERADA ESTA PRESENTES A ESCOR-
TA POR NÃO É APENAS PARA GERAR ENERGIA QUE A
UTILIZAMOS.

- QUESTIONÁRIO -

GERADORES ELÉTRICOS E FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

01 - O que você entende sobre geradores elétricos?

Gerador elétrico é abastecer um circuito, o gerador é capaz de converter as formas elétricas que atravessam toda a energia gerada.

02 - Cite alguns exemplos de geradores elétricos que você encontra no seu dia-dia.

Pilhas, Placas Solares, alternadores de carros.

03 - Como é gerada a energia elétrica que você usa no seu cotidiano?

É gerada através da força de a Terra, das grandes calorias no dia a Hidrelétrica.

04 - Dos processos de geração de energia, a partir das fontes alternativas, quais os aspectos positivos e negativos, que você conhece?

A energia que temos gerada na nossa casa é luz solar.

- QUESTIONÁRIO -

GERADORES ELÉTRICOS E FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

01 - O que você entende sobre geradores elétricos?

SÃO AQUELES QUE GERAM ENERGIA, NA QUAL UM GERA E OUTRO RECEBE, EM OUTRAS PALAVRAS PODEMOS DIZER QUE, UM PRODUZ E OUTRO CONSUME ENERGIA OU CALOR.

02 - Cite alguns exemplos de geradores elétricos que você encontra no seu dia-dia.

(RECEPTOR), PÍLHA.

03 - Como é gerada a energia elétrica que você usa no seu cotidiano?

PODEMOS CITAR O EXEMPLO DO VENTILADOR, ELE NA VERDADE É O QUE CONSUME A ENERGIA ELÉTRICA, ELE CONSUME E AO DECORRER DO PROCEDIMENTO ACONTECE UMA DESCARGA ELÉTRICA.

04 - Dos processos de geração de energia, a partir das fontes alternativas, quais os aspectos positivos e negativos, que você conhece?

PONTOS POSITIVOS TEMOS VÁRIOS: O PONTO MAIS POSITIVO É TERMOS ENERGIA, TER POSSIBILIDADE DE SE COMUNICAR MELHOR COM OUTRAS PESSOAS, ENTRE OUTRAS COISAS. OS ASPECTOS NEGATIVOS: TEMOS COMO EXEMPLO UM CHOQUE, NA QUAL DISPARA UMA DESCARGA ELÉTRICA E ACONTECE ESSE PONTO NEGATIVO.

- QUESTIONÁRIO -

GERADORES ELÉTRICOS E FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

01 - O que você entende sobre geradores elétricos?

SÃO OS GERADORES QUE TRANSFORMA FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA EM CORRENTES ELÉTRICAS USANDO SUA FORÇA

02 - Cite alguns exemplos de geradores elétricos que você encontra no seu dia-dia.

MOTOR DE CARRO, MOTOR DE MOTO, CONGELADOR

03 - Como é gerada a energia elétrica que você usa no seu cotidiano?

USINA HIDRELÉTRICA: A ENERGIA É PRODUZIDA PELA FORÇA DA ÁGUA QUE MOVIMENTA AS TURBINAS PRODUZINDO ENERGIA

04 - Dos processos de geração de energia, a partir das fontes alternativas, quais os aspectos positivos e negativos, que você conhece?

HIDRELÉTRICA DURANTE O INVERNO PRODUZ GRANDE QUANTIDADE DE ENERGIA, MAS DURANTE O VERÃO SEU NÍVEL DE PRODUÇÃO CAI, ASPECTOS NEGATIVOS: DEVASTAÇÃO DE GRANDES ÁREAS.

NUCLEAR: PRODUZ MUITA ENERGIA MAS OS CUSTOS SÃO ALTOS E CAUSA RADIAÇÃO

- QUESTIONÁRIO -

GERADORES ELÉTRICOS E FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

01 - O que você entende sobre geradores elétricos?

OS GERADORES ELÉTRICOS, COMO O NOME JÁ DIZ É TIPO AQUELO QUE GERA ENERGIA, SUA EXISTÊNCIA É DE EXTREMA IMPORTÂNCIA, POIS HOJE EM DIA TEMOS CERTEZA QUE TODA ENERGIA QUE É UTILIZADA POR NÓS, SURTI ATRAVÉS DE ALGUM TIPO DE GERADOR.

02 - Cite alguns exemplos de geradores elétricos que você encontra no seu dia-dia.

PODEMOS VER UMA PLACA SOLAR, A CORRENTE QUE PASSA POR UM FIO DE ENERGIA, UMA BATERIA.

03 - Como é gerada a energia elétrica que você usa no seu cotidiano?

É GERADA ATRAVÉS DE FONTES, SEJAM ELAS FONTES DE ENERGIA SOLAR, OU FONTES DE ENERGIA EÓLICA. APESAR DO NOSSO PAÍS NÃO SER BASTANTE DESENVOLVIDO DIANTE DISSO, ELE NOS MOSTRA TER MUITA CAPACIDADE DE TRABALHAR E CRESCER DIANTE DESSE ASPECTO.

04 - Dos processos de geração de energia, a partir das fontes alternativas, quais os aspectos positivos e negativos, que você conhece?

PODEMOS CITAR AS FONTES DE ENERGIA SOLAR E EÓLICA, POIS AS DUAS NOS MOSTRAM QUE PODEM FORMAR UMA SÉRIE DE ASPECTOS POSITIVOS E NEGATIVOS. EM RELAÇÃO AOS ASPECTOS POSITIVOS VEMOS TODOS OS TIPOS DE BENEFÍCIOS QUE AS DUAS NOS TRAZEM, JÁ EM RELAÇÃO AOS ASPECTOS NEGATIVOS, TEMOS A CERTEZA DE QUE AS DUAS NÃO SO TRAZEM BENEFÍCIOS, PELO CONTRÁRIO, ELAS TAMBÉM PODEM CAUSAR DIVERSOS TIPOS DE DANOS, DESDE O LOCAL ONDE FORAM CRIADAS, ATÉ O MEIO AMBIENTE.

- QUESTIONÁRIO -

GERADORES ELÉTRICOS E FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

01 – O que você entende sobre geradores elétricos?

Geradores elétricos são aparelhos que convertem energia e nome gerador elétrico sugere um conceito muito exato pois a energia não é gerada e sim transformada, pois o princípio da conservação de energia nessa situação.

02 – Cite alguns exemplos de geradores elétricos que você encontra no seu dia-dia.

Baterias

03 – Como é gerada a energia elétrica que você usa no seu cotidiano?

A energia é gerada pela água e pela energia solar que transformam a energia proveniente dos raios solares em energia elétrica.

04 – Dos processos de geração de energia, a partir das fontes alternativas, quais os aspectos positivos e negativos, que você conhece?

São aquelas que se apresentam alternativa de uso das fontes tradicionais de energia (petróleo, gás natural, hidruga e carvão mineral principalmente). As fontes alternativas de energia são renováveis.

- QUESTIONÁRIO -

GERADORES ELÉTRICOS E FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

01 - O que você entende sobre geradores elétricos?

GERADORES ELÉTRICOS SÃO APARELHOS
QUE CONVERTEM ENERGIA, O ALIÁS GERADOR
ELÉTRICO SUGERE UM CONCEITO MUITO ERRA-
DO POR A ENERGIA

02 - Cite alguns exemplos de geradores elétricos que você encontra no seu dia-dia.

BATERIAS DE CELULAS

03 - Como é gerada a energia elétrica que você usa no seu cotidiano?

04 - Dos processos de geração de energia, a partir das fontes alternativas, quais os aspectos positivos e negativos, que você conhece?

- QUESTIONÁRIO -

GERADORES ELÉTRICOS E FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

01 – O que você entende sobre geradores elétricos?

02 – Cite alguns exemplos de geradores elétricos que você encontra no seu dia-dia.

baterias e pilhas

03 – Como é gerada a energia elétrica que você usa no seu cotidiano?

É gerada através da força da água

04 – Dos processos de geração de energia, a partir das fontes alternativas, quais os aspectos positivos e negativos, que você conhece?

- QUESTIONÁRIO -

GERADORES ELÉTRICOS E FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

01 - O que você entende sobre geradores elétricos?

Geradores elétricos são dispositivos que convertem vários tipos de energia mecânica em energia elétrica.

02 - Cite alguns exemplos de geradores elétricos que você encontra no seu dia-dia.

Alternadores de carro, pilhas, baterias, turbinas a vapor, placas solares etc.

03 - Como é gerada a energia elétrica que você usa no seu cotidiano?

Utiliza energia potencial em energia elétrica. Com exemplo pilhas. As placas solares utiliza energia luminosa e a converte em energia elétrica.

04 - Dos processos de geração de energia, a partir das fontes alternativas, quais os aspectos positivos e negativos, que você conhece?

O circuito elétrico é percorrido entre dois polos existentes no gerador. Num dos polos seu potencial elétrico é negativo e sua tensão é menor, enquanto no outro seu potencial elétrico é positivo e sua tensão é maior.

- QUESTIONÁRIO -

GERADORES ELÉTRICOS E FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

01 - O que você entende sobre geradores elétricos?

02 - Cite alguns exemplos de geradores elétricos que você encontra no seu dia-dia.

Bateria, pulsoy.

03 - Como é gerada a energia elétrica que você usa no seu cotidiano?

É gerada através da barça da água
e também através a energia solar que
é produzida do sol.

04 - Dos processos de geração de energia, a partir das fontes alternativas, quais os aspectos positivos e negativos, que você conhece?

- QUESTIONÁRIO -

GERADORES ELÉTRICOS E FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

01 – O que você entende sobre geradores elétricos?

SEI QUE PARTIR DE ALGO QUE TEM ENERGIA PODE SER TRANSFERIDA EM OUTRA FORMA DE ENERGIA.

02 – Cite alguns exemplos de geradores elétricos que você encontra no seu dia-dia.

PILHA, BATERIA, FIOS,

03 – Como é gerada a energia elétrica que você usa no seu cotidiano?

É GERADA PELOS CAMPOS INDUZIDOS A PARTIR DA ÁGUA, QUE PASSA POR UM GERADOR DE ENERGIA, E, SEJA, A ÁGUA É TRANSFERIDA EM ENERGIA.

04 – Dos processos de geração de energia, a partir das fontes alternativas, quais os aspectos positivos e negativos, que você conhece?

- QUESTIONÁRIO -

GERADORES ELÉTRICOS E FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

01 - O que você entende sobre geradores elétricos?

GERADORES ELÉTRICOS SÃO DISPOSITIVOS
QUE CONVERTEM

02 - Cite alguns exemplos de geradores elétricos que você encontra no seu dia-dia.

GERADORES DE VENTILADORES, ~~GERADORES DE~~
~~GERADORES DE~~ GERADORES DA PRÓPRIA EN-
ERGIA E ETC...

03 - Como é gerada a energia elétrica que você usa no seu cotidiano?

04 - Dos processos de geração de energia, a partir das fontes alternativas, quais os aspectos positivos e negativos, que você conhece?

- QUESTIONÁRIO -

GERADORES ELÉTRICOS E FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

01 - O que você entende sobre geradores elétricos?

GERADOR ELÉTRICO É UM DISPOSITIVO UTILIZADO PARA GERAR UMA DIFERENÇA DE POTENCIAL (DDPI).

02 - Cite alguns exemplos de geradores elétricos que você encontra no seu dia-dia.

PILHA, BATERIA

03 - Como é gerada a energia elétrica que você usa no seu cotidiano?

POR MEIO DA QUEDA DA ÁGUA QUE TRANSFORMA ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL EM ENERGIA CINÉTICA, POSSIBILITANDO O GIRAR DA TURBINA E POSTERIORMENTE, TRANSFORMANDO ESSA ENERGIA EM ELÉTRICA ATRAVÉS DE UM GERADOR.

04 - Dos processos de geração de energia, a partir das fontes alternativas, quais os aspectos positivos e negativos, que você conhece?

A ENERGIA EÓLICA É GERADA A PARTIR DE PÁSS EM ROTACÃO, QUE ESTÃO EM UMA ALTURA ELEVADA, O QUE PODE COMPROMETER A VIDA DE AVES QUE PASSAM POR PERTO DELAS. ENTRETANTO, ESSA FONTE PODE ECONOMIZAR ÁGUA, QUE POSTERIORMENTE SERÃO UTILIZADAS PARA OUTRAS FINALIDADES. PODEMOS CITAR A BIOMASSA, QUE COMPROMETE A PRODUÇÃO DE ALIMENTOS, MAS PODE SER RENOVADA!

- QUESTIONÁRIO -

GERADORES ELÉTRICOS E FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

01 – O que você entende sobre geradores elétricos?

GERADOR É UM DISPOSITIVO UTILIZADO PARA A CONVERSÃO DA ENERGIA MECÂNICA, QUÍMICA OU OUTRA FORMA DE ENERGIA EM ENERGIA ELÉTRICA.

02 – Cite alguns exemplos de geradores elétricos que você encontra no seu dia-dia.

A PILHA, O CARREGADOR DE CELULAR, BATERIAS, ENTRE OUTROS.

03 – Como é gerada a energia elétrica que você usa no seu cotidiano?

É GERADA A PARTIR DE UMA FONTE, COMO POR EXEMPLO A ÁGUA.

04 – Dos processos de geração de energia, a partir das fontes alternativas, quais os aspectos positivos e negativos, que você conhece?

POSITIVOS: ENERGIA LIMPA, GRANDE TEMPO DE DURACÃO DO SISTEMA COM CUSTO DE MANUTENÇÃO DE MODERADOR BAIXO, POSSIBILIDADE DE USO DE VÁRIAS FONTES DE COMBUSTÍVEL.

NEGATIVOS: HÁ POUCOS LUGARES DE IMPLANTAÇÃO POIS NECESSITA DE INTENSIDADE DE VENTOS DURANTE TODO O ANO, CUSTO MODERADAMENTE ELEVADO PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA.

- QUESTIONÁRIO -

GERADORES ELÉTRICOS E FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

01 - O que você entende sobre geradores elétricos?

SÃO FÓRMULAS BEM BÁSICAS DE FORÇAS ELÉTRICAS GIRATORIAS QUE FAZEM GERAR ELÉTRICIDADES CONSTANTES.

02 - Cite alguns exemplos de geradores elétricos que você encontra no seu dia-dia.

VENTILADORES BATERIAS, MÁQUINAS DE LAVAR, LIGADIFICADORES

03 - Como é gerada a energia elétrica que você usa no seu cotidiano?

COM A FORÇA DA ÁGUA QUE BATEM NAS USINAS HIDROELÉTRICAS

04 - Dos processos de geração de energia, a partir das fontes alternativas, quais os aspectos positivos e negativos, que você conhece?

OS ASPECTOS POSITIVOS QUE POSSAMOS ESPECIFICAR É QUE A GERAÇÃO DE ENERGIA AJUDA MUITO NA VIDA HUMANA TRAZENDO POR ATRÁS MAIS MELHORIAS E FACILITANDO MAIS A VIDA HUMANA. OS ASPECTOS NEGATIVOS POSSAMOS VER QUE DEPENDENDO DA CIRCUNSTÂNCIA POSSAMOS LEVAR UM CHOQUE ELÉTRICO QUE PODE NOS LEVAR A MORTE.

- QUESTIONÁRIO -

GERADORES ELÉTRICOS E FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

01 – O que você entende sobre geradores elétricos?

ENTENDO QUE GERADORES ELÉTRICOS SÃO
DEPOSITIVOS QUE CONVERTEM VÁRIOS TIPOS DE
ENERGIA. ASSIM A DEUNÇÃO DE UM GERADOR
É GARANTIR A TENSÃO ELÉTRICA, DURANTE
TEMPO C/ NÃO INTERROMPE O CIRCUITO

02 – Cite alguns exemplos de geradores elétricos que você encontra no seu dia-dia.

03 – Como é gerada a energia elétrica que você usa no seu cotidiano?

04 – Dos processos de geração de energia, a partir das fontes alternativas, quais os aspectos positivos e negativos, que você conhece?

- QUESTIONÁRIO -

GERADORES ELÉTRICOS E FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

01 - O que você entende sobre geradores elétricos?

01) É um dispositivo que transforma energia mecânica em energia elétrica. É muito utilizado nas casas, lojas, etc. É muito importante para a vida moderna. É usado em usinas, fábricas, etc. É a base da energia elétrica que usamos todos os dias.

02 - Cite alguns exemplos de geradores elétricos que você encontra no seu dia-dia.

Alguns exemplos de geradores elétricos que encontramos no dia a dia são: a lâmpada incandescente, o motor de um ventilador, o motor de um fogão, o motor de um liquidificador, o motor de um aspirador de pó, o motor de um secador de cabelo, etc.

03 - Como é gerada a energia elétrica que você usa no seu cotidiano?

04 - Dos processos de geração de energia, a partir das fontes alternativas, quais os aspectos positivos e negativos, que você conhece?

- QUESTIONÁRIO -

GERADORES ELÉTRICOS E FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

01 – O que você entende sobre geradores elétricos?

02 – Cite alguns exemplos de geradores elétricos que você encontra no seu dia-dia.

ALGUMAS FORMAS DE ENERGIA QUE CONSUMIMOS NO NOSSO DIA-DIA SÃO QUASE TODAS ENÉRGIAS RENOVÁVEIS, MAS EM MUITOS OUTROS CASOS COMO NA ZONA RURAL MUITAS PESSOAS USAM CARVÃO, NA QUAL INCLUIMOS QUE A ENERGIA COMO A SOLA E A EÓLICA SÓ SE TEM EM CIDADES GRANDES.

03 – Como é gerada a energia elétrica que você usa no seu cotidiano?

04 – Dos processos de geração de energia, a partir das fontes alternativas, quais os aspectos positivos e negativos, que você conhece?

- QUESTIONÁRIO -

GERADORES ELÉTRICOS E FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

01 - O que você entende sobre geradores elétricos?

A função de um gerador é garantir que a diferença de potencial elétrico, ou tensão elétrica, dure mais tempo e não interrompa o circuito. O circuito elétrico é percorrido entre os dois polos existentes do gerador.

02 - Cite alguns exemplos de geradores elétricos que você encontra no seu dia-dia.

Baterias

03 - Como é gerada a energia elétrica que você usa no seu cotidiano?

A energia do meu cotidiano ela é gerada a partir das linhas das águas e através da energia solar.

04 - Dos processos de geração de energia, a partir das fontes alternativas, quais os aspectos positivos e negativos, que você conhece?

Positivo o petróleo é uma forma mais fácil de armazenar e transportar. O custo mínimo e mais barato que o petróleo e o gás natural na sua extração gera empregos na economia. Negativo essa fonte como todas as outras esgotará um dia da natureza, sua extração é perigosa e possui uma alta emissão de gases do efeito estufa.

QUESTIONÁRIO

De acordo com o desenvolvimento das aulas ministradas, as quais representavam etapas de uma sequência didática, onde o conteúdo de geradores elétricos foi exposto de modo que fosse relacionado diretamente com a obtenção da energia elétrica a partir das fontes alternativas de energia, como também a Inserção da Termoeletricidade em uma Transposição Didática, de modo que facilitasse o entendimento do tema geradores elétricos, solicito aos discentes que respondam as questões abaixo, marcando apenas uma alternativa que melhor satisfaça a sua opinião.

1 – Você achou que a aula inicial, onde foi lançado um questionário sobre geradores elétricos, no qual buscava algum conhecimento sobre o tema no seu cotidiano, levou você a procurar ter um entendimento melhor sobre o assunto?

- Discordo totalmente
- Discordo
- Diferente
- Acordo
- Acordo totalmente

2 – Com relação ao texto, “**Geradores e Fontes Alternativas de Energia**”, que foi lido e debatido no primeiro encontro, você acha que ele foi útil para mostrar a importância do gerador para a obtenção da energia elétrica?

- Discordo totalmente
- Discordo
- Diferente
- Acordo
- Acordo totalmente

3 – De acordo com a exposição do conteúdo de geradores elétricos que aconteceu no segundo encontro da sequência didática, você entendeu a diferença que existe entre um gerador químico (pilhas) e um gerador mecânico (Ex. Hidroelétricas), quanto ao estabelecimento de sua fem?

- Discordo totalmente
- Discordo

Diferente

Acordo

Acordo totalmente

4 – A partir da aula expositiva sobre geradores elétricos, foi apresentado o aspecto formal sobre o assunto, como as principais definições e equações que representa os geradores. Você entendeu o processo de transformação de energia que ocorre no interior de um gerador, assim o como sua conservação?

Discordo totalmente

Acordo

Diferente

Acordo

Acordo totalmente

5 – A partir da aula expositiva sobre geradores elétricos, foi apresentado o aspecto formal sobre o assunto, como as principais definições e equações que representa os geradores. Você compreendeu que no cálculo do rendimento de um gerador há uma comprovação da conservação da energia?

Discordo totalmente

Acordo

Diferente

Acordo

Acordo totalmente

6 – Durante o terceiro momento da sequência didática houve a inserção da Termoeletricidade bem como a apresentação de um experimento sobre esse fenômeno. Você entendeu o fenômeno da transformação da energia térmica em elétrica, sem a presença de um gerador convencional?

Discordo totalmente

Acordo

Diferente

Acordo

Acordo totalmente

7 – Quanto ao aparato experimental, você acha que os geradores Termoelétricos poderiam ser usados em uma escala maior, para a produção de eletricidade?

- Discordo totalmente
- Discordo
- Indiferente
- Concordo
- Concordo totalmente

**LENILDO MORAIS DOS SANTOS
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA**

**O ESTUDO DA TERMOELETRICIDADE COMO ALTERNATIVA DE
TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA PARA O ENSINO DE GERADORES ELÉTRICOS**

CAMPINA GRANDE, SETEMBRO 2019.

APRESENTAÇÃO

A sequência didática a ser desenvolvida tem como alvo principal, professores do Ensino Médio e será aplicada em turmas do terceiro ano do ensino médio regular. Pretende-se introduzir o conteúdo “Geradores Termoelétricos”, durante o desenvolvimento do estudo dos geradores elétricos, como uma abordagem possível na análise do processo de transformação das fontes alternativas de energia em energia elétrica.

A execução da sequência didática está de acordo com a abordagem problematizadora, onde de acordo com Delizoicov e Angotti (1994), pode ser dividida em três momentos pedagógicos distintos, que são: primeiro momento – problematização inicial, onde são apresentadas situações motivadoras para os alunos que se associa o novo conteúdo com a realidade vivenciada pelo aluno; segundo momento – organização do conhecimento – o conteúdo estabelecido na problematização inicial é debatido em seu aspecto formal de definições, onde o aluno é levado a compreensão da abordagem problematizadora levando em consideração os conhecimentos científicos; terceiro momento – que se refere a aplicação do conhecimento que fora discutido e abordado nas etapas anteriores.

O fenômeno da termoeletricidade será introduzido, como uma transposição didática, através da construção de um experimento, explorando os efeitos Seebeck e Peltier, para que seja possível abordar a relação existente no processo de transformação direta de energia térmica em energia elétrica. A sequência didática será desenvolvida em quatro aulas, de 45 minutos cada, as quais representam os três momentos pedagógicos distintos, de acordo com a descrição

abaix

CONTEÚDOS/TEMPO	HABILIDADES	COMPETÊNCIAS
<p>Tempo 45 minutos</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Fontes alternativas de energia; (Princípios de funcionamento) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Identificar os diversos tipos de obtenção de energia elétrica; ✓ Identificar os elementos naturais presentes nas fontes alternativas de obtenção da energia elétrica ✓ Entender a importância do gerador elétrico nos processos de transformação de energia. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Compreender os processos de transformação de energia em algumas fontes alternativas; ✓ Compreender a que a condição na transformação de energia é a presença do gerador.
<p>Tempo 90 minutos</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Geradores elétricos; (Força eletromotriz, resistência interna, equação do gerador, potências de um gerador, rendimento de um gerador) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Identificar o processo de dissipação de energia de um gerador, através do seu rendimento. ✓ Identificar e diferenciar a fem que um gerador possui e a tensão que ele consegue oferecer a circuito. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Compreender a diferença dos geradores mecânicos para os geradores químicos; ✓ Compreender a importância da força eletromotriz e da resistência interna nas energias total e dissipada, respectivamente, pelo gerador;
<p>Tempo 45 minutos</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Apresentação dos efeitos Seebeck e Peltier; ✓ Apresentação do experimento de um gerador termoelétrico; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Entender os efeitos Seebeck e Peltier, como diferença de temperatura produz tensão elétrica e tensão elétrica produz diferença de temperatura. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Compreender o fato de haver transformação de energia térmica em elétrica e vice-versa, sem a presença do gerador elétrico.

PRIMEIRA AULA (45 MINUTOS)

Fontes alternativas de energia (Princípios de funcionamento).

As atividades desenvolvidas no primeiro encontro da sequência didática tem o caráter informativo a respeito das fontes alternativas de energia, assim como do processo de obtenção de energia elétrica através delas. Este primeiro momento, que efetiva-se em uma aula de 45 minutos como fora descrito, representa o primeiro momento pedagógico, proposto por Delizoicov e Angotti (1994), no qual consiste na problematização inicial, onde são apresentadas situações motivadoras para os alunos que se associa o novo conteúdo com a realidade vivenciada pelo aluno

Para esse primeiro encontro, que se configura como a problematização inicial, foi elaborado um texto⁷ com um resumo das principais fontes alternativas de energia, utilizadas atualmente, seus princípios de funcionamento, seus impactos ambientais, buscando tornar evidente o papel dos geradores elétricos nesses processos. O texto será distribuído com os alunos para uma leitura e em seguida haverá um debate de toda a turma no sentido de haver um detalhamento sobre o que foi exposto no texto.

Para o primeiro encontro também foram elaborados quatro questionamentos acerca dos geradores elétricos que servirão de sondagem sobre alguns conhecimentos prévios que os alunos detêm sobre o tema. Esses questionamentos serão apresentados aos alunos antes da leitura do texto.

QUESTIONÁRIO

- 01 – O que você entende sobre geradores elétricos?
- 02 – Cite alguns exemplos de geradores elétricos que você encontra no seu dia-dia.
- 03 – Como é gerada a energia elétrica que você usa no seu cotidiano?
- 04 – Dos processos de geração de energia, a partir das fontes alternativas, quais os aspectos positivos e negativos, para você?

SEGUNDA AULA (90 MINUTOS)

As atividades desenvolvidas no segundo encontro, que será efetivado em duas aulas de 45 min, cada, representa o segundo momento pedagógico proposto por Delizoicov e Angotti (1994), onde tem-se a organização do conhecimento, de modo que o conteúdo estabelecido na problematização inicial é debatido em seu aspecto formal de definições, onde o aluno é levado

⁷ Ler Texto **no apêndice A**, contendo alguns processos de transformação de energia, devido a presença do gerador.

a compreensão dos conhecimentos científicos propostos. Neste momento será realizada uma aula expositiva, de modo que o aluno possa entender as características principais dos geradores, como sua força eletromotriz, sua resistência interna, o processo de transformação de energia que acontece na sua resistência interna, como também a energia que o gerador consegue fornecer a um circuito. Será trabalhado, também, o formalismo matemático através da equação do gerador e da curva que caracteriza a relação entre a tensão fornecida ao circuito e a corrente elétrica estabelecida pelo gerador.

A exposição do conteúdo, neste segundo momento, será feita através de slides⁸ que se encontram no apêndice A, apresentados aos alunos com todos os tópicos do referido conteúdo.

GERADORES ELÉTRICOS

Geradores elétricos são todos os dispositivos que transformam outro tipo de energia, qualquer, em energia elétrica. Os geradores são agrupados em duas categorias, os geradores mecânicos que funcionam devido a um processo eletromagnético, e os geradores químicos que funcionam devido a reações químicas no seu interior. Como exemplo de geradores químicos, temos as pilhas e as baterias de dispositivos elétricos e eletrônicos.

Os geradores químicos são caracterizados pela força eletromotriz e pela sua resistência interna. Essas duas grandezas físicas representam, respectivamente, seu poder energético total e a resistência oferecida pelos portadores de cargas elétricas no seu interior.

Força eletromotriz (ϵ) – É definida como sendo a relação entre a quantidade de cargas que atravessam o gerador e a consequente quantidade de energia potencial elétrica armazenada nas mesmas. Matematicamente, temos:

$$\epsilon = \frac{\Delta E}{\Delta q} \quad (01)$$

Para uma melhor compreensão temos: “Para cada unidade de carga que atravessa um gerador há, em correspondência, uma quantidade de energia de outra modalidade que se transforma em energia elétrica” (Guimarães, Piqueira, Carron, 2016, p.). Sendo assim, no Sistema Internacional de Unidades (SI), temos que a unidade da força eletromotriz é expressa em Volts (V), visto que representa a relação entre energia e carga, representada por Joule por Coulomb (J/C).

Resistência Interna (r) – É a resistência oferecida pelo próprio gerador, aos portadores de carga elétrica, durante o movimento forçado no seu interior. A sua unidade é o Ohm (Ω).

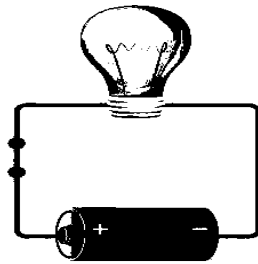
Energia no Gerador

⁸ Ver sequenciamento do conteúdo no **apêndice B**, que será feita através de uma aula expositiva

Em um gerador químico temos transformação de energia química em energia elétrica. Durante esse processo, parte dessa energia é dissipada pela resistência interna e o restante da energia é fornecida ao circuito que ele vai alimentar, conforme a descrição abaixo,

“Do ponto de vista de transformação de energia que ocorre no gerador (pilha) podemos distinguir: quando os portadores de carga atravessam o gerador, recebem energia proveniente da transformação de energia química em elétrica; parte da energia recebida é dissipada durante seu movimento interno ao gerador; o restante da energia recebida pelos portadores é utilizado para alimentar o circuito externo, acendendo a lâmpada” (Guimarães, Piqueira, Carron 2016).

Figura 05 – Esquema de um circuito com um gerador e uma lâmpada



Fonte: <http://vestibular.brasilecola.uol.com.br/enem/abordagem-dos-circuitos-eletricos-no-enem.htm>(adaptado)

Potência Total (P_t) – A potência total está relacionada com a energia total consumida no processo de transformação no gerador. Da equação 01, temos que:

$$\Delta E = \varepsilon \cdot \Delta q \quad (02)$$

Da definição de potência, temos que, $P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$, onde ΔE é dado em Joules, Δt é dado em segundos e P é em Watts.

Dividindo os dois membros da equação 02, temos que: $P_t = \varepsilon i$, onde i representa a corrente elétrica que atravessa o gerador, expressa em Ampères (A).

Potência útil (P_u) – A potência útil está relacionada com a energia transferida pelo gerador a um determinado circuito. Ela é dada por:

$$P_u = iu$$

Onde i representa a corrente elétrica fornecida pelo gerador e u é a tensão que o circuito será alimentado.

Potência Dissipada (P_d) – A potência dissipada está relacionada com a energia perdida através da resistência interna.

$$P_d = ri^2$$

Onde i representa a corrente elétrica fornecida pelo gerador e r é a resistência interna.

Equação do Gerador

Do princípio da conservação da energia, temos que a potência total é igual a soma das potências útil e dissipada. Sendo assim, temos que:

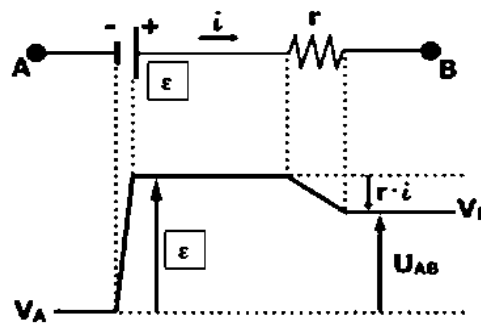
$$P_t = P_u + P_d, \quad (03)$$

ou, $\varepsilon i = iu + ri^2$, onde dividindo os dois membros da igualdade por i , temos a equação do gerador:

$$U = \varepsilon - ri \quad (04)$$

De acordo com a equação 04, podemos entender que a tensão recebida por circuito elétrico, alimentado por um gerador elétrico, resulta da diferença entre a força eletromotriz e a tensão perdida pela resistência interna. A relação do balanço energético para um gerador ideal mostra que houve uma queda no potencial devido ao consumo de energia elétrica que ocorre na resistência interna.

Figura 06 – Representação do balanço energético em um gerador

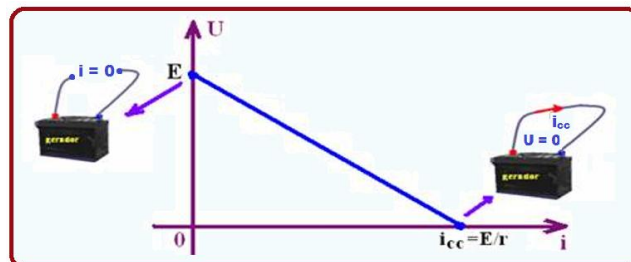


Fonte: http://www.fisicavivencial.pro.br/sites/default/files/sf/221SF/05_teoriam.htm

De acordo como a figura 06, temos que ε representa a tensão fornecida pela força eletromotriz, ri representa a tensão perdida pela resistência interna e U_{AB} é a tensão recebida pelo circuito, alimentado pelo resistor.

Outro ponto importante a ser destacado na equação do gerador, é o fato de termos a tensão em função da corrente elétrica, descrita na equação, $U = \varepsilon - ri$, onde ε representa a força eletromotriz e r a resistência interna que ambas são constantes. Dessa maneira, podemos representar graficamente a relação que existe entre a tensão e a corrente elétrica.

Figura 07 – Gráfico da tensão em função da corrente elétrica



Fonte: http://fisicaevestibular.com.br/novo/wpcontent/uploads/migracao/eletrcidade/geradores/o_62c84bec5ab98

[b8d.html](#)

De acordo com a figura 07, temos que quando o gerador não está conectado a um circuito, sua força eletromotriz se iguala a tensão nos terminais, uma vez que, não há dissipação de energia através da resistência interna.

Rendimento de um Gerador

Calcular o rendimento de um gerador significa entender o percentual de energia que foi fornecido a um circuito, pelo gerador. Com esse entendimento saberemos também o poder dissipativo que a resistência interna do gerador oferece aos portadores de carga elétrica, durante a sua passagem no seu interior. De equação 03, $P_t = P_u + P_d$, temos que a potência total representa 100% da energia presente no gerador, logo o seu rendimento é dado por:

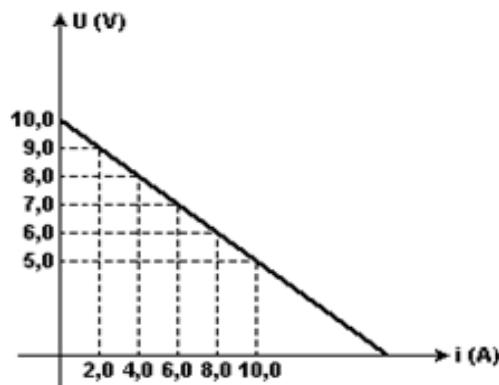
$$R = \frac{P_u}{P_t} \cdot 100\% \quad (05)$$

onde R , representa o rendimento do gerador, ou seja, o percentual de energia útil oferecida pelo gerador.

Após a exposição do conteúdo, acima descrito, é aplicado um exercício de fixação, onde abordaremos os diversos tópicos do conteúdo, afim de aprofundarmos o entendimento sobre as aplicações dos geradores.

Exercício

01 - Observe o gráfico característico de um gerador.



- Qual sua força eletromotriz e sua resistência interna?
- Escreva sua equação
- Qual a tensão nos seus terminais, quando sua corrente elétrica for de 10 A?
- Determine as potências total, útil e dissipada para uma corrente elétrica de 10A?
- Determine seu rendimento para a corrente elétrica de 10 A.

Resolução:

- a) A força eletromotriz (ε) é igual a tensão (U) quando a corrente elétrica, $i = 0$, logo de acordo com o gráfico, $\varepsilon = 10\text{V}$. Da equação (04), $U = \varepsilon - ri$, para uma corrente elétrica $i = 10\text{A}$ temos que:

$$5 = 10 - r10 \rightarrow r10 = 5 \rightarrow r = 0,5\Omega$$

A resistência interna mostra que existe um impedimento, natural, oferecido pelos próprios portadores de carga elétrica durante o movimento dentro do gerador. Fato este, que nos permite afirmar não existir um gerador ideal com eficiência de 100%.

- b) A equação do gerador é: $U = \varepsilon - ri \rightarrow U = 10 - 0,5i$
 c) A tensão nos terminais (U), para $i = 10\text{A}$, será $U = 10 - 0,5 \cdot 10 = 5\text{V}$

Pela equação do gerador podemos ver que a tensão oferecida pelo gerador é inversamente proporcional a corrente elétrica, ou seja, para um gerador em funcionamento nunca teremos a tensão nos terminais igual a sua força eletromotriz.

- d) As potências Total, Útil e Dissipada são calculadas, respectivamente, por:

$$P_t = \varepsilon i ; \quad P_u = iu ; \quad P_d = ri^2$$

$$P_t = 10 \cdot 10\text{W} = 100\text{W}; \quad P_u = 5 \cdot 10\text{W} = 50\text{W}; \quad P_d = 0,5(10^2)\text{W} = 50\text{W}$$

Pelos resultados obtidos das potências total, útil e dissipada podemos ver a conservação da energia, onde parte da energia obtida pela fem é utilizada para o funcionamento de um circuito qualquer e a outra parte é dissipada através da resistência interna.

- e) O rendimento do gerador é dado pela equação:

$$R = \frac{P_u}{P_t} \cdot 100\%$$

$$\text{Logo, } R = \frac{50}{100} \cdot 100\% \rightarrow R = 50\%.$$

O cálculo do rendimento nos permite entender o percentual de perda de energia pelo gerador, através da resistência interna, o que comprova a questão das eficiências das máquinas, onde não se tem um rendimento de 100%.

TERCEIRA AULA (45 MINUTOS)

As atividades desenvolvidas no terceiro encontro da sequência didática que abordarão o tema de Termoeletricidade, com os efeitos Seebeck e Peltier, serão norteadas com a apresentação do experimento de transformação de energia térmica em energia elétrica, sem a

presença do gerador eletromagnético ou químico. Antes da apresentação do experimento, sobre os efeitos Seebeck e Peltier, será feita uma exposição teórica sobre os fenômenos.

A exposição do conteúdo de termoeletricidade será feita mediante uma aula de tópicos do conteúdo, feita em slides⁹, que se encontra no apêndice B, na qual abordaremos os efeitos mencionados acima de forma teórica.

Efeito Seebeck

O efeito Seebeck recebe esse nome em homenagem à Thomas Johann Seebeck (1770 – 1831) que, em 1821, observou que surgia efeitos magnéticos quando se estabelecia, entres as junções de dois metais diferentes, como por exemplo o bismuto e o cobre, uma diferença de temperatura entre essas junções. Ele denominou esse efeito magnético de corrente termomagnética. Essa diferença de temperatura faz surgir uma tensão nos terminais desses metais, o que caracterizava a transformação direta de energia térmica em energia elétrica, sem que seja necessário a presença do gerador eletromagnético.

Efeito Peltier

O efeito Peltier recebe esse nome pelo fato de que, em 1834, Jean C. A. Peltier observou que quando se realiza a experiência inversa do efeito Seebeck, ou seja, o estabelecimento de uma corrente elétrica nos terminais de um termopar, ligados por uma junção, o que se observa é o aparecimento de uma diferença de temperatura, onde de um lado da junção observa-se um resfriamento e do outro lado observa-se um aquecimento. Dessa forma, pode-se concluir que o efeito Peltier está ligado ao efeito Seebeck, o que caracteriza o processo inverso de transformação de energia, ou seja, teremos energia elétrica sendo transformada em energia térmica.

Proposta Experimental

Objetivo - Construir um aparato experimental que verifique a transformação direta de energia térmica em energia elétrica, através do efeito Seebeck. Para esta finalidade, apresentaremos o experimento com todos os detalhes de construção, mostrando as dificuldades na construção e a finalidade de cada item constituinte do experimento.

Materiais

- 11- Base de alumínio, feita de material presente no laboratório da escola;
- 12- Dissipador de calor, extraído de sucata de computadores;
- 13- Ventoinha de sucata de computadores, utilizada em processadores;

⁹ Ver exposição do tema Termoeletricidade no **apêndice C**.

- 14- Hastes de metal, presentes no laboratório da escola;
- 15- Lamparina de vidro, presente no laboratório da escola;
- 16- Motor de 2 volts, presentes nos kits de robótica da escola;
- 17- Hélice de plástico, presentes nos kits de robótica da escola;
- 18- Placa de PVC, construída com as peças dos kits de robótica da escola;
- 19- Placa Peltier, compradas em eletrônicas;
- 20- Pasta térmica, utilizada para adesão da pastilha com a base de alumínio e o dissipador;

Procedimentos

- Sobre a tela de alumínio é colocada a pastilha peltier e sobre a pastilha coloca-se o dissipador de calor com a ventoinha acoplada a ele;
- Na parte lateral da base de alumínio é fixada uma haste de metal que serve de suporte para o motor de 2 volts.
- A hélice é acoplada no eixo do motor;
- Na outra lateral é fixada duas hastes de metal, de modo que a placa de identificação seja fixada;
- A lamparina é colocada na parte inferior da base de alumínio de modo que sua chama atinja o local onde foi colocada a pastilha peltier;
- Após a lamparina ser acesa teremos o aquecimento de um dos lados da pastilha peltier;
- Os lados opostos da pastilha peltier terão diferenças de temperaturas, o que acarretará no efeito esperado, que é o surgimento de uma tensão nos terminais da pastilha;
- Pretende-se que a tensão surgida nos terminais acione a ventoinha e a hélice que foram acopladas ao dissipador e ao motor, de modo que possa ajudar a dissipar o calor transferido do lado quente para o lado frio;
- A dissipação ajuda a manter a diferença de temperatura e conseqüentemente a continuação do efeito Seebeck.

Figura 1.a – Placa Peltier



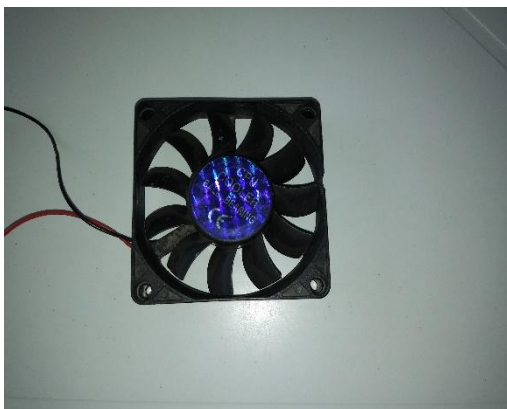
Fonte: Fotografia do autor

Figura 1.c – Dissipado de calor



Fonte: Fotografia do autor

Figura 1.e – Ventoinha de 12V



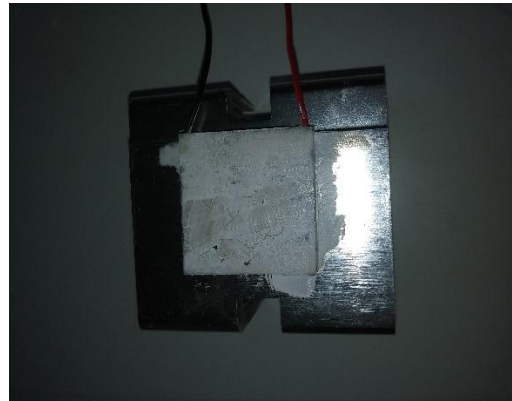
Fonte: Fotografia do autor

Figura 1.b – Base de suporte



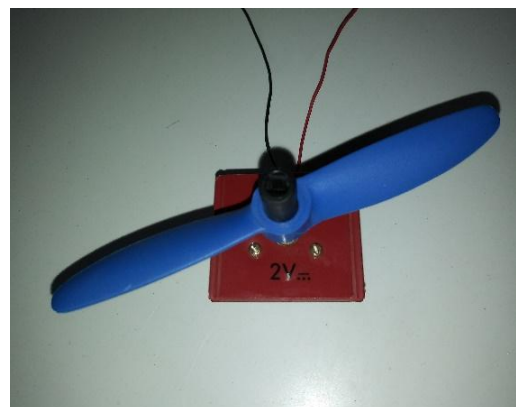
Fonte: Fotografia do autor

Figura 1.d – Placa presa no dissipador



Fonte: Fotografia do autor

Figura 1.f – Motor de 2Volts e hélice



Fonte: Fotografia do autor

Figura 1.g – Pasta térmica



Fonte: Fotografia do autor
Figura 1.i – Apresentação

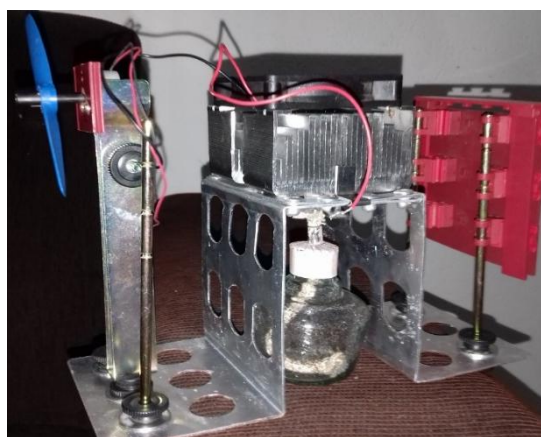
Figura 1.h – Lamparina



Fonte: Fotografia do autor
Figura 1.j – Gerador montado



Fonte: Fotografia do autor



Fonte: Fotografia do autor

Após a exposição do conteúdo de termoeletricidade e da apresentação do experimento, serão lançados outros questionamentos acerca de geradores elétricos, como também do gerador termoelétrico. Com esses questionamentos pretendemos enfatizar os principais obstáculos físicos encontrados na confecção do gerador termoelétrico, a exemplo da dissipação de calor, e com isso mostrar a sua ineficiência ou não, em produção de grande escala para uso cotidiano.

As conclusões a respeito das dificuldades encontradas na confecção do aparato experimental serão evidenciadas na própria exposição do experimento, onde mostraremos que o processo de dissipação do calor, de modo que se mantenha uma diferença de temperatura na placa Peltier, não é um processo simples.

Neste momento, também será feita uma breve avaliação de toda sequência didática, com o objetivo de identificarmos nos alunos se houve aceitação de todo o processo, que se compreende desde o primeiro momento, onde procuramos motiva-los através do questionário inicial e com a leitura do texto proposto, passando pelo segundo momento, onde apresentamos o conteúdo geradores elétricos, com suas definições formais, até o terceiro momento, onde ocorreu o processo da Transposição Didática da Termoeletricidade e com a apresentação do experimento sobre o tema. Esta avaliação será feita através de um questionário, que se encontra no apêndice D, onde o sequenciamento das perguntas obedecem à ordem de execução da sequência didática.

REFERÊNCIAS

Filho, Benigno Barreto – 360° física aula por aula: eletromagnetismo, física moderna, v.3/Benigno Barreto Filho, Cláudio Xavier da Silva, - 1. Ed, - São Paulo: FTD, 2017.

FILHO, Jose de Pinho Alves, ATIVIDADES EXPERIMENTAIS: DO MÉTODO À PRÁTICA CONSTRUTIVISTA, *Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do grau de Doutor em Educação Florianópolis (SC) 2000;*

Guimarães/Oswaldo; Física/ Oswaldo Guimarães, José Roberto Piqueira, Wilson Carron. 2. Ed. V. 3. São Paulo: Ática 2016

HINRICHS, R.; KLEINBACCH, M. Energia e Meio Ambiente. São Paulo:Pioneira/Thomson Learning, 2003.

Apêndice A – Texto: Geradores e Fontes Alternativas de Energia

TEXTO

Autor: Lenildo Moraes dos Santos

Geradores e Fontes Alternativas de Energia

Pensar em desenvolvimento econômico e em inovações tecnológicas, sem se preocupar com um abastecimento confiável de energia para sua obtenção, representa um pensamento utópico no momento atual. A busca pelo desenvolvimento econômico está intimamente ligada ao processo de obtenção de energia elétrica, conforme a descrição,

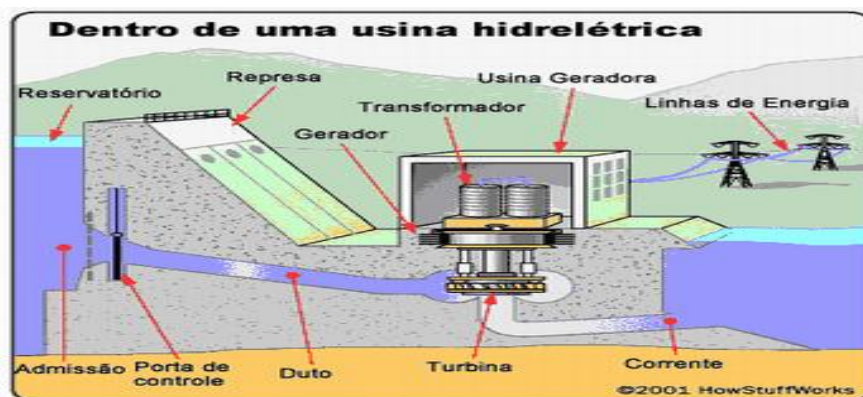
“A energia permeia todos os setores da sociedade – economia, trabalho, ambiente, relações internacionais -, assim como nossas próprias vidas pessoais – moradia, alimentação, transporte, lazer e muito mais. O uso dos recursos energéticos nos libertou de muitos trabalhos penosos e tornou nossos esforços mais produtivos. Os seres humanos já dependeram de suas forças musculares para gerar energia para a realização de seus trabalhos”. (HINRICHS, R.; KLEINBACCH, M. 2003, p.2)

A obtenção de energia elétrica está diretamente associada ao processo de transformação de outras fontes de energia. Dentre as diversas fontes de energia que são utilizadas para produzir energia elétrica poderíamos mencionar a energia mecânica nas usinas hidroelétricas, a energia térmica nas usinas termoelétricas, energia eólica e energia nuclear.

Usinas Hidroelétricas

O princípio de funcionamento das usinas hidroelétricas é basicamente a transformação de energia potencial em energia cinética e em seguida em elétrica, devido a presença de um gerador eletromagnético, conforme ilustrado na Figura 01.

Figura 01 (Ilustração do princípio de funcionamento de uma Hidrelétrica)



Fonte: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=40786>

A imagem representa o esquema de funcionamento de uma usina hidroelétrica, onde um lago é construído em um rio, devido ao represamento da água com uma barreira de contenção. Através de um tubo a água desce até a turbina, que a faz girar e com isso acionando um gerador eletromagnético e transformando em energia elétrica. Dessa forma o

que temos, em termos de transformação de energia, é a energia mecânica presente na água, no formato de potencial gravitacional, sendo convertida em energia cinética durante a descida e em seguida sendo transformada em energia elétrica, devido a presença do gerador eletromagnético.

Para essa modalidade, poderíamos dizer que as grandes vantagens de sua utilização devem-se aos fatos do seu baixo custo, devido a sua matéria prima, que é a água, como também oferecer poucos prejuízos ambientais, pois não queimam nenhum tipo de combustível fóssil e com isso não produzem poluição atmosférica.

Usinas Termoelétricas

A obtenção da energia elétrica, nas chamadas Usinas Termoelétricas, ocorre pela transformação da energia térmica em elétrica, através da queima de um combustível fóssil, a exemplo do carvão, intermediado mais uma vez por um processo mecânico no acionamento do um gerador eletromagnético. Abaixo, representamos um esquema de funcionamento de uma usina termoelétrica.

Figura 02 (Ilustração do funcionamento de uma usina Termoelétrica)

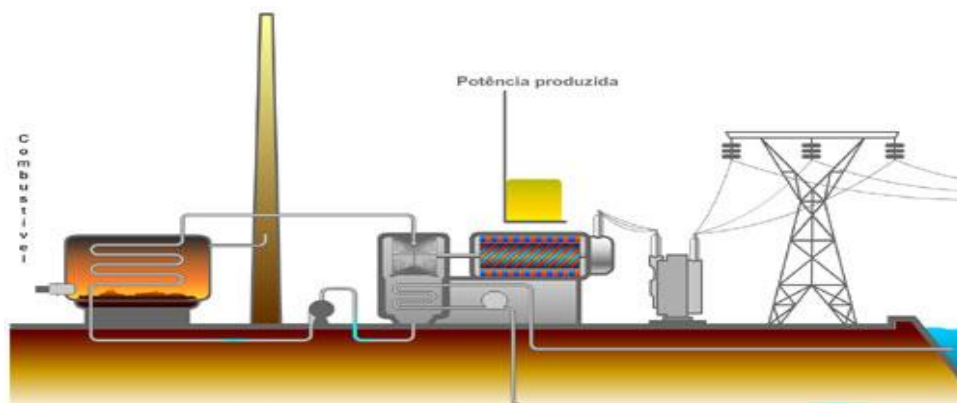


Figura 02 - http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/16042/05_teor%C3%ADa_frame.htm

A figura 02 representa um esquema de funcionamento de uma usina termoelétrica. Nesse processo temos primeiramente a combustão do combustível, onde é obtida a energia térmica. A energia térmica é utilizada para aquecer a água contida dentro dos tubos, que após a troca de calor, essa água transforma-se em vapor com alta pressão. Esse vapor de água segue através de um tubo até atingir a turbina e fazendo-a girar, e o que se observa é a conversão de energia térmica em mecânica. O eixo da turbina girante é interligado a um gerador eletromagnético, onde finalmente teremos a obtenção de energia elétrica.

As usinas termoelétricas possuem alguns aspectos negativos no seu funcionamento, pelo fato de que, durante a combustão do combustível, para haver o aquecimento da água, há uma liberação de grandes quantidades de gases, a respeito do dióxido de carbono (CO₂),

poluindo o meio ambiente. Outro ponto importante a se destacar consiste na utilização de um grande volume de água, principalmente durante a condensação do vapor de água que fora utilizado para girar a turbina.

Usinas Eólicas

As Usinas Eólicas possuem como princípio de funcionamento, em termos de transformação de energia, a conversão da energia mecânica, advinda dos ventos, em energia elétrica, também com o intermédio de um gerador eletromagnético.

Um dos pontos importantes a ser destacado sobre essa fonte de energia alternativa, é o fato dos impactos ambientais ocasionados por essa fonte serem poucos expressivos. Conforme mencionado abaixo:

O impacto ambiental gerado pela energia eólica é praticamente insignificante, sendo seu principal a poluição visual [...], outras características positivas das turbinas de vento são seus curtos períodos de construção, o tamanho reduzido de suas unidades em relação às dos outros tipos de geradores de eletricidade (e desta forma tem maior adaptabilidade em responder às demandas elétricas) e a sua capacidade de serem adaptadas sob medida a usos e localizações específicas. (HINRICHS, R.; KLEINBACCH, M.2003, p.318)

A representação do esquema de funcionamento de um gerador eólico, está na figura abaixo:

Figura 03 (Ilustração do funcionamento de uma usina Eólica)

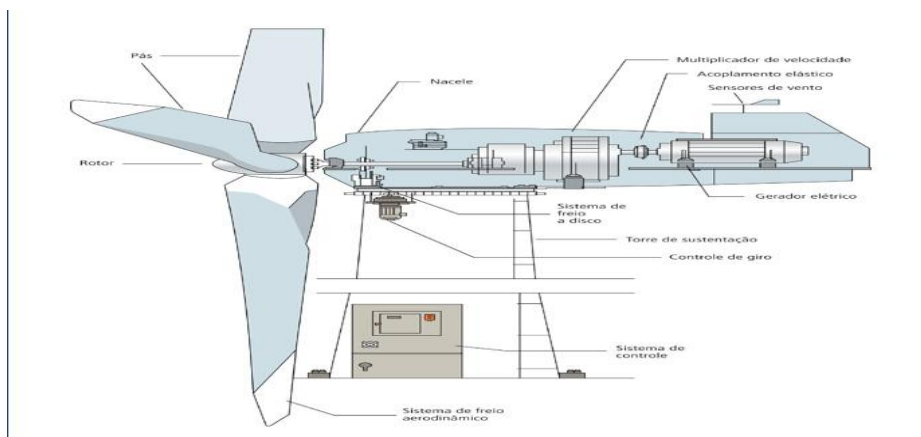


Figura 03 http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/energia_eolica/6_4.htm

De acordo com a representação da figura 03, o vento faz girar o rotor, que é composto por pás e está conectado a uma haste acionando o gerador eletromagnético. Dessa maneira, esse gerador transforma a energia cinética, que estava inicialmente presente no vento, em energia elétrica. Para detalhar a relação entre a energia cinética e a elétrica, temos a seguinte descrição:

“...a energia cinética contida no vento é expressa por $\frac{mv^2}{2}$. A massa m nesta expressão é a massa do ar que atinge as pás do gerador eólico por unidade de tempo e, assim, depende da velocidade v do vento. Quanto maior a velocidade, mais o vento irá impactar as pás do rotor a cada segundo. Desta forma, a energia eólica

transferida em um determinado tempo é proporcional a $v \times v^2 = v^3$.” (HINRICHS, R.; KLEINBACCH, M.2003, p.320).

Dessa descrição podemos observar que o crescimento da produção de energia é proporcional ao cubo da velocidade do vento.

Com relação aos poucos impactos ambientais produzidos pelos geradores eólicos, os que mais se acentuam são os de natureza visual e em alguns casos uma certa interferência com ondas eletromagnéticas.

USINAS NUCLEARES

Nas usinas nucleares, o processo de transformação de energia ocorre utilizando a energia dos núcleos atômicos para transformação em energia elétrica. A representação das usinas nucleares se assemelha com a representação das usinas termoelétricas, a diferença consiste na fonte de que calor que contém a energia térmica responsável pelo aquecimento da água. A figura abaixo representa a situação que ocorre em uma usina nuclear:

Figura 04 (Ilustração do funcionamento de uma usina Nuclear)

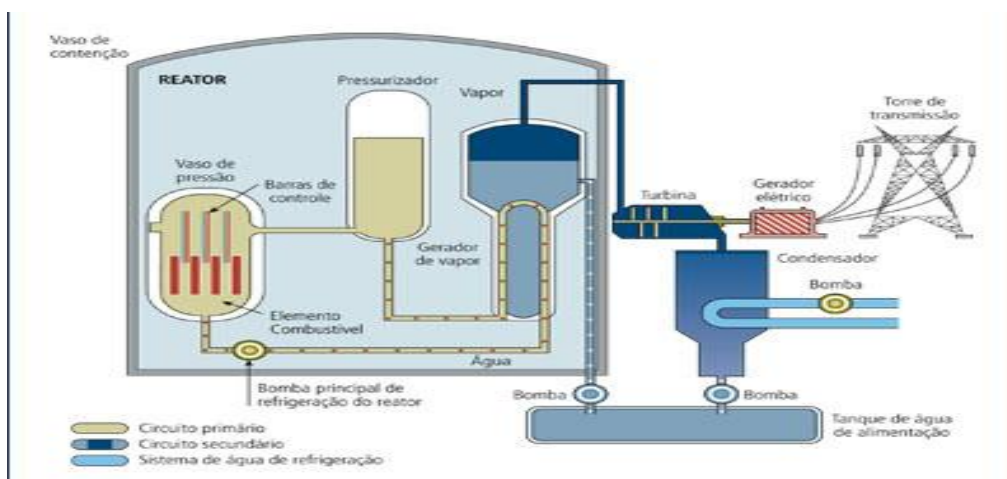


Figura 04 - http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/outras fontes/10_2.htm

De acordo como a figura 04, temos a representação de um reator nuclear, onde se produz a liberação de energia nuclear. Devido a um processo de fissão nuclear, a energia liberada no reator é transferida para a água, que a faz ser aquecida e em seguida começa a circular em um circuito fechado, denominado de circuito primário. Depois que essa água e aquecida no reator e submetida a uma alta pressão, ela se transforma em vapor, o qual faz girar uma turbina, acionando um gerador eletromagnético e, finalmente se gerando a energia elétrica.

A questão a ser mais debatida sobre essa fonte alternativa de energia, é no que diz respeito ao lixo atômico produzidos por ela, conforme define (BENIGNO, XAVIER, v.3, p 292) ...” todos os resíduos provenientes da utilização de elementos ou substâncias radioativas, em particular os átomos, que devido à instabilidade do seu núcleo apresentam radioatividade, podem ser considerados lixo atômico”.

Podemos observar, em cada um dos métodos apresentados, a importância que o gerador eletromagnético desempenha no processo de transformação dessas fontes alternativas de energia em energia elétrica. Isto enfatiza o papel central desse elemento para o entendimento da obtenção de energia elétrica, chamando atenção para outras possibilidades de conversão de energia em energia elétrica.

REFERÊNCIAS

http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/outras_fontes/10_2.htm

<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=40786>

HINRICHS, R.; KLEINBACCH, M. Energia e Meio Ambiente. São Paulo:Pioneira/Thomson Learning, 2003.

Filho, Benigno Barreto – 360° física aula por aula: eletromagnetismo, física moderna, v.3/Benigno Barreto Filho, Cláudio Xavier da Silva, - 1. Ed, - São Paulo: FTD, 2017.

Guimarães/Oswaldo; Física/ Oswaldo Guimarães, José Roberto Piqueira, Wilson Carron. 2. Ed. V. 3. São Paulo: Ática 2016


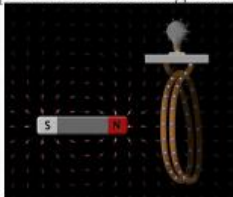
Apêndice B – Geradores Químicos

Slide 1 – Definição

Geradores Elétricos

Geradores elétricos são todos os dispositivos que transformam outro tipo de energia, qualquer, em energia elétrica.

Os geradores são agrupados em duas categorias

<p>Geradores Químicos</p> <p>Ex: As pilhas e as baterias de dispositivos elétricos e eletrônicos.</p>  <p style="font-size: small;">Fonte: https://vestibular.brasilecola.uol.com.br/enem/abordagem-dos-circuitos-eletricos-no-enem.htm</p>	<p>Geradores Mecânicos</p> <p>Ex: Os geradores mecânicos que funcionam devido a um processo eletromagnético.</p>  <p style="font-size: small;">Fonte: http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnica/Aula.html?aula=795</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Slide 2 – Força eletromotriz (definição)

Força Eletromotriz (ε)

“Para cada unidade de carga que atravessa um gerador há, em correspondência uma quantidade de energia de outra modalidade que se transforma em energia elétrica” (Guimarães, Piqueira, Carron 2016).

Matematicamente, temos: $\varepsilon = \frac{\Delta E}{\Delta q}$

- Onde ΔE representa a energia potencial elétrica, dada em Joules (J);
- E Δq representa a quantidade de cargas que atravessa forçadamente o gerador, dada em Coulombs (C).

Slide 3 – Energia do gerador

Energia no Gerador

- “quando os portadores de carga atravessam o gerador, recebem energia proveniente da transformação de energia química em elétrica; parte da energia recebida é dissipada durante seu movimento interno ao gerador; o restante da energia recebida pelos portadores é utilizado para alimentar o circuito externo, acendendo a lâmpada.(Guimarães, Piqueira, Carron 2016).

Slide 4 – Potências do Gerador

Potências

- **Potência Total (P_t)** – A potência total está relacionada com a energia total consumida no processo de transformação no gerador: $P_t = \varepsilon \cdot i$, onde, i , representa a corrente elétrica que atravessa o gerador, expressa em Ampères (A);
- **Potência útil (P_u)** – A potência útil está relacionada com a energia transferida pelo gerador a um determinado circuito. Ela é dada por: $P_u = i \cdot u$, Onde u é a tensão que o circuito será alimentado;
- **Potência Dissipada (P_d)** – A potência dissipada está relacionada com a energia perdida através da resistência interna. $P_d = r i^2$, onde r é a resistência interna, oferecida pelo próprio gerador.

Slide 5 – Equação do Gerador

Equação do Gerador

- Do princípio da conservação da energia, temos que a potência total é igual a soma das potências útil e dissipada. Sendo assim, temos que:

$$P_t = P_u + P_d, \text{ ou}$$

$$\varepsilon \cdot i = i \cdot u + ri^2, \text{ dividindo os dois membros da igualdade por } i, \text{ temos:}$$

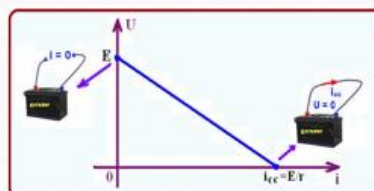
$$U = \varepsilon - ri \text{ (equação do gerador)}$$

Obs: onde ε representa a força eletromotriz e r a resistência interna e ambas são constantes.

Slide 6 – Curva Característica

Curva Característica

- De acordo com a equação: $U = \varepsilon - ri$, temos o gráfico da tensão em função da corrente elétrica.



Fonte: http://fisica.estrabulac.com.br/novo/wp-content/uploads/migracao/eletroidade/geradores/p_02c84bec5ab98b8d.html

De acordo com o gráfico, temos que quando o gerador não está conectado a um circuito, sua força eletromotriz se iguala a tensão nos terminais, uma vez que, não há dissipação de energia através da resistência interna.

Slide 7 – Rendimento do Gerador

Rendimento do Gerador

Fazendo o balanço energético de um gerador, temos que:

Fonte: <http://www.fisicayquimica.com.br/sites/default/files/af/221SF/05-teoria.htm>

Slide 8 – Rendimento do Gerador (continuação)

Rendimento do Gerador

Calcular o rendimento de um gerador, significa entender o percentual de energia que foi fornecido a um circuito, pelo gerador, dado por:

$$R = \frac{P_u}{P_t} \cdot 100\%$$

Onde R , representa o rendimento do gerador, ou seja, o percentual de energia útil oferecida pelo gerador, P_u a potência útil e P_t a potência total.

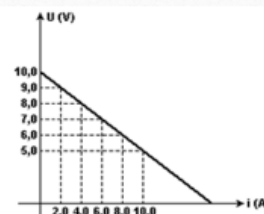
Slide 9 – Exercício

Exercício

Observe o gráfico característico de um gerador.

A partir dos dados, responda:

- Qual sua força eletromotriz e sua resistência interna?
- Escreva sua equação
- Qual a tensão nos seus terminais, quando sua corrente elétrica for de 10 A?
- Determine as potências total, útil e dissipada para uma corrente elétrica de 10A?
- Determine seu rendimento para a corrente elétrica de 10 A.



Slide 10 – Resolução do exercício

Resolução do exercício

a) A força eletromotriz (\mathcal{E}) é igual a tensão (U) quando a corrente elétrica, $i = 0$, logo de acordo com o gráfico, $\mathcal{E} = 10\text{V}$. Da equação (04), $U = \mathcal{E} - ri$, para uma corrente elétrica $i = 10\text{A}$ temos que: $5 = 10 - r10 \rightarrow r10 = 5 \rightarrow r = 0,5\Omega$

b) A equação do gerador é: $U = \mathcal{E} - ri \rightarrow U = 10 - 0,5i$

c) A tensão nos terminais (U), para $i = 10\text{A}$, será $U = 10 - 0,5 \cdot 10 = 5\text{V}$

d) As potências Total, Útil e Dissipada são calculadas, respectivamente, por: $P_t = \mathcal{E} \cdot i$; $P_u = i \cdot u$; $P_d = ri^2$

$$P_t = 10 \cdot 10 = 100\text{ W}; \quad P_u = 5 \cdot 10 = 50\text{ W}; \quad P_d = 0,5(10^2) = 50\text{ W}$$

OBS: Dos resultados, podemos perceber o princípio da conservação de energia, a potência total é a soma das potências útil e dissipada.

e) O rendimento do gerador é dado pela equação:

$$R = \frac{P_u}{P_t} \cdot 100\% \quad , \quad \text{Logo, } R = \frac{50}{100} \cdot 100\% \rightarrow R = 50\%$$

Slide 11 – Referências

Referências

- Guimarães, Osvaldo – Física/Osvaldo Guimarães, José Roberto Piqueira, Wilson Carron. - - 2. ed. - - São Paulo: Ática, 2016.
- Young, Hugh D. Física 111, Sears e Zemansky: eletromagnetismo/ Hugh D. Young, Roger A. Freedman ; colaborador A. Lewis Ford ; tradução Lucas Pilar da Silva e Daniel Vieira; revisão técnica Adir Moisés Luiz. -14. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015.

Apêndice C – Termoeletricidade

Slide 1 – Termoeletricidade

Termoeletricidade

Termoeletricidade se constitui numa área da Física que trata da transformação direta de energia térmica em energia elétrica e da transformação de energia elétrica em energia térmica.

Os dois processos de transformação são:

Efeito Seebeck	Efeito Peltier
<p>O efeito Seebeck recebe esse nome em homenagem à Thomas Johann Seebeck (1770 – 1831) que, em 1821 observou que quando se estabelecia, entre as junções de dois metais diferentes, como por exemplo o bismuto e o cobre, uma diferença de temperatura entre essas junções, surgia uma tensão elétrica nos terminais desses metais.</p>	<p>O efeito Peltier recebe esse nome pelo fato de que em 1834, Jean C. A. Peltier observou que quando se realiza a experiência inversa do efeito Seebeck, ou seja, o estabelecimento de uma corrente elétrica nos terminais de um termopar, ligados por uma junção, o que se observa é o aparecimento de uma diferença de temperatura, onde de um lado da junção observa-se um resfriamento e do outro lado observa-se um aquecimento</p>

Slide 2 – Termoeletricidade (ilustração)

Termoeletricidade

Efeito Seebeck	Efeito Peltier

Slide 3 – Efeitos Seebeck e Peltier

Termoeletricidade

Efeito Seebeck

A tensão surgida nos terminais depende da diferença de temperatura e da natureza dos materiais, A e B, envolvidos, e é chama de tensão Seebeck (Es), dada por:

$$Es = \alpha_{A,B} \cdot \Delta T, \text{ onde:}$$

- $\alpha_{A,B}$ representa o coeficiente Seebeck;
- ΔT representa a variação de temperatura.
- Assim: $\alpha_{A,B} = \frac{Es}{\Delta T}$

Efeito Peltier

“A taxa, no qual o calor Peltier é absorvido (ou rejeitado), é proporcional a corrente e depende da natureza dos dois materiais que compõem a junção (Mará,Apud;Cadoff, 1960; Egli, 1960). Desta forma, a taxa de troca de calor Peltier nas junções é:

$$Q_{A,B} = \pi_{A,B} I, \text{ onde:}$$

$\pi_{A,B}$ Coeficiente relativo peltier;
 I é a corrente elétrica.
 $Q_{A,B}$ Calor absorvido ou rejeitado

Slide 4 – Referências

Referências

- Monteiro, Marcelo dos Santos Avaliação metroológica da estabilidade termoeétrica de termopar AuPt / Marcelo dos Santos Monteiro; orientador: Alcir de Faro Orlando. – Rio de Janeiro: PUC, Centro Técnico Científico da PUC, 2002;
- Caderno Brasileiro de Ensino de física, V.33, n.3, p.861-878, dez. 2016.

Apêndice D – Questionário de avaliação

De acordo com o desenvolvimento das aulas ministradas, as quais representavam etapas de uma sequência didática, onde o conteúdo de geradores elétricos foi exposto de modo que fosse relacionado diretamente com a obtenção da energia elétrica a partir das fontes alternativas de energia, como também a Inserção da Termoeletricidade em uma Transposição Didática, de modo que facilitasse o entendimento do tema geradores elétricos, solicito aos discentes que respondam as questões abaixo, marcando apenas uma alternativa que melhor satisfaça a sua opinião.

1 – Você achou que a aula inicial, onde foi lançado um questionário sobre geradores elétricos, no qual buscava algum conhecimento sobre o tema no seu cotidiano, levou você a procurar ter um entendimento melhor sobre o assunto?

Discordo totalmente

Discordo

Diferente

Acordo

Acordo totalmente

2 – Com relação ao texto, “**Geradores e Fontes Alternativas de Energia**”, que foi lido e debatido no primeiro encontro, você acha que ele foi útil para mostrar a importância do gerador para a obtenção da energia elétrica?

Discordo totalmente

Discordo

Diferente

Acordo

Acordo totalmente

3 – De acordo com a exposição do conteúdo de geradores elétricos que aconteceu no segundo encontro da sequência didática, você entendeu a diferença que existe entre um gerador químico (pilhas) e um gerador mecânico (Ex. Hidroelétricas), quanto ao estabelecimento de sua fem?

Discordo totalmente

Discordo

Diferente

Acordo

Acordo totalmente

4 – A partir da aula expositiva sobre geradores elétricos, foi apresentado o aspecto formal sobre o assunto, como as principais definições e equações que representa os geradores. Você entendeu o processo de transformação de energia que ocorre no interior de um gerador, assim como sua conservação?

Discordo totalmente

Acordo

Diferente

Acordo

Acordo totalmente

5 – A partir da aula expositiva sobre geradores elétricos, foi apresentado o aspecto formal sobre o assunto, como as principais definições e equações que representa os geradores. Você compreendeu que no cálculo do rendimento de um gerador há uma comprovação da conservação da energia?

Discordo totalmente

Acordo

Diferente

Acordo

Acordo totalmente

6 – Durante o terceiro momento da sequência didática houve a inserção da Termoeletricidade bem como a apresentação de um experimento sobre esse fenômeno. Você entendeu o fenômeno da transformação da energia térmica em elétrica, sem a presença de um gerador convencional?

Discordo totalmente

Acordo

Diferente

Acordo

Acordo totalmente

7 – Quanto ao aparato experimental, você acha que os geradores Termoelétricos poderiam ser usados em uma escala maior, para a produção de eletricidade?

● Discordo totalmente

● cordo

● ferente

● cordo

● cordo totalmente