



APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS E O ENSINO DO CONCEITO DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Rodrigo Afonso La Casa de Oliveira

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

Orientadora: Ana Maria Osório Araya

Presidente Prudente – SP

Setembro de 2019

FICHA CATALOGRÁFICA

O48a

Oliveira, Rodrigo Afonso La Casa de
APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS E
O ENSINO DO CONCEITO DE GERAÇÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA/ Rodrigo Afonso La Casa de
Oliveira. – Presidente Prudente, 2019
115 p.: tabs., fotos

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual
Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e
Tecnologia, Presidente Prudente
Orientadora: Ana Maria Osorio Araya

1. Metodologias Ativas. 2. Ensino de Física. 3.
Aprendizagem baseado em Problemas. I. Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE RODRIGO AFONSO LA CASA DE OLIVEIRA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - CÂMPUS DE PRESIDENTE PRUDENTE.

Aos 27 dias do mês de setembro do ano de 2019, às 16:00 horas, no(a) Sala 6 - Bloco de Aulas IV, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Profa. Dra. ANA MARIA OSORIO ARAYA - Orientador(a) do(a) Departamento de Física / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente, Prof. Dr. GUSTAVO BIZARRIA GIBIN do(a) Departamento de Química e Bioquímica / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente, Prof. Dr. ALEX LINO do(a) Campus de Caraguatatuba / Instituto Federal de São Paulo, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de RODRIGO AFONSO LA CASA DE OLIVEIRA, intitulada **APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS E O ENSINO DO CONCEITO DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**. Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: Oprovado. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Profa. Dra. ANA MARIA OSORIO ARAYA

Prof. Dr. GUSTAVO BIZARRIA GIBIN

Prof. Dr. ALEX LINO

Dedico esta dissertação a toda minha família e amigos, à minha orientadora, pelo apoio desde o início da graduação até o presente momento neste mestrado, e aos meus queridos professores da FCT UNESP.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

“A gravidade explica o movimento dos planetas, mas não pode explicar quem colocou os planetas em movimento. Deus governa todas as coisas e sabe tudo que é ou que pode ser feito. ”

Sir Isaac Newton

APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS E O ENSINO DO CONCEITO DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Rodrigo Afonso La Casa de Oliveira

Orientadora

Ana Maria Osório Araya

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

Por muitas vezes o processo de ensino aprendizagem é ineficiente quando a metodologia empregada pelo professor é pouco estimulante. Em geral esta é uma das razões pela qual o aluno de ensino médio é pouco motivado a estudar Física e sempre a considera como uma disciplina difícil e desinteressante. Para mudar este panorama existem atualmente propostas metodológicas que colocam o aluno no centro do processo de ensino como agente ativo, sendo ele o protagonista de sua própria aprendizagem. Uma das metodologias que já foram testadas com resultados positivos e foi abordada nesta pesquisa é chamada Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), caracterizada por uma situação problema, que leva os alunos a uma análise, reflexão a apontamento de soluções para resolvê-la em todos seus aspectos. Nesta metodologia o professor atuará como um orientador do processo, sendo necessário a organização do conteúdo e atividades em uma Sequência Didática (SD). Apresenta-se como produto da dissertação a SD contendo todas as atividades que compõem a ABP e os resultados obtidos em aulas sobre o conteúdo "Geração de Energia".

Palavras-chave: Ensino de Física, Aprendizagem Baseada em Problemas, Geração de Energia Elétrica, Metodologias Ativas.

PROBLEM-BASED LEARNING AND THE TEACHING THE CONCEPT OF GENERATION OF ELECTRICITY

Rodrigo Afonso La Casa de Oliveira

Advisor

Ana Maria Osorio Araya

Abstract of master's thesis submitted to master's Program from FCT-UNESP in the course Professional Master's in Physics Teaching (MNPEF), in partial fulfillment of the requirements for the degree Physics Teaching Master.

For many times the process of teaching learning is inefficient when the methodology employed by the teacher is not very stimulating. This is usually one of the reasons why the high school student is poorly motivated to study physics and always considers it as a difficult and uninteresting discipline. To change this panorama there are currently methodological proposals that put the student at the center of the teaching process as an active agent, being the protagonist of his own learning. One of the methodologies that have already been tested with positive results and was addressed in this research is called Problem-Based Learning, characterized by a problem situation, which leads the students to an analysis, reflection and pointing solutions to solve it in all its aspects. In this methodology the teacher will act as a process supervisor, and it is necessary to organize the content and activities in a Didactic Sequence. It is presented as a product of the SD dissertation containing all the activities that make up the PBL and the results obtained in classes on the content "Energy Generation".

Keywords: Physics teaching, energy generation, high school physics, problem-based learning.

Sumário

| | |
|--|----|
| Introdução..... | 1 |
| Objetivos..... | 2 |
| Capítulo 1 - Justificativa e Referenciais..... | 3 |
| Sobre as metodologias ativas..... | 3 |
| Sala de aula invertida..... | 5 |
| Aprendizagem por projetos..... | 6 |
| Instrução entre pares..... | 7 |
| Aprendizagem baseada em problemas..... | 8 |
| Sequência didática..... | 9 |
| Capítulo 2 - Conteúdo sobre geração de energia elétrica..... | 13 |
| Conceitos iniciais sobre Eletricidade..... | 13 |
| Campo elétrico..... | 14 |
| Potencial elétrico..... | 15 |
| Diferença de potencial..... | 16 |
| Intensidade de corrente elétrica..... | 16 |
| Circuito elétrico..... | 17 |
| Resistores e resistência elétrica..... | 18 |
| Potência elétrica..... | 19 |
| Campo magnético..... | 20 |
| Lei da indução magnética..... | 21 |
| Vantagens da utilização de um transformador..... | 22 |
| Motores e geradores..... | 23 |
| Formas de produção de energia elétrica..... | 25 |
| Hidráulica..... | 25 |
| Gás natural..... | 27 |
| Petróleo..... | 27 |
| Carvão..... | 28 |
| Nuclear..... | 29 |

| | |
|--|----|
| Biomassa | 30 |
| Eólica | 31 |
| Solar | 32 |
| Princípio por trás da geração de energia solar: Efeito Fotovoltaico..... | 33 |
| Geotérmica | 34 |
| Marítima..... | 35 |
| Biogás..... | 36 |
| Capítulo 3 - Procedimento metodológico | 38 |
| Locais e sujeitos da pesquisa | 38 |
| Etapas da pesquisa | 40 |
| Delineamento da sequência didática | 41 |
| Implementação da aula e desenvolvimento das atividades..... | 41 |
| Capítulo 4 - Resultados | 53 |
| Análise da execução dos momentos da sequência didática..... | 56 |
| Produções dos alunos | 62 |
| Capítulo 5 - Considerações finais | 69 |
| Referências..... | 71 |
| Anexo - Produto gerado nesta dissertação..... | 75 |

INTRODUÇÃO

Frente aos novos paradigmas deve-se considerar que nos últimos anos tem se desenvolvido metodologias específicas para promover a aprendizagem ativa e que tem se logrado resultados positivos e significativos na aprendizagem dos estudantes, quando comparados com os alcançados por meio de métodos tradicionais centrados no professor e nos conteúdos (REDISH, 2003).

Neste cenário, as pesquisas atuais na área de didática analisam e desenvolvem metodologias de aprendizagem nas quais os alunos participam efetivamente das atividades em classe e fora dela, levando-os a refletir sobre os conteúdos e sua significância, com orientação do professor.

No Ensino Médio - especificamente no ensino de Física - a situação não é diferente. Temos o agravante de que a “propaganda” que circula entre os alunos sobre as aulas de Física é desalentadora, então as propostas de metodologias que “invertam esta situação” são bem-vindas.

Nos últimos 20 anos, principalmente, tem se desenvolvido metodologias que promovem a aprendizagem significativa, chamadas “metodologias ativas”, que têm tido sucesso quando comparadas com os métodos convencionais centrados no professor e no conteúdo (DENZIN, 1989).

Segundo colocado por Mitre (2008), além da sala de aula, como concebida atualmente, existe uma sociedade em mudança contínua onde os conceitos de espaço-tempo e sociedade mudaram radicalmente. Isto implica em mudanças para um novo ensino que prepare sujeitos que desenvolvam a autonomia individual em íntima relação com o conceito de coletivo. Como indicado por Mitre (p. 2134, 2008),

A educação deve ser capaz de desencadear uma visão do todo — de interdependência e de transdisciplinaridade — além de possibilitar a construção de redes de mudanças sociais, com a consequente expansão da consciência individual e coletiva.

Quando se faz uma leitura das pesquisas sobre o atual estado do ensino de Física e das perspectivas que as “Metodologias Ativas” nos trazem, parece fácil de implementar, até que tentamos colocar no papel todas as mudanças na postura

do professor, do aluno e na sala de aula. É um grande desafio para professores em exercício e futuros professores, mas a educação em si é um desafio e é necessário entender que como a sociedade muda, o ensino – especificamente o ensino de física – tem que acompanhar estas mudanças.

Uma metodologia com foco na aprendizagem, pesquisa e reflexão, onde o professor propõe um problema para os alunos chegar a uma possível solução, é a chamada Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). Barrows (p. 481, 1986) define a ABP como,

“un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos”. En esta metodología los **protagonistas del aprendizaje** son los propios alumnos, que asumen la responsabilidad de ser parte activa en el proceso (BARROWS, 1986 p. 481)”

Pensando em contribuir com o ensino de física fica a pergunta: “*Como utilizar a ABP no ensino da física para desenvolver a aprendizagem de um conteúdo significativo para os alunos*”. Em resposta a esta pergunta escolhemos o tema “Geração de Energia Elétrica”, devido à grande possibilidade de exploração de aspectos sociais e ambientais que este tópico pode propiciar. O tema faz parte do currículo do estado de São Paulo de Física para o terceiro ano do Ensino Médio.

Com base nesta pergunta foram formulados os objetivos da pesquisa.

Objetivos

Validar a utilização de uma metodologia ABP no ensino de Física, por meio das atividades elencadas na SD;

Desenvolver uma sequência didática sobre o ensino-aprendizagem do conteúdo geração de energia elétrica utilizando a metodologia ABP;

Otimizar a utilização do tempo nas aulas de Física;

Desenvolver o tema “Geração de Energia Elétrica” nas aulas de Física e promover o desenvolvimento de habilidades colaborativas nos alunos na realização de atividades intra e extraclasse.

JUSTIFICATIVA E REFERENCIAIS

Sobre metodologias ativas, ou aulas invertidas, existe uma intensa literatura, principalmente nas áreas de agronomia e saúde devido às características das disciplinas destas áreas.

Como em toda pesquisa deve se ter como base aquilo que já foi realizado por pesquisadores reconhecidos e que valida o que queremos realizar, seja do ponto de vista teórico, como do ponto de vista da prática, para avançar e contribuir naquilo que pesquisamos. Por esta razão, neste capítulo apresentamos os referenciais que embasam nossa pesquisa e que nos indicam as possibilidades metodológicas para a pesquisa.

Sobre as Metodologias Ativas

Uma solução que se apresenta para promover uma aprendizagem significativa é utilizar metodologias que envolvam os alunos na aquisição do conhecimento; as metodologias ativas. Trata-se de um processo em que os estudantes realizam atividades (resolução de problemas, análise de textos, atividades práticas etc.) que promovem a análise, síntese e avaliação.

As metodologias ativas mais conhecidas para uma aprendizagem significativa, centradas nos estudantes, são: Aprendizagem Baseada em Problemas, Aprendizagem Colaborativa e Cooperativa, Instrução por pares e Aprendizagem por Projetos.

No trabalho de Souza e Dourado (2015) é apresentado um breve levantamento bibliográfico destas metodologias inovadoras. Para promover estratégias ativas de aprendizagem, é necessário propor atividades que otimizem o tempo em sala de aula e que, para isso, utilizem o tempo fora dela.

De acordo com Leite e Afonso (2001) e Leite e Esteves (2005), a estrutura básica da ABP ocorre em quatro etapas: a primeira inicia com a escolha do contexto real da vida dos alunos para a identificação do problema e a preparação

e sistematização, pelo professor, dos materiais necessários à investigação. A segunda etapa segue com os alunos recebendo do professor o contexto problemático. Eles iniciam o processo de elaboração das questões-problema acerca do contexto de que eles têm conhecimento prévio e que aprofundarão. Em seguida, passa-se à discussão dessas questões em grupo (acompanhados pelo professor tutor) para, a partir de aí iniciar o planejamento da investigação para a resolução dos problemas. A terceira etapa é o processo de desenvolvimento da investigação por meio dos diversos recursos disponibilizados pelo professor tutor. Os alunos, nesta fase, apropriam-se das informações por meio de leitura e análise crítica, pesquisam na internet, discutem em grupo o material coletado e levantam as hipóteses de solução. Na última etapa, elaboram a síntese das discussões e reflexões, sistematizam as soluções encontradas para os problemas, preparam a apresentação para a turma e para o tutor e promovem a auto avaliação do processo de aprendizagem que realizaram.

Alguns passos da metodologia apresentada no artigo de Souza e Dourado (2015) são:

- Atrair o interesse dos alunos: um bom cenário deve ser capaz de atrair e de mobilizar o interesse do aluno para o tema a ser estudado; estimular a pesquisa para aprofundar os conceitos; ser autêntico, proporcionar a ligação do conteúdo programático da disciplina com situações do cotidiano dos alunos (BARELL, 2007; CARVALHO, 2009).
- Haver correspondência entre conteúdos curriculares e aprendizagem: a correspondência entre o cenário e os objetivos da aprendizagem é fundamental para que os alunos identifiquem que há consistência entre os objetivos definidos no programa da disciplina para a aprendizagem e a aprendizagem de fato (BARELL, 2007; CARVALHO, 2009).
- Possuir funcionalidade: o cenário é funcional quando pode ser facilmente aprendido por meio de leitura escrita (com um vocabulário acessível e bem construído); visual (com imagens de boa qualidade e tamanho); auditiva (o som deve ser limpo, sem ruídos permitindo uma boa audição para a compreensão dos alunos). Além disso, deve conter as informações necessárias e relevantes para despertar a curiosidade do aluno e ativar seu conhecimento prévio; não deve

conter elementos que distraiam a atenção do tema principal da investigação; deve ser desafiante e trazer os conhecimentos necessários à formulação dos argumentos conceituais que levarão à resolução dos problemas (BARELL, 2007; BARRETT & MOORE, 2011; CARVALHO, 2009).

- Ter o tamanho ideal: O cenário não deve ser nem muito extenso nem curto demais, a ponto de impossibilitar os alunos de identificarem o contexto problemático; e nem ser complexo demais, que impeça a compreensão dos conceitos, ou simples demais que impossibilite a reflexão e a discussão acerca do que deve ser aprendido. Assim, o cenário deve ter o tamanho e a clareza necessários para apresentar a ideia e estimular os alunos a contextualizar e desenvolver a investigação para a resolução dos problemas (CARVALHO, 2009).

Vale observar que o professor pode, ao organizar a aula, fazer uma avaliação prévia, levando em conta o conhecimento prévio dos alunos. Entretanto haverá o nivelamento do conhecimento dos alunos e estes poderão utilizar seus conhecimentos prévios no desenvolvimento das atividades conforme ficará explicitado mais adiante.

As metodologias apresentadas no artigo de Souza e Dourado (2015) – artigo que serviu de base para a criação deste trabalho – apresentadas a seguir:

Sala de aula invertida

Na sala de aula invertida os alunos estudam (o conteúdo, as instruções e o material de apoio) antes da aula, usando as Tecnologias de Informação e Comunicação (TDIC). Em seguida, na sala de aula o professor trabalha as dúvidas (de maneira interativa), ao invés de expor o conteúdo da disciplina. Portanto, uma das características da sala de aula invertida, segundo Carvalho e Mc Candless (2014), é que, o que era tradicionalmente feito “em sala” (exposição do conteúdo) é levado para “fora” dela, como atividade pré-aula; e, o que antes era feito “em casa” (tarefa) é movido para “dentro da sala de aula” (como participação ativa do estudante).

Segundo Carvalho e Mc Candless (2014), para que o método seja implantado com sucesso é necessário que professores e alunos aceitem a proposta (*Buy-in*). De acordo com essas autoras, este método também requer um

planejamento cuidadoso e o professor tem que “investir” um tempo na preparação das atividades.

Uma das vantagens apontadas pelas pesquisas, é que os estudantes acabam retendo e compreendendo melhor o conteúdo e conceitos (para isto, deve ser destinado e previsto tempo de estudo extraclasse). Neste sentido, trata-se de uma estratégia eficiente para engajar os estudantes em atividades coletivas, ou seja, discussão em pequenos grupos (CARVALHO; Mc CANDLESS, 2014).

Aprendizagem por Projetos

A opção por um ensino baseado em projetos proporciona a possibilidade de uma aprendizagem pluralista e permite articulações diferenciadas de cada aluno envolvido no processo (BEHRENS, JOSÉ, 2001 pp. 3). Ao alicerçar projetos, o professor pode optar por um ensino com pesquisa ou com uma abordagem de discussão coletiva crítica e reflexiva que oportunize aos alunos a convivência com a diversidade de opiniões. Isto permite converter as atividades metodológicas em situações de aprendizagem ricas e significativas. Esse procedimento metodológico propicia o acesso a maneiras diferenciadas de aprender, e, especialmente, de aprender a aprender.

A metodologia de ensino por projetos foi proposta inicialmente por Dewey (1968), por volta dos anos trinta, na abordagem da Escola Nova. Segundo Leite; Malpique; Santos (apud BEHRENS e JOSÉ, 2001, p. 04), para Dewey:

O projeto supõe a visão de um fim. Implica uma previsão de conseqüências que resultariam da ação que se introduz no impulso inicial. A previsão da conseqüência implica, ela mesma, o jogo da inteligência. Esta exige, em primeiro lugar, a observação objetiva das condições e das circunstâncias. Porque o impulso e desejo produzem conseqüências, não por elas, mas pela sua interação e cooperação com as condições envolventes.

Dewey se posicionou a favor do conceito de escola ativa, na qual o aluno tinha que ter iniciativa, originalidade e agir de forma cooperativa. Acreditava que escolas que atuavam dentro de uma linha de obediência e submissão não eram efetivas quanto ao processo de ensino-aprendizagem. Seus trabalhos alinhavam-se com o pensamento liberal norte-americano e influenciaram vários países,

inclusive o movimento da Escola Nova no Brasil. Entre seus conceitos destacam-se ideias como a defesa da escola pública, a legitimidade do poder político e a necessidade de autogoverno dos estudantes.

Instrução entre Pares

A metodologia “Instrução entre pares” foi proposta pelo Prof. Eric Mazur professor da Universidade de Harvard, no ano de 1990. Neste método o objetivo tem sido transformar o ambiente da sala de aula envolvendo ativamente os estudantes, ou seja, envolve participação, em tempo real, dos estudantes (que pode ser por sistema de votação) utilizando as TDIC. Portanto, o professor terá uma visão global e pode dar um *feedback* instantâneo ao aluno.

Os autores Turpen e Finkelstein (2009) enfatizam que existem três dimensões que são integrantes do método Instrução entre pares:

- Colaboração corpo-docente e aluno;
- Colaboração aluno-aluno;
- Sentimento e resposta.

Mazur (2002) descreve o processo de “Instrução entre Pares” nas seguintes etapas:

- i) Pergunta do aluno;
- ii) Tempo para o aluno pensar;
- iii) Gravar ou relatar respostas individuais;
- iv) Discussão das respostas com os colegas;
- v) Registro das conclusões;
- vi) *Feedback* do professor e,
- vii) Explanação da resposta correta.

Esta metodologia é amplamente utilizada em aulas com questões conceituais curtas. Não há estudos sistemáticos sobre o método, mas a pesquisa feita pelos autores Fagen, Crouch e Mazur (2002), revelou que os ganhos com a aprendizagem são compatíveis com a interação que o método proporciona aos

alunos. Sendo assim, dos 384 participantes da pesquisa realizada pelos autores, 80% consideraram que a implantação do método foi bem-sucedida e, 90% destes, pretendem ampliar sua utilização da interação entre os pares.

Aprendizagem Baseada em Problemas

Barak e Dori (2005) utilizaram o conceito da ABP em três turmas do curso de graduação em Química, utilizando as TDIC para construção de modelos moleculares informatizados, nas quais foi aplicado um pré-teste e pós-teste. Foram promovidas investigações construtivas a fim de envolver os alunos na construção de conhecimentos. Segundo os autores, esta metodologia deve conduzir os estudantes a identificar o problema colocar as hipóteses e procurar respostas, envolvendo conceitos e princípios.

Para Cindy Hmelo-Silver (2004), na ABP o aluno aprende por meio da experiência de resolver problemas que não tem uma única resposta correta. Os alunos trabalham em grupos colaborativos para identificarem o que eles precisam saber para resolver um determinado problema. As evidências sugerem que a ABP é uma abordagem de ensino que dispõe de um grande potencial para ajudar os alunos a desenvolverem uma compreensão flexível e algumas habilidades de aprendizagem que estarão presentes ao longo da vida.

Na pesquisa desenvolvida por McDermott, Shaffer e Constantinou (2000), um grupo de professores da *Universidade de Washington* esteve envolvido em ensinar as ciências físicas a alunos do Ensino Fundamental através do método investigativo e por meio de materiais instrucionais. Segundo os pesquisadores, se os métodos de ensino não forem analisados no contexto em que estão sendo implementados, os professores tornam-se incapazes de identificar as críticas a eles dirigidas e, adaptar as estratégias instrucionais. Eles também ressaltam que, os professores devem adaptar seus métodos às exigências intelectuais da investigação e ao nível do desenvolvimento dos alunos.

O uso da metodologia foi escolhido porque é uma forma eficaz de aproveitar quase ao máximo todo o potencial de conhecimento que o tipo de conteúdo escolhido possui. É possível que este tema, assim como muitos outros da Física e Ciências em geral, seja explorado em vários âmbitos (que não seja só no

científico), seja social, econômico, geográfico, ambiental, político, entre outras ópticas sobre o mesmo tema.

A riqueza que um debate acerca das ópticas de diferentes áreas do conhecimento poderia proporcionar a um ambiente de sala de aula, é alcançada com a ABP, por permitir toda essa transdisciplinaridade sem a necessidade da identificação de momentos onde uma área atua mais que a outra, fazendo com que o tópico seja realmente trabalhado de forma universal. Em outras palavras a aula deixa de ser de Física e se torna algo global, que envolve todas as outras áreas sem a necessidade de ser chamada de “aula de matemática”, ou “aula de Geografia”, o que acaba com a individualidade ou divisibilidade do conhecimento.

Sequência didática

Uma Sequência Didática (SD) é composta por várias atividades encadeadas de questionamentos, atitudes, procedimentos e ações que os alunos executam com a mediação do professor. As atividades que fazem parte da SD são ordenadas de maneira a aprofundar o tema que está sendo estudado e são variadas em termos de estratégia: leituras, aula dialogada, simulações computacionais, experimentos, etc. (MANTOVANI e ARAYA, 2015).

De acordo com os estudos de ZABALA (1998), as SD do modelo tradicional constam as seguintes fases:

- a) Atividade motivadora relacionada com uma situação conflitante da realidade experimental dos alunos;
- b) Explicação das perguntas ou problemas que esta situação coloca;
- c) Respostas intuitivas ou “hipóteses”;
- d) Seleção e esboço das fontes de informação e planejamento da investigação;
- e) Coleta, seleção e classificação dos dados;
- f) Generalização das conclusões tiradas;
- g) Expressão e comunicação.

Também há indicativos da estrutura bem definida da SD de acordo com (DELIZOICOV & ANGOTTI, 1990), onde a SD apresenta três momentos

pedagógicos e são eles: Problematização do tema, Organização do conhecimento e Aplicação do conhecimento. Os autores também, lembram que a avaliação é realizada processualmente, tendo um momento ao final para reflexões e reavaliação da metodologia.

Um forte indicativo para os professores utilizarem SD na organização de atividades e conteúdos que permitam o desenvolvimento de diferentes habilidades, se encontra nas diretrizes curriculares do Ministério de Educação (BRASIL 2012). As sequências didáticas (SD) contribuem com a consolidação de conhecimentos que estão em fase de construção e permitem que, progressivamente, novas aquisições sejam possíveis, pois a organização dessas atividades prevê uma progressão modular, a partir do levantamento dos conhecimentos que os alunos já possuem sobre um determinado assunto, conforme Brasil (2012).

Conforme preceitua Brasil (2012, p. 20) as sequências são uma ferramenta muito importante para a construção do conhecimento:

Ao organizar a sequência didática, o professor poderá incluir atividades diversas como leitura, pesquisa individual ou coletiva, aula dialogada, produções textuais, aulas práticas, etc., pois a sequência de atividades visa trabalhar um conteúdo específico, um tema ou um gênero textual da exploração inicial até a formação de um conceito, uma ideia, uma elaboração prática, uma produção escrita (BRASIL,2012, p. 20)

Lendo a bibliografia sobre (SD), muitos trabalhos apresentam, de alguma forma, estes itens e se apresentam na forma de quadros como visto no quadro 1.

Quadro 1 – Exemplo de quadro de uma SD

| Momento 1 – Pré-Sequência Didática | | |
|---|---|---|
| Aulas | Conteúdos | Metodologia e ferramentas |
| Aula 1 | Conhecendo o conhecimento sobre a energia e o efeito fotoelétrico | Diálogo, levantamento do conhecimento prévio. |

| | | |
|------------|---|---|
| Aula 2 e 3 | O que é “Quantização” e a equação de Planck | Aula dialogada questionando e explicando a quantização. Aula expositiva com uso de multimídia |
|------------|---|---|

| Momento 2 – Sequência Didática | | |
|---------------------------------------|--|--|
| Aula 1 | Conhecendo o problema e trabalhando o conhecimento prévio sobre usinas fotovoltaicas de forma contextualizada e significativa. | Trabalho com texto jornalístico “Fórum Fotovoltaico” do Jornal Regional de Dracena com uso de dicionários. |
| Aula 2 | Consolidando o conhecimento sobre como funciona uma Usina Fotovoltaica, a quantização e o Efeito Fotoelétrico | Utilização de vídeos de curta duração e aula expositiva com uso de multimídia (data-show) |
| Aula 3 | Efeito Fotoelétrico e uso das TDIC para consolidação dos conhecimentos | Uso de simulação computacional |
| Aula 4 | Aplicações do efeito fotoelétrico: Dispositivos com fotocélulas | Manuseio de calculadora solar, carrinhos movidos à energia solar e luminárias solares. |
| Aula 5 | Avaliação | Questões dissertativas sobre usinas fotovoltaicas e sobre as ferramentas utilizadas na sequência didática |

Fonte: Mantovani e Araya (2015)

A SD que é trabalhada nesta pesquisa apresenta os requisitos mencionados e acreditamos que é completa pois, além do itens apresentados no quadro 1 (MANTOVANI e ARAYA, 2015), contém três momentos: um momento prévio que se caracteriza por reconhecer os conhecimentos prévios dos alunos e o diálogo para estabelecer a importância do problema a ser estudado; um momento de se

apoderar dos conhecimentos por meio de diferentes atividades reflexão e análise individual e em grupo visto o caráter colaborativo do trabalho e o momento três que corresponde à análise dos resultados pelo grupo e confecção dos relatórios. É importante mencionar que um tema transversal que percorre todas as atividades é a avaliação formativa que será descrita na metodologia.

No texto de Admiral e Leite (2012), os autores colocam a importância da avaliação no decorrer da SD, ao colocar nas considerações finais:

Durante toda a aplicação da sequência didática é imprescindível que haja uma avaliação, tanto do procedimento metodológico, quanto da participação do aluno. Entretanto uma avaliação sistêmica se torna necessária para refletir quantitativamente sobre o impacto da sequência didática. Dessa forma uma avaliação individual deve ser aplicada para contemplar a individualidade do aprendiz. Outra forma de avaliação consistirá em produção de um material, pelos alunos, em que serão expostas soluções desenvolvidas por eles para os problemas apresentados durante a primeira fase do trabalho. (ADMIRAL E LEITE, 2012, p. 6),

É objetivo deste trabalho, como produto, deixar ao professor uma SD completa que possa ser utilizada em outras situações de aprendizagem (apêndice 1), além de apresentar os relatórios dos alunos (apêndice 2), e as ferramentas utilizadas em cada parte da SD.

CONTEÚDO SOBRE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

O QUE É, COMO PRODUZIMOS E COMO UTILIZAMOS A ENERGIA ELÉTRICA

O objetivo deste capítulo é apresentar conceitos de energia elétrica necessários para que o professor de Ensino Médio, possa mediar a aprendizagem utilizando a metodologia de “*Aprendizagem baseada em problemas*”, em uma sequência didática que aborda desde o termo energia elétrica, sua utilização e as diferentes fontes de energia.

Vale ressaltar que o que se pretende com a aplicação deste trabalho em sala de aula é levar o aluno a refletir sobre as formas de gerar energia e o impacto que cada uma delas provoca, mas é necessária uma introdução sobre conceitos de Eletricidade. O professor é o agente indispensável neste processo e deve fazer com que esta proposta de sequência didática seja incorporada nas aulas sobre o conteúdo, alinhado aos outros conteúdos presentes na(s) unidade(s) do tema “Eletricidade e Magnetismo”.

Antes de entrar no tema origem da energia elétrica, apresentaremos conceitos relacionados ao deslocamento das cargas.

Conceitos iniciais sobre Eletricidade

Eletricidade é um termo utilizado para se referir às cargas elétricas e a interação entre elas, tanto na perspectiva atômica quanto na macroscópica. A matéria que compõe nosso universo é formada, com base nos modelos atômicos de Rutherford e Bohr, de Elétrons (cargas negativas), de Prótons (cargas positivas e opostas às dos elétrons) e – na maioria dos átomos – de Nêutrons (não possuem cargas).

A **carga elétrica** é uma propriedade da força Eletromagnética (uma das forças fundamentais da natureza). Este termo existe para “quantificar a eletricidade” presente em um átomo ou molécula. Pode ser pensado em nível atômico molecular ou em nível macroscópico (corpos metálicos condutores de eletricidade). Quanto

mais carga elétrica um corpo possuir mais eletricidade existe nele, de forma simples.

Deve-se sempre considerar o valor resultante de carga elétrica em um corpo, tendo em vista que há dois sinais possíveis para dar sentido a uma carga elétrica – positivo e negativo, respectivamente prótons e elétrons). A quantidade positiva de carga elétrica em um corpo se anula com a quantidade negativa. Na maioria dos elementos da natureza há uma igualdade nos corpos entre cargas positivas e negativas, resultando em uma carga total nula, também conhecida como neutra. Apenas consideramos um corpo “carregado eletricamente” quando há uma quantidade, negativa ou positiva, em excesso de cargas. O tipo de carga que se sobressair é que conta como valor de carga do corpo.

Cada Elétron, representado pela letra **e**, tem um mesmo valor de carga elétrica. Este valor, em módulo, é $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$, onde C corresponde à unidade de medida de carga elétrica chamada de Coulomb no Sistema Internacional de Unidades de Medida. A diferença entre o Próton e o Elétron, nesse aspecto, é que o Próton tem a carga **e** positiva e o Elétron tem carga elétrica **e** negativa.

Apenas a nível básico (pois não fará parte do conteúdo envolvido) vale considerar que as partículas Próton e Nêutron são formadas de outras subpartículas, chamadas de “Quarks”, dos tipos Up (com carga de $+2/3$ de **e**) e Down (com carga de $-1/3$ de **e**). O Próton é formado pela combinação de três quarks (Up, Up e Down), que ao todo somam a carga resultante de $+1e$. O Nêutron é formado pela combinação de Down, Down e Up, resultando em uma carga de 0.

Campo Elétrico

Define-se Campo Elétrico o agente responsável pela mediação entre uma carga elétrica e outra, tanto em nível atômico quanto em nível macroscópico.

Na Eletricidade os estudos são divididos em: eletrostática (cargas elétricas sem movimento, estacionárias) e eletrodinâmica (cargas elétricas em movimento, com produção de campo magnético). Nesse ponto do trabalho estamos nos referindo apenas à eletrostática.

Para que uma carga “sinta” a presença de outra, há a mediação do campo

elétrico, que pode ser imaginado como um “campo de linhas invisíveis” no qual o centro é a própria carga que o gerou e que vai perdendo intensidade de forma inversamente proporcional à distância ao quadrado da carga que o gera.

Partículas de sinais iguais (+ e + ou - e -) se repelem e diferentes (+ com – ou com +) se atraem. Essa força de repulsão ou atração é dada pela **Lei de Coulomb**:

$$F = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 d^2}$$

Equação 1. Módulo da força eletrostática

Sendo d o raio de distância entre uma carga e outra, Q_1 e Q_2 as respectivas cargas das partículas, $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ (também chamado de k_0) uma constante chamada de “Constante Eletrostática”, que vale $k_0 = 9 \cdot 10^9 Nm^2C^{-2}$, e F o módulo da força elétrica. O campo elétrico “ E ”, gerado por uma única carga, é calculado pela seguinte expressão:

$$E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 d^2}$$

Equação 2. Módulo do campo elétrico.

O Campo Elétrico (E) é dado em N/C (Newton por Coulomb). A distância d (raio do campo elétrico), neste caso, deve ser pensada como a distância entre a carga geradora do Campo Elétrico e um ponto de referência, também conhecido como **carga** de prova.

Potencial elétrico

Consideremos então um campo elétrico originado por uma carga puntiforme Q . Define-se como potencial elétrico V_A , num ponto A desse campo, o trabalho realizado pela força elétrica, por unidade de carga, para deslocá-la desse ponto A até o infinito.

Nestas condições, o potencial elétrico é dado por:

$$V_A = k_0 \frac{Q}{d_A}$$

Equação 3. Potencial elétrico.

Onde k_0 é denominada constante eletrostática, e seu valor no SI é:

$$K_0 = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$$

Equação 4. Constante eletrostática do vácuo

O potencial elétrico é uma grandeza escalar, associado a cada ponto do campo elétrico, ficando determinado apenas pelo seu valor numérico. Portanto, pode ser positivo ou negativo, dependendo apenas do sinal da carga criadora do campo elétrico. A unidade do potencial no SI é o volt (V).

$$1V = 1 \frac{J}{C}$$

Equação 5. Relação entre as unidades Volt, Joule e Coulomb.

Diferença de potencial

Graças à força do seu campo eletrostático (Campo Elétrico explicado anteriormente), uma carga pode realizar trabalho ao deslocar outra carga por atração ou repulsão. Essa capacidade de realizar trabalho é chamada potencial. Quando uma carga for diferente da outra, haverá entre elas uma diferença de potencial (ddp).

Intensidade de corrente elétrica

A partir deste conceito de Intensidade de Corrente Elétrica que será tratado agora estaremos a explorar os conceitos de Eletrodinâmica.

Consideremos os metais. Neles os elétrons das últimas camadas são

fracamente ligados a seu núcleo atômico, podendo facilmente locomover-se pelo material. Geralmente este movimento é aleatório, ou seja, desordenado, não seguindo uma direção privilegiada.

Quando o metal é submetido a uma diferença de potencial elétrico, como quando ligado aos dois polos de uma pilha ou bateria, os elétrons livres do metal adquirem um movimento ordenado.

A equação que define a intensidade de corrente elétrica é:

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

Equação 6. Intensidade da corrente elétrica.

Onde ΔQ é a quantidade de carga que atravessa a secção reta do condutor num determinado intervalo de tempo (Δt).

A quantidade de carga não é igual ao número de elétrons que atravessam a secção reta do condutor; pois $|\Delta Q| = n \cdot |e|$ (e é a carga do elétron). No SI, a intensidade de corrente elétrica, medida em coulomb por segundo, é denominada Ampère (A), designação que homenageia o matemático francês André Marie Ampère, que tinha grande interesse pela Eletricidade.

$$1A = 1 \frac{C}{s}$$

Equação 7. Relação entre as unidades Ampère, Coulomb e segundo.

Existem dois tipos principais de corrente elétrica, a corrente contínua (CC) e a corrente alternada (CA). Na CC, o sentido do campo elétrico (E) permanece sempre o mesmo e o sentido de i também não se altera.

Na CA, o sentido de E e i é periodicamente alterado.

Circuito elétrico

As fontes elétricas são fundamentais na compreensão da eletrodinâmica,

pois elas que mantêm a diferença de potencial (ddp) necessária para a manutenção da corrente elétrica. Num circuito elétrico, a fonte elétrica é representada pelo símbolo abaixo:

O polo positivo representa o terminal cujo potencial elétrico é maior. O polo negativo corresponde ao terminal de menor potencial elétrico.

O sistema formado por um fio condutor com as extremidades acopladas aos polos de um gerador é considerado um circuito elétrico simples, no qual a corrente elétrica se dá através do fio. No fio condutor os elétrons se deslocam do polo negativo para o polo positivo.

Nesse deslocamento há perda de energia elétrica, devido a colisões dos elétrons com os átomos do material. No gerador, ao contrário, os elétrons são forçados a deslocar-se do polo positivo para o polo negativo, o que permite a manutenção da corrente elétrica no circuito. Isso porque o gerador vai repondo a energia perdida pelos elétrons durante seu movimento pelo fio, até que o próprio gerador vai se esgotando. Esse esgotamento acontece porque, de acordo com o Princípio da Conservação da Energia, a energia não pode ser criada nem destruída.

Assim, ao transferir sua energia aos elétrons, sem que haja reposição, o gerador vai enfraquecendo até esgotar-se totalmente, quando deve ser trocado ou reabastecido, para que o circuito volte a funcionar.

Resistores e Resistência elétrica

De onde provém o calor fornecido por aparelhos como ferro elétrico, torradeira, chuveiro e secadora elétrica? Por que a lâmpada fica quente depois de acesa? Os aparelhos que fornecem calor e a lâmpada elétrica possuem condutores que se aquecem durante a passagem da corrente elétrica. Esse aquecimento acontece pelo efeito Joule, que é a perda de energia elétrica em energia térmica (desejavelmente ou não). Condutores com essa característica são denominados resistores, que podem ser do tipo ôhmico (que respeita à lei de Ohm) e não ôhmicos.

A resistência elétrica é uma grandeza característica do resistor, e mede a oposição que seus átomos oferecem à passagem da corrente elétrica. Considere o resistor representado no trecho do circuito abaixo, onde se aplica uma ddp U e

se estabelece uma corrente de intensidade i .

Define-se como resistência elétrica R do resistor o quociente da ddp U aplicada pela corrente i que o atravessa.

$$R = \frac{U}{i}$$

Equação 8. Lei de Ohm.

A unidade de resistência elétrica no SI é o Ohm (Ω).

O físico e professor universitário alemão Georges Simon Ohm (1787-1857) verificou experimentalmente que para alguns condutores, o quociente entre a ddp U e a correspondente intensidade i da corrente elétrica é constante e que essa constante é a resistência R do resistor.

Potência elétrica

Num chuveiro elétrico em funcionamento, que quantidade de energia elétrica é transformada em calor por segundo? Será que tanto no inverno quanto no verão essa quantidade é a mesma?

Em Eletrodinâmica, a quantidade de energia transformada por unidade de tempo é denominada potência elétrica.

O trabalho da força elétrica em cada portador de carga q é obtido do produto entre a ddp U e a carga q :

$$\tau = qU$$

Equação 9. Trabalho da força elétrica.

Ao atravessar um trecho do circuito, num determinado intervalo de tempo, a carga q pode ser calculada pela relação:

$$q = i\Delta t$$

Equação 10. Carga elétrica isolada na equação da intensidade da corrente elétrica.

Logo, o trabalho da força elétrica pode ser colocado na forma:

$$\tau = Ui\Delta t$$

Equação 11. Substituição da carga elétrica na equação do trabalho.

Como a potência elétrica corresponde ao trabalho realizado pela força elétrica na unidade de tempo, temos:

$$P = \frac{\tau}{\Delta t} \rightarrow P = \frac{Ui\Delta t}{\Delta t}$$

Equação 12. Equação da potência cancelando os termos da variação de tempo, substituindo o trabalho na equação.

$$P = Ui$$

Equação 13. Equação da potência que depende da tensão e corrente.

No SI, a unidade de potência é watt (W) em homenagem a James Watt.

Campo magnético gerado a partir de uma carga elétrica

De maneira básica, quando a carga elétrica está estática nós consideramos apenas a existência do Campo Elétrico. A partir do instante em que as cargas se movimentam no espaço há então a variação deste campo elétrico. Essa variação cria uma força magnética.

A corrente elétrica em um condutor cria em torno deste o chamado “Campo magnético”, que é análogo ao campo elétrico, porém de origem magnética (o mesmo que é produzido por um ímã de polos norte e sul).

Com o avanço do eletromagnetismo, tanto teórico quanto experimental, surge a chamada “Lei de Ampère”, tal cientista que tem seu nome como a unidade de medida de corrente elétrica devido justamente aos seus estudos sobre a geração de campo magnético através de uma corrente elétrica.

É importante salientar que, por mais que seja variável o campo elétrico, o campo magnético criado é constante, análogo ao gerado por um ímã, no qual o fluxo é sempre zero, dado que a quantidade de linhas de campo que entram são iguais a que sai. Esta justamente é a definição da lei de Ampère.

Lei da Indução Magnética

Considerando a lei de Ampère, que mostra a possibilidade de criação de campo magnético a partir de um campo elétrico, imagina-se também a situação oposta: a criação de campo elétrico a partir de um campo magnético. E isso é possível!

Foi salientado que na lei de Ampère o campo magnético gerado é constante, justamente porque existe um outro fenômeno quando este campo magnético varia. Considere um ímã variando seu campo magnético (ou até mesmo um eletroímã, que é um dispositivo que cria campos magnéticos pelo princípio da lei de Ampère).

Parte-se da condição de que o fio (que era retilíneo e gerava um campo espiral) agora está na forma espiral, gerando um campo magnético “retilíneo” que perpassa o centro dessa espiral (chamada de “espira” ou “volta”). Se variado o ímã, é provocada uma variação no campo magnético que é “captado” pela espira (no esquema acima conectada a um medidor de corrente elétrica). Este fenômeno é chamado de indução magnética, explicado pela lei de Faraday-Lenz.

O físico experimental Michael Faraday, no século XIX, mostrou experimentalmente que é possível induzir uma corrente elétrica de um dispositivo elétrico para outro através deste fenômeno da indução eletromagnética.

Essa é a lei que rege o funcionamento de um componente elétrico muito importante para a transmissão de energia elétrica, o Transformador.

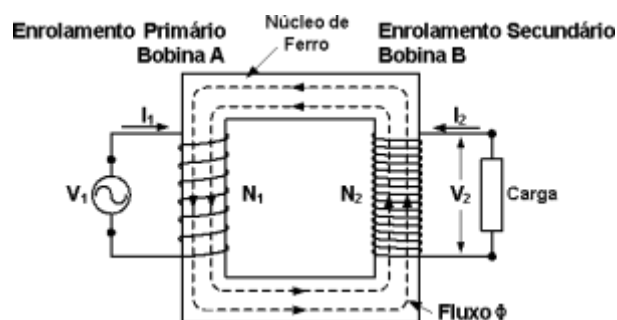


Figura 1. Esquemática do funcionamento de um Transformador. Fonte: Acthos Electronics (2019).

Na figura acima nota-se dois “enrolamentos”, que nada mais são que espiras. O fenômeno acontece na seguinte ordem: é inserida uma corrente elétrica (I_1) no chamado enrolamento primário, que – pela lei de Ampère, explicada anteriormente – gera um campo magnético. Este campo magnético gerado perpassa um núcleo de ferro, que concentra este campo. Vale notar que este campo gerado é variável, devido ao fato de que a corrente inserida é de sinal ALTERNADO, fazendo com que a polaridade deste campo magnético gerado seja invertida a todo momento (sul e norte, depois norte e sul), mais especificamente 60 vezes por segundo em nossa rede elétrica brasileira.

Este campo magnético que varia induz, pela lei de Faraday, na bobina do enrolamento secundário, que “capta” este campo variável que gera uma corrente elétrica, que tanto pode ser de menor, igual ou maior intensidade que a gerada no enrolamento primário.

Vantagem da utilização de um transformador

Há várias utilidades para diferentes tipos de transformador. As mais comuns são na transmissão de energia elétrica e nas fontes de circuitos. Para a transmissão, que é mais o foco deste trabalho, usa-se o transformador do tipo elevador e abaixador.

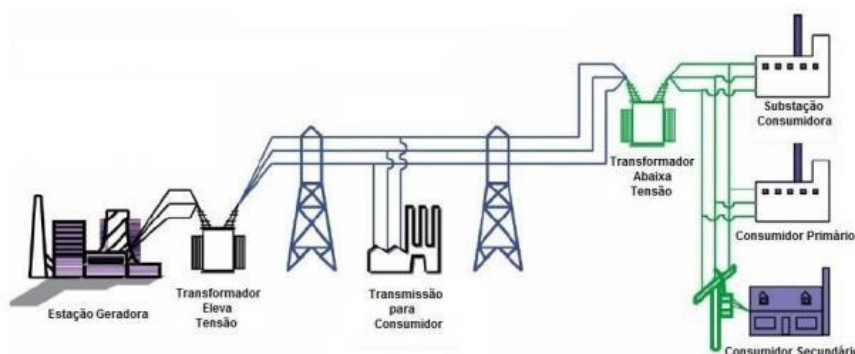


Figura 2. Transmissão de Energia Elétrica - caminho da geração até o consumidor. Fonte: LEÃO, R. (2009).

Neste processo, desde a estação geradora até o consumidor da energia elétrica, o transformador atua das duas formas. O primeiro tipo eleva a tensão (elevador), pois a tensão que entra no seu enrolamento primário é aumentada drasticamente. Por que isso? Para que a potência seja constante, pelo cálculo da potência elétrica da lei de Ohm (já explicado aqui), se aumentada a tensão elétrica a corrente elétrica deve diminuir! Há uma grande vantagem nisso: a seção transversal (bitola) dos cabos que conduzem essa eletricidade pode ser reduzida por transportarem menos corrente elétrica! Tendo em vista que os cabos de transmissão se estendem por quilômetros e mais quilômetros até saírem da subestação de energia e chegarem às ruas das cidades e nos campos.

Chegando até as cidades, essa eletricidade passa pelo transformador abaixador, já que não é viável que chegue às casas tensões altíssimas na casa dos 300000 Volts. Este transformador faz o processo inverso do elevador: abaixa a tensão, aumentando a capacidade de fornecer corrente elétrica aos circuitos elétricos residenciais e industriais.

Motores e geradores elétricos

Um motor elétrico pode ser conceituado como uma máquina designada a realizar uma transformação de energia elétrica em mecânica. É utilizado em diversas aplicações, tendo em vista que combina as vantagens da energia elétrica com base em uma construção simples, de grande versatilidade e adaptação de cargas e rendimentos (FRANCHI, 2008).

De acordo com Ferraz Netto (2011), em máquinas geradoras de energia elétrica, tanto motor ou gerador, é possível realizar a distinção de duas partes principais: o estator, que consiste em um conjunto de partes que são ligadas de forma rígida à carcaça e ao rotor, girando em torno de um eixo que se apoia em mancais que se localizam fixados na carcaça e ao indutor, responsável por produzir o campo magnético; e o induzido, que gera a corrente induzida.

Nos dínamos, há uma indução em que o estator induz o rotor, ocorrendo o processo inverso nos alternadores. Deste modo, a corrente induzida promove a produção de um campo magnético que tem a capacidade de exercer forças

contrárias à rotação conforme afirma a Lei de Lenz (FERRAZ NETTO, 2011).

O “Gerador Elétrico” pode ser conceituado como um dispositivo usado para converter a energia mecânica ou química em outra forma de energia, na popular energia elétrica. Esta uma função reversa dos motores elétricos e é realizada por um gerador ou dínamo (ULIANA, 2015).

O funcionamento dos motores elétricos baseia-se na interação entre campos eletromagnéticos, embora há motores com base em outros fenômenos eletromecânicos, conhecidas como forças eletrostáticas (FRANCHI, 2008).

Brito (2014) afirma que o princípio fundamental que baseia os motores eletromagnéticos é uma força mecânica presente em todo o fio que conduz a corrente elétrica que está imersa no interior do campo magnético.

A força descrita pela denominada Lei da Força de Lorentz, sendo esta perpendicular, tanto ao fio quanto ao campo magnético. O rotor é o componente que permanece girando no interior do motor giratório. Isto ocorre porque os fios e o campo magnético estão arrumados de uma forma que um torque possa ser desenvolvido sobre a linha central do rotor. Em sua maioria, os motores magnéticos têm caráter giratório, embora também existam os tipos lineares (BRITO, 2014).

O interior do motor giratório é o próprio rotor. Já o estator é a parte estacionária, sendo então a constituição do motor por eletroímãs posicionados em ranhuras do material ferromagnético que compõem o rotor (BRITO, 2014).

É possível citar como geradores que convertem a energia mecânica em elétrica os seguintes: Gerador Síncrono; Gerador Assíncrono ou de indução; Gerador de Corrente contínua.

Enquanto motores elétricos que têm a função de converter energia elétrica em mecânica, sendo possível citar: Motor Síncrono; Motor Assíncrono ou de indução; Motor de corrente contínua.

De acordo com Brasília Filho (2010), o funcionamento de geradores e motores baseia-se no fenômeno da indução eletromagnética, também chamada de Lei de Faraday. O fluxo magnético é gerado pelo resultado da intensidade do campo magnético pela unidade de área, sendo o princípio de funcionamento de Faraday é o mesmo para os geradores de eletricidade como usinas hidrelétricas, rotores, ímãs e materiais ferromagnético que giram em seu interior com a força da

queda da água, de um modo que induza a corrente elétrica por meio da variação do fluxo magnético (BRASÍLIO FILHO, 2010).

Nos motores de corrente contínua, a parte fixa é formada por imãs, e a parte móvel por um conjunto de bobinas. Quando a corrente elétrica atravessa a bobina, o campo magnético gerado nos fios se opõe ou é atraído, dependendo da posição da bobina, ao campo magnético do imã, movimentando o rotor (BRASÍLIO FILHO, 2010). É possível variar o fluxo magnético através da variação da intensidade do campo magnético, ou ainda por meio da modificação de uma área cruzada pelo fluxo magnético. Estes motores compostos por duas partes básicas, uma fixa e outra móvel, conforme mostra a figura a seguir:

Formas de produção de energia elétrica

Mas então o que faz o movimento (energia cinética) para que o gerador funcione (energia elétrica)? E no caso em particular da geração de energia a partir da luz solar, como funciona essa captação e conversão de energia sem a presença de um gerador mecânico?

Por meio de turbinas e geradores podemos transformar outras formas de energia, como a mecânica e a química, em eletricidade. No caso da energia solar, há um efeito especial que possibilita essa geração de energia em particular, que será explanado mais adiante.

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) mostra em seu site que, pela abundância de grandes cursos d'água, espalhados por quase todo o território brasileiro, a fonte hidrelétrica está no topo da matriz elétrica brasileira. Políticas públicas implementadas nos últimos anos, no entanto, têm feito aumentar a participação de outras fontes nessa matriz. Mas, quais são as fontes de energia utilizadas para produzir a energia elétrica? Mostraremos brevemente quais são estas fontes, que de alguma forma os alunos irão estudar, junto com as consequências que cada uma dela traz para o meio ambiente.

Hidráulica

O fluxo das águas é o combustível da geração de eletricidade a partir da fonte hidráulica. Para aproveitar a queda d'água de um rio, por exemplo, estuda-se

o melhor local para a construção de uma usina, levando-se em conta o projeto de engenharia, os impactos ambientais, sociais e econômicos na região, além da viabilidade econômica do empreendimento.

As obras de uma usina hidrelétrica incluem o desvio do curso do rio e a formação do reservatório. A água do rio movimentada as turbinas que estão ligadas a geradores, possibilitando a conversão da energia mecânica em elétrica.

A água é o recurso natural mais abundante do planeta. Estima-se que o potencial hidráulico do Brasil seja da ordem de 260 GW – segundo dados do Atlas de Energia Elétrica do Brasil, Aneel, 2008.

A primeira hidrelétrica do mundo foi construída no final do século XIX, junto às quedas d'água das Cataratas do Niágara, na América do Norte. No mesmo período, o Brasil construiu sua primeira hidrelétrica, no município de Diamantina (MG), utilizando as águas do Ribeirão do Inferno, afluente do rio Jequitinhonha. Essa hidrelétrica possuía 0,5 megawatt (MW) de potência e linha de transmissão de dois quilômetros de extensão.

Cem anos depois, a potência instalada das usinas aumentou exponencialmente. Concluída em maio de 2006, a Hidroelétrica de Três Gargantas, na China, é hoje a maior hidroelétrica do mundo. Com uma capacidade de geração total de 22.500 MW, ela superou Itaipu Binacional, a maior até então, com capacidade de 14.000 MW. A potência instalada determina se a usina é de grande ou médio porte ou uma Pequena Central Hidrelétrica (PCH).

A Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) adota três classificações:

- Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH, com até 1 MW de potência instalada);
- Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH, entre 1,1 MW e 30 MW de potência instalada);
- Usina Hidrelétrica de Energia (UHE, com mais de 30 MW de potência instalada).

O porte da usina também determina as dimensões da rede de transmissão que será necessária para levar a energia até o centro de consumo. No caso das hidrelétricas, quanto maior a usina, mais distante ela tende a estar dos grandes centros. Assim, exige a construção de grandes linhas de transmissão em tensões alta e extra alta (de 230 kV a 750 kV) que, muitas vezes, atravessam o território

de vários estados.

Instaladas junto a pequenas quedas d'água, as PCH's e CGH's, no geral, abastecem pequenos centros consumidores – inclusive unidades industriais e comerciais individuais – e não necessitam de instalações tão extensas para o transporte da energia.

Gás Natural

Na geração termelétrica, a eletricidade é produzida a partir da queima de combustíveis, sendo o gás natural um dos mais utilizados no Brasil. O vapor produzido na queima do gás é utilizado para movimentar as turbinas ligadas a geradores. O gás natural tem elevado poder calorífico e, em sua queima, apresenta baixos índices de emissão de poluentes, em comparação a outros combustíveis fósseis. Em caso de vazamentos, tem rápida dispersão, com baixos índices de odor e de contaminantes. O gás natural é uma mistura de hidrocarbonetos gasosos, originados da decomposição de matéria orgânica fossilizada ao longo de milhões de anos. O desenvolvimento deste tipo de geração é relativamente recente – tem início na década de 1940. O uso dessa tecnologia foi ampliado somente na última década do século passado. Atualmente, as maiores turbinas a gás chegam a 330 MW de potência e os rendimentos térmicos atingem 42%.

Entre as vantagens adicionais da geração termelétrica a gás natural estão o prazo relativamente curto de maturação do empreendimento e a flexibilidade para o atendimento de cargas de ponta.

Petróleo

O petróleo é uma mistura de hidrocarbonetos que tem origem na decomposição de matéria orgânica, principalmente o plâncton (plantas e animais microscópicos em suspensão nas águas), causada pela ação de bactérias em meios com baixo teor de oxigênio.

Ao longo de milhões de anos, essa decomposição foi se acumulando no fundo dos oceanos, mares e lagos e, pressionada pelos movimentos da crosta terrestre, transformou-se numa substância oleosa. Essa substância é encontrada em bacias sedimentares específicas, formadas por camadas ou lençóis porosos de areia, arenitos ou calcários.

Embora conhecido desde os primórdios da civilização humana, somente em meados do século XIX tiveram início a exploração de campos e a perfuração de poços de petróleo. A partir de então, a indústria petrolífera teve grande expansão. Apesar da forte concorrência do carvão e de outros combustíveis considerados nobres à época, o petróleo passou a ser utilizado em larga escala, especialmente após a invenção dos motores a gasolina e a óleo diesel. Durante muitas décadas, o petróleo foi o grande propulsor da economia mundial, chegando a representar, no início dos anos 70, quase 50% do consumo de energia primária em todo o mundo.

Embora declinante ao longo do tempo, sua participação nesse consumo ainda representa cerca de 43%, segundo dados da Agência Internacional de Energia, de 2003.

O petróleo é o principal responsável pela geração de energia elétrica em diversos países do mundo. Apesar da expansão recente da hidroeletricidade e da diversificação das fontes de geração de energia elétrica verificadas nas últimas décadas, o petróleo ainda é responsável por cerca de 8% de toda a eletricidade gerada no mundo.

A geração de energia elétrica a partir de derivados de petróleo ocorre por meio da queima desses combustíveis em caldeiras, turbinas e motores de combustão interna. A utilização de caldeiras e turbinas é similar aos demais processos térmicos de geração e se aplica ao atendimento de cargas de ponta e/ou aproveitamento de resíduos do refino de petróleo. Os grupos geradores a diesel são comuns no suprimento de comunidades e de sistemas isolados da rede elétrica convencional.

No Brasil, onde historicamente a geração de energia elétrica é predominantemente hidrelétrica, a geração térmica tem desempenhado papel importante no atendimento da demanda de pico do sistema elétrico e, principalmente, no suprimento de energia elétrica a municípios e comunidades não atendidos pelo sistema interligado.

Carvão

O carvão, a exemplo do que ocorre com os demais combustíveis fósseis, é uma complexa e variada mistura de componentes orgânicos sólidos, fossilizados

ao longo de milhões de anos. Sua qualidade, determinada pelo conteúdo de carbono, varia de acordo com o tipo e o estágio dos componentes orgânicos.

A turfa, de baixo conteúdo carbonífero, constitui um dos primeiros estágios do carvão, com teor de carbono na ordem de 45%; o linhito apresenta um índice que varia de 60% a 75%; o carvão betuminoso (hulha), mais utilizado como combustível, contém cerca de 75% a 85% de carbono, e o mais puro dos carvões; o antracito, apresenta um conteúdo carbonífero superior a 90%.

Da mesma forma, os depósitos variam de camadas relativamente simples e próximas da superfície do solo e, portanto, de fácil extração e baixo custo, a complexas e profundas camadas, de difícil extração e custos elevados.

Em participação na matriz energética mundial, o carvão é responsável por cerca de 8% de todo o consumo mundial de energia e de 39% de toda a energia elétrica gerada. Para assegurar a preservação do carvão na matriz energética mundial, atendendo às metas ambientais, têm sido pesquisadas e desenvolvidas tecnologias de remoção de impurezas e de combustão eficiente do carvão.

O aproveitamento do carvão mineral para a geração de energia elétrica no Brasil teve início nos anos 1950. Naquela época, foram iniciados estudos e, em seguida, a construção das usinas termelétricas de Charqueadas (RS), com 72 MW de potência instalada, Capivari (SC), com 100 MW, e Figueira (PR), com 20 MW.

Nuclear

A energia nuclear ou núcleo elétrica é proveniente da fissão do urânio em reator nuclear. Apesar da complexidade de uma usina nuclear, seu princípio de funcionamento é similar ao de uma termelétrica convencional, na qual o calor gerado pela queima de um combustível produz vapor, que aciona uma turbina, acoplada a um gerador de corrente elétrica.

Na usina nuclear, o calor é produzido pela fissão do urânio no reator, cujo sistema mais empregado é constituído por três circuitos – primário, secundário e de refrigeração. No primeiro, a água é aquecida a uma temperatura de aproximadamente 320°C, sob uma pressão de 157 atmosferas. Em seguida, essa água passa por tubulações e vai até o gerador de vapor, onde vaporiza a água do circuito secundário, sem que haja contato físico entre os dois circuitos. O vapor

gerado aciona uma turbina, que movimenta o gerador e produz corrente elétrica.

No final dos anos 1960, o governo brasileiro decidiu ingressar na geração termonuclear, visando conhecer melhor a tecnologia e adquirir experiências para o futuro. Na época, cogitava-se a necessidade de complementação térmica para o suprimento de eletricidade no Rio de Janeiro. Decidiu-se, então, que essa complementação ocorresse por meio da construção de uma usina nuclear (Angra I) em Angra dos Reis (RJ).

A construção de Angra I (657 MW) teve início em 1972. A primeira reação nuclear em cadeia ocorreu em março de 1982 e a usina entrou em operação comercial em janeiro de 1985. Mas, logo após, interrompeu suas atividades, voltando a funcionar somente em abril de 1987, operando, porém, de modo intermitente, até dezembro de 1990 (nesse período, operou com 600 MW médios durante apenas 14 dias).

Entre 1991 e 1994, as interrupções foram menos frequentes, mas somente a partir de 1995 a usina passou a ter operação regular.

A construção de Angra II (1.350 MW) teve início em 1976 e a previsão inicial para a usina entrar em operação era 1983. Em razão, porém, da falta de recursos, a construção ficou paralisada durante vários anos e a operação do reator ocorreu somente em julho de 2000, com carga de 200 MW a 300 MW. Entre 20 de agosto e 3 de setembro daquele ano, a usina funcionou regularmente, com 915 MW médios. A partir de então, operou de modo intermitente até 9 de novembro, quando passou a funcionar com potência de 1.350 MW médios.

Biomassa

Biomassa é a massa total de organismos vivos numa área. Esta massa constitui uma importante reserva de energia, pois é formada essencialmente por hidratos de carbono. Do ponto de vista energético, para fins de outorga de empreendimentos do setor elétrico, biomassa é todo recurso renovável oriundo de matéria orgânica (de origem animal ou vegetal) que pode ser utilizada na produção de energia.

Uma das principais vantagens da biomassa é que, embora de eficiência inferior à de outras fontes, seu aproveitamento pode ser feito diretamente, por meio da combustão em fornos e caldeiras, por exemplo.

Para aumentar a eficiência do processo e reduzir impactos socioambientais, tem-se desenvolvido tecnologias de conversão mais eficientes, como a gaseificação e a pirólise – decomposição térmica de materiais contendo carbono, na ausência de oxigênio. Também é comum a cogeração em sistemas que utilizam a biomassa como fonte energética.

No Brasil, a imensidão das regiões tropicais e chuvosas oferece excelentes condições para a produção e o uso energético da biomassa em larga escala, com grande potencial no setor de geração de energia elétrica.

No restante do país, a produção de madeira, em forma de lenha, carvão vegetal ou toras, também gera grande quantidade de resíduos que podem igualmente ser aproveitados na geração de energia elétrica. No entanto, o recurso de maior potencial para geração de energia elétrica no país é o bagaço da cana-de-açúcar.

O setor sucroalcooleiro gera grande quantidade de resíduos, que pode ser aproveitada na geração de eletricidade, principalmente em sistemas de cogeração. Ao contrário da produção de madeira, o cultivo e o beneficiamento da cana são realizados em grandes e contínuas extensões, e o aproveitamento de resíduos (bagaço, palha, vinhoto etc.) é facilitado pela centralização dos processos de produção.

Em média, cada tonelada de cana processada requer cerca de 12 kWh de energia elétrica, o que pode ser gerado pelos próprios resíduos da cana. Os custos de geração já são competitivos com os do sistema convencional de suprimento, o que possibilita a autossuficiência do setor em termos de suprimento energético, por meio da cogeração.

Eólica

Energia eólica é a energia cinética contida nas massas de ar em movimento (vento). Seu aproveitamento ocorre por meio da conversão da energia cinética de translação em energia cinética de rotação, com o emprego de turbinas eólicas – também denominadas aero geradores – para a geração de eletricidade, ou de cata-ventos (e moinhos), para trabalhos mecânicos como bombeamento d'água.

A energia eólica é utilizada há milhares de anos no bombeamento d'água, moagem de grãos e outras aplicações que envolvem energia mecânica. A geração eólica ocorre pelo contato do vento com as pás do cata-vento. Ao girar, essas pás

dão origem à energia mecânica que aciona o rotor do aerogerador, que produz a eletricidade.

A primeira turbina eólica comercial ligada à rede elétrica pública foi implantada na Dinamarca, em 1976. Hoje, existem mais de 30 mil turbinas eólicas em operação em todo o mundo.

O desenvolvimento tecnológico recente – principalmente no que tange à melhoria dos sistemas de transmissão, da aerodinâmica e das estratégias de controle e operação das turbinas – têm reduzido custos e melhorado o desempenho e a confiabilidade dos equipamentos.

O Brasil é favorecido em termos de ventos, que se caracterizam por uma presença duas vezes superior à média mundial e por uma volatilidade de apenas 5%, o que dá maior previsibilidade ao volume a ser produzido.

Além disso, como a velocidade costuma ser maior em períodos de estiagem, é possível operar usinas eólicas em sistema complementar com usinas hidrelétricas, de forma a preservar a água dos reservatórios em períodos de poucas chuvas.

As estimativas constantes do Atlas do Potencial Eólico Brasileiro de 2010, elaborado pela Eletrobrás, apontam para um potencial de geração de energia eólica de 143,5 mil MW no Brasil, volume superior à potência instalada total no país nesse mesmo ano. As regiões com maior potencial medido são Nordeste, Sudeste e Sul.

Solar

A energia solar é aquela energia obtida pela luz do Sol que pode ser captada com painéis solares. É uma fonte de vida e de origem da maioria das outras formas de energia na Terra. A energia solar chega ao planeta nas formas térmica e luminosa.

Sua irradiação na superfície da Terra é suficiente para atender milhares de vezes o consumo mundial de energia. Essa radiação, porém, não atinge de maneira uniforme toda a crosta terrestre. Depende da latitude, da estação do ano e de condições atmosféricas como nebulosidade e umidade relativa do ar.

A produção de eletricidade a partir da energia solar vem crescendo nos

últimos anos, e tem ganhado projeção com o desenvolvimento da microgeração.

Tradicionalmente, o mais generalizado é o uso da energia solar para a obtenção de energia térmica. Esta aplicação destina-se a atender setores diversos, que vão da indústria, em processos que requerem temperaturas elevadas (por exemplo, secagem de grãos na agricultura) ao residencial, para aquecimento de água. Outra tendência é a utilização da energia solar para a obtenção conjunta de calor e eletricidade.

O Brasil é privilegiado em termos de radiação solar. O Nordeste brasileiro apresenta radiação comparável às melhores regiões do mundo nessa variável. O que, porém, não ocorre em localidades mais distantes da linha do Equador, como as regiões Sul e Sudeste.

Princípio por trás da geração de energia solar: Efeito Fotovoltaico Conversão da Luz em Eletricidade

Utilizando a energia elétrica fotovoltaica para fornecer eletricidade a um circuito responsável pela iluminação em residências, pequenas cargas como: rádios, televisores, vídeo cassete, dvd e outros, os sistemas aquecedores solar, fotovoltaico e energia convencional trabalhando de forma conjugada, proporcionaria uma maior economia. A energia solar fotovoltaica é obtida através da conversão direta da luz em eletricidade (Efeito Fotovoltaico).

Edmond Becquerel relatou o fenômeno em 1839, quando nos extremos de uma estrutura de matéria semicondutora surge o aparecimento de uma diferença de potencial elétrico, devido à incidência de luz. No processo de conversão da energia radiante em energia elétrica a célula é a unidade fundamental. O silício é o segundo elemento mais abundante no globo terrestre e é explorado sob diversas formas: monocristalino, poli cristalino e amorfo.

Outros materiais alternativos estão sendo testados para essa aplicação, como exemplo as células de filmes finos, em que seu processo de fabricação requer menor custo, porém sua eficiência energética é baixa se comparada com as de silício convencional. Mas sua aplicação é melhor em equipamentos de baixo consumo. O Brasil apresenta uma radiação solar média acima de 2500 horas/ano, por ter como característica um clima tropical. Desta forma a energia solar fotovoltaica poderá ser bem mais utilizada, principalmente em regiões remotas em

que a rede de distribuição não alcançou. A preservação do meio ambiente é um fator muito importante e que muitas vezes é “ignorado” com a ampliação das linhas de transmissão e construções de usinas hidrelétricas. Além da importante tarefa de conscientização e sociocultural pelo uso de uma energia limpa e gratuita e a economia de energia elétrica convencional.

A intensidade da corrente elétrica gerada variará na mesma proporção conforme a intensidade da luz incidente. Uma célula fotovoltaica não armazena energia elétrica, apenas mantém um fluxo de elétrons estabelecidos num circuito elétrico enquanto houver incidência de luz sobre ela. Este fenômeno é denominado “Efeito fotovoltaico”.

Cada célula gera uma tensão elétrica da ordem de 0,4 a 0,5 Volt, que sendo associadas em série pode aumentar essa tensão para uma desejada. Sendo assim na saída de cada módulo se tem a soma da energia produzida por cada célula resultando num gerador com energia significativa.

Existem diversos tipos de células fotovoltaicas no mercado. Algumas estão em estágio experimental. As atuais pesquisas buscam construir células mais eficientes e com baixos custos de fabricação, problema esse que limita a sua disseminação no mercado brasileiro.

As células mais importantes e consolidadas no mercado são as fabricadas a base de silício. Atualmente constituem o grande campo de pesquisas para desenvolvimento de células de menor custo, são as células de filmes finos. A estratégia é usar pouco material, diminuir o consumo de energia na fabricação permitindo a produção em larga escala.

Geotérmica

A energia geotérmica (ou geotermal) é aquela obtida pelo calor que existe no interior da Terra. Os principais recursos são os gêiseres – fontes de vapor no interior da Terra que apresentam erupções periódicas.

Embora conhecida desde 1904 – ano da construção da primeira usina –, a evolução deste segmento sempre foi lenta e caracterizada pela construção de pequeno número de unidades, em poucos países. No Brasil, por exemplo, não há nenhuma unidade em operação, nem sob forma experimental.

O porte de empreendimentos atuais, porém, é significativo. A potência instalada no campo de gêiseres da Califórnia é de 500 MW.

Nos últimos anos, no esforço para diversificar a matriz, alguns países, como México, Japão, Filipinas, Quênia e Islândia, procuraram expandir o parque geotérmico.

Quando não existem gêiseres e as condições são favoráveis, é possível estimular o aquecimento d'água usando o calor do interior da Terra. Um experimento realizado em Los Alamos, Califórnia provou a possibilidade de execução deste tipo de usina.

Em terreno propício, foram perfurados dois poços vizinhos, distantes 35 metros lateralmente e 360 metros verticalmente, de modo que eles alcancem uma camada de rocha quente. Em um dos poços é injetada água, ela se aquece na rocha e é expelida pelo outro poço e quando esta função acontece a água predominante na pedra penetra na mesma ocorrendo o processo de metabolização geotérmica. Esta é a melhor maneira de obter energia naturalmente. É necessário perfurar um poço que já contenha água e a partir daí a energia é gerada normalmente. Em casos raros, pode ser encontrado o que os cientistas chamam de fonte de "vapor seco", em que a pressão é alta o suficiente para movimentar as turbinas da usina com excepcional força, sendo assim uma fonte eficiente na geração de eletricidade.

Aproximadamente todos os fluxos de água geotérmicos contêm gases dissolvidos, sendo que estes gases são enviados à usina de geração de energia junto com o vapor de água.

É igualmente importante que haja tratamento adequado a água vinda do interior da Terra, que contém minérios prejudiciais à saúde. Se ocorrer despejo diretamente em rios locais, isto prejudica a fauna e a flora locais.

Marítima

A água é o recurso natural mais abundante do planeta e uma das poucas fontes para produção de energia que não contribui para o aquecimento global. Além disso, é renovável. O potencial de geração de energia elétrica a partir do mar inclui o aproveitamento das marés, correntes marítimas, ondas, energia térmica e gradientes de salinidade.

A eletricidade pode ser obtida a partir da energia cinética (do movimento) produzida pelo movimento das águas ou pela energia derivada da diferença do nível do mar entre as marés alta e baixa – a energia maremotriz, o modo de geração de eletricidade por meio da utilização da energia contida no movimento de massas de água devido às marés.

Dois tipos de energia maremotriz podem ser obtidas: energia cinética das correntes devido às marés e energia potencial pela diferença de altura entre as marés alta e baixa.

Todas as tecnologias ainda estão em fase de desenvolvimento, com exceção desta última. Nenhuma ainda apresenta custos competitivos frente às demais fontes alternativas de energia. Um dos países que se destaca nas pesquisas é Portugal, que tem diversos projetos pilotos.

Segundo registra a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o potencial estimado para a energia a partir das marés no mundo é de 22 mil terawatt-hora (TWh) por ano, dos quais 200 TWh seriam aproveitáveis. Em 2008, menos de 0,6 TWh, ou 0,3%, eram convertidos em energia elétrica.

Biogás

O biogás é obtido a partir da biomassa contida em dejetos (urbanos, industriais e agropecuários) e em esgotos, que passa naturalmente do estado sólido para o gasoso por meio da ação de microrganismos que decompõem a matéria orgânica em um ambiente anaeróbico.

Neste caso, o biogás é lançado à atmosfera e passa a contribuir para o aquecimento global, uma vez que é composto por metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂), nitrogênio (N₂), hidrogênio (H₂), oxigênio (O₂) e gás sulfídrico (H₂S). A utilização do lixo para produção de energia permite o uso deste gás, além da redução do volume dos dejetos em estado sólido. A geração de energia por esta fonte permite a redução dos gases causadores do efeito estufa e contribui para o combate à poluição do solo e dos lençóis freáticos.

Existem três rotas tecnológicas para a utilização do lixo como fonte energética. Uma delas, a mais simples e disseminada, é a combustão direta dos resíduos sólidos. Outra é a gaseificação por meio da termoquímica (produção de calor por meio de reações químicas).

Finalmente, a terceira (e mais utilizada para a produção do biogás) é a reprodução do processo natural em que a ação de microrganismos em um ambiente anaeróbico produz a decomposição da matéria orgânica e, em consequência, a emissão do biogás.

No Brasil, apesar do enorme potencial, ainda são poucas as usinas termelétricas movidas a biogás em operação.

No final de 2009, a Aneel regulamentou a geração a partir do biogás e sua comercialização. Pela Resolução Normativa nº 390/2009, qualquer distribuidora de energia elétrica pode fazer chamadas públicas para comprar eletricidade produzida por biodigestores. Seguindo as exigências da Aneel em relação à qualidade da energia, os produtores poderão enviar a eletricidade para a linha de distribuição, em vez de somente consumir.

Capítulo 3

PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Após apresentados os referenciais iniciaremos o desenvolvimento metodológico levando em conta os objetivos propostos. Iniciaremos com a apresentação dos sujeitos envolvidos, local da pesquisa e tema que será abordado para continuar com a definição da metodologia e a construção da sequência didática.

Locais e sujeitos da pesquisa

A pesquisa foi realizada em uma escola particular de Santo Anastácio – SP com um total de 18 alunos. Todos alunos do terceiro ano do Ensino Médio. Foi dado o tempo de quatro semanas para realização da pesquisa.

Os alunos tinham quatro aulas semanais de Física, porém não podiam usufruir de uma sala de informática (já que a escola não possuía). O professor utilizava sempre um tempo inicial de cada aula para acompanhar o desenvolvimento da pesquisa destes alunos que levavam sempre várias anotações sobre o que já haviam feito fora da sala de aula e, também, sobre os debates que realizavam entre si.

O conteúdo é abordado no terceiro bimestre na rede escolar (no estudo dos fenômenos magnéticos e leis do eletromagnetismo) e também faz parte do currículo do estado de São Paulo de Física, para o terceiro ano do Ensino Médio, segundo apresentado no quadro 2, podendo servir de apoio a qualquer professor que leciona a disciplina de Física também na rede estadual de ensino.

Quadro 2 – Conteúdos de Física envolvidos

| | |
|---------------------|--|
| Motores e geradores | Funcionamento de motores, geradores elétricos e seus componentes evidenciando as interações entre os elementos constituintes ou as transformações de energia envolvidas. |
| Produção e consumo | Processos de produção da energia elétrica em |

| | |
|---------------------|--|
| de energia elétrica | <p>grande escala (princípios de funcionamento das usinas hidroelétricas, térmicas, eólicas, nucleares etc.) e seus impactos ambientais (balanço energético, relação custo-benefício);</p> <p>Transmissão da eletricidade a grandes distâncias;</p> <p>Evolução da produção, do uso social e do consumo de energia, relacionados ao desenvolvimento econômico, tecnológico e à qualidade de vida ao longo do tempo.</p> |
|---------------------|--|

Fonte: Currículo do estado de São Paulo (2018)

No desenvolvimento do projeto utilizamos a pesquisa qualitativa para levantamento dos dados, pois permite compreender e interpretar comportamentos, opiniões e expectativas do grupo. Tratou-se de uma pesquisa exploratória, portanto não visou obtenção de números como resultados, mas dados que puderam indicar o melhor caminho para tomada da decisão correta (RICHARDSON, 2012). Neste tipo de pesquisa podem ser utilizadas entrevistas semiestruturadas, entrevistas por telefone e coleta de dados que permitam aprofundar conhecimentos. Richardson (2012) descreve as potencialidades da pesquisa qualitativa,

“Os estudos que empregam uma metodologia qualitativa podem descrever a complexidade de determinado problema, analisar a interação de certas variáveis, compreender e classificar processos dinâmicos vividos por grupos sociais, contribuir no processo de mudança de determinado grupo e possibilitar, em maior nível de profundidade, o entendimento das particularidades do comportamento dos indivíduos”. ????

Acreditamos que esta metodologia é mais apropriada para analisar as atividades na qual professor-aluno e aluno-aluno devem estar sempre em contato com o problema e apresentar possíveis soluções que envolvem a Física, o contexto e as consequências sociais.

Com o objetivo de trazer uma proposta ao aluno que seja diferente à forma tradicional de ensinar e como indicado no texto de Hmelo-Silver (2004), “o aluno

aprende através da experiência de resolver problemas que não tem uma única resposta correta”.

Portanto, para esta pesquisa de caráter exploratório, e, baseado na ABP, propôs-se a seguinte situação problema aos alunos público alvo do trabalho:

“Você é o responsável pelo setor de pesquisa e implementação de tecnologia em uma empresa e está realizando uma pesquisa, no momento, onde é necessário encontrar uma forma de gerar e distribuir energia elétrica em uma região onde não existem rios próximos, nem muitos ventos e a quantidade de luz solar durante o ano é baixa. Você precisa procurar por uma forma de energia que possa abastecer a esta região sem depender da produção de energia de alguma outra região próxima, que poderia vender energia para sua empresa. ”

Este problema proposto foi o ponto inicial da SD, o qual os alunos tomaram como referência para o desenvolvimento de todas as partes da atividade.

Etapas da pesquisa

Estudo reflexivo sobre as metodologias ativas e a seleção de ferramentas para o desenvolvimento da SD

Nesta etapa foi necessário obter conhecimento sobre as etapas de uma SD. Não existe uma receita para elaborar uma SD, as etapas dependeram do contexto onde são realizadas as aulas e dos alunos, mas respeitamos as etapas principais que foram estudadas e definidas como, o conhecimento prévio dos alunos sobre o tema, definição do problema a ser estudado e definição da tecnologia e ferramentas a serem utilizadas.

Foi necessária uma análise aprofundada do “Material de apoio ao Currículo do Estado de São Paulo” entrelaçando os objetivos propostos e o material de apoio nas etapas da Sequência Didática.

Delineamento da sequência didática e realização das atividades

Após o estudo dos documentos citados foi desenhada a Sequência Didática, procurando colocar nas atividades ferramentas como TDIC e diversos materiais de apoio como textos, notícias de jornais, desenhos de livros didáticos e outros.

A sala foi dividida em grupos para realizar um trabalho colaborativo que permitiu definir como resolver o problema, fomentando a análise, reflexão e participação dos estudantes. O professor atuou em conjunto com o aluno sendo o orientador das atividades que seriam realizadas na escola de forma individual, em grupo e em casa.

Nesta etapa começou a avaliação formativa, na qual foram registradas as atividades de cada aluno e feita a avaliação da participação nas atividades. Os depoimentos dos alunos sobre as aulas foram registrados no início para comparar a evolução do conhecimento após trabalhar com a ABP.

Implementação da aula e desenvolvimento das atividades

A aula foi desenvolvida seguindo as etapas da *Sequência Didática* e utilizando a metodologia ABP. Sempre atento para avaliar habilidades como; compromisso, assertividade, liderança, raciocínio, além de atitudes como abertura ao diálogo e trabalho colaborativo.

De acordo com (LÜDKE E ANDRÉ, 1986) a SD fornece subsídio para uma pesquisa qualitativa, pois esta ferramenta permite desenvolver metodologias aplicadas a um determinado grupo de alunos, levando em consideração o contexto.

Os processos que ocorreram na sala de aula foram registrados no diário de campo. Também foi realizada uma entrevista em grupo no final do curso para obter as opiniões dos alunos sobre as vantagens e dificuldades do processo de ensino-aprendizagem e estratégias utilizadas.

Essa sequência didática teve três momentos pedagógicos bem definidos, de acordo com (DELIZOICOV & ANGOTTI, 1990, p.55), são eles: Problematização do tema, Organização do conhecimento e Aplicação do conhecimento. Lembrando que a avaliação da sequência didática é realizada processualmente, tendo um momento ao final para reflexões e reavaliação da metodologia.

Para desenvolver a SD levamos em conta atividades que ajudem a desenvolver habilidades e competências nos alunos. Estas são elencadas no Currículo de Estado de São Paulo, Ciências da Natureza e suas Tecnologias – Ensino Fundamental – Ciclo II e Ensino Médio, página 121, e estão relacionadas com os conteúdos:

- Transformações de energia;
- Produção e consumo elétrico;
- Produção de energia elétrica em grande escala em usinas hidrelétricas, termelétricas e eólicas; estimativa de seu balanço custo–benefício e de seus impactos ambientais;
- Transmissão de eletricidade em grandes distâncias;
- Evolução da produção e do uso da energia elétrica e sua relação com o desenvolvimento econômico e social.

Para estes conteúdos são apresentadas as seguintes habilidades a serem desenvolvidas no decorrer da aplicação da SD:

- Identificar semelhanças e diferenças entre os processos físicos em sistemas que geram energia elétrica, como pilhas, baterias, dínamos, geradores ou usinas;
- Identificar fases e/ou características da transformação de energia em usinas geradoras de eletricidade;
- Identificar e caracterizar os diversos processos de produção de energia elétrica;
- Relacionar a produção de energia com os impactos ambientais e sociais desses processos;
- Identificar quantitativamente as diferentes fontes de energia elétrica no Brasil;
- Relacionar a evolução da produção de energia com o desenvolvimento econômico e a qualidade de vida.

Procurando SDs em destaque, ao nosso entender, encontramos autores que norteiam, justificam e elaboram SD e que serviram de guia para este trabalho. Existem muitas SD na literatura sobre práticas pedagógicas, nas diferentes áreas

do conhecimento, mas poucas no ensino de física, por esta razão um dos objetivos desta pesquisa é apresentar uma SD sobre o tema energia.

Das SDs que foram estudadas, em destaque são:

1- Governo do estado de Goiás, Secretaria de educação, Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor, Reorientação curricular do 1 a 9 ano, PDE Produções Didático-Pedagógicas, Versão Online ISBN 978-85-8015-079-7 Cadernos PDE vol. II 2014.

“Reorientar o currículo da Rede Estadual de Educação de Goiás tem sido um grande desafio. Iniciado em 2004 a Reorientação Curricular vem se estruturando em todos os níveis de ensino da Educação Básica, com a participação e colaboração dos professores, por meio do diálogo no qual são sugeridas temáticas para discussão, além da elaboração e análise de Sequências Didáticas – SDs”.

2- Mariane Eliza Weinert, Sequência didática aplicada no segundo ano do primeiro ciclo baseada no tema “higiene e saúde”, Trabalho orientado pela professora Dra. Siumara Aparecida de Lima, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, programa de pós-graduação em ensino de ciência e tecnologia, Mestrado Profissional em Ensino de Ciência e Tecnologia, Ponta Grossa, 2013.

“Buscando contribuir na concretização de um ensino de ciências baseado em conteúdos correspondentes ao cotidiano do aluno, foi criado esse caderno de sequência didática que objetiva trabalhar o tema “Higiene e Saúde”, em uma proposta interdisciplinar, utilizando as tecnologias da informação e comunicação como ferramentas contribuintes nesse processo”. De acordo com o esquema de sequência didática apresentado por Dolz, Noverraz, Schneuwly (2004), o ensino acontece inicialmente pela apresentação de uma situação, referente ao conteúdo abordado. Em seguida é realizada uma sondagem em relação às concepções prévias dos alunos sobre o assunto, denominada aqui de produção inicial. As intervenções realizadas são denominadas módulos, e por fim é realizada a produção final, que busca demonstrar a evolução na aprendizagem do aluno em relação ao conteúdo proposto.

3- Priscila Vaz Macedo, Combustíveis: uma Sequência Didática para o ensino de conceitos da química orgânica no ensino médio, Produção Didático-Pedagógica

apresentada à Universidade Estadual de Londrina (UEL) e à Secretaria de Estado de Educação do Paraná (SEED - PR) para o Programa de Formação Continuada intitulado Programa de Desenvolvimento Educacional (PDE), sob a orientação da Profª Drª Eliana Aparecida Silicz Bueno, 2014.

“Com este projeto pretende-se promover a aprendizagem de maneira eficaz e ordenada, possibilitando ao aluno analisar, interpretar, discutir e assimilar os conceitos adquiridos. A elaboração e desenvolvimento da proposta se fundamenta na metodologia dos 3 momentos pedagógicos, proposta por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009), a qual é organizada segundo três etapas: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento”.

Destacamos que a construção da SD apresentada a seguir, permite um planejamento cuidadoso das atividades e o professor tem que “investir” um tempo na preparação delas, que segundo Carvalho e Mc Candless (2014), é um dos requisitos principais para que o método seja implantado com sucesso, além de professores e alunos aceitar a proposta (*Buy-in*).

Quadro 3 – Sequência didática

| Momento | Aula – Objetivo | Atividade | Habilidade a ser desenvolvida | Tempo |
|---------|---|--|---|---------------------------------|
| 1 | Apresentar a proposta ABP e explicar o problema em questão aos alunos. | Fazer a separação dos alunos e delegar as funções para cada integrante do grupo (designar quem ficará responsável pelos aspectos ambiental, geográfico, tecnológico e financeiro). | Análise de pessoas e de virtudes; elencar as individualidades de cada aluno para que se encaixem em um único aspecto. | 20min |
| | Auxiliar os alunos na pesquisa inicial (levantamento de dados sobre usinas no mundo). | <p>Pesquisar na internet sobre a utilização de usinas de geração de energia elétrica no mundo todo;</p> <p>Relatar os dados encontrados na pesquisa para futura discussão.</p> | <p>Utilizar adequadamente fontes de pesquisa como bibliotecas, enciclopédias e internet;</p> <p>Ler e interpretar gráficos que representam as formas de gerar energia elétrica mais utilizadas no mundo todo.</p> | Fora de sala de aula/ 30min. |

| | | | | |
|----------------|---|---|--|--|
| 2 | Analisar as formas possíveis perante a proposta inicial. | Os alunos deverão analisar individualmente as formas pré-selecionadas e escolher somente aquelas que se encaixam nas primeiras limitações impostas pela situação proposta. | Utilizar adequadamente fontes de pesquisa como bibliotecas, enciclopédias e internet; Analisar e interpretar textos; Resolução de problemas. | Fora de sala de aula. |
| 3 | Debater e escolher a melhor forma, equilibrando os quatro aspectos. | Individualmente os alunos deverão escolher uma ou duas formas que melhor se encaixam com o seu ponto de vista (aspecto de análise); Em grupo, debater as formas selecionadas individualmente e elegerem uma única que represente os interesses do grupo. | Debate e resolução de problemas; Capacidade de resolver problemas em grupo mesmo na presença de ideias divergentes. | 1ª parte fora da escola 2ª parte: 30min |
| Momento | Aula – Objetivo | Atividade | Habilidade a ser desenvolvida | Tempo |

| | | | | |
|---|-------------------------------------|--|---|-------|
| 4 | Apresentar a solução de cada grupo. | Apresentar com uso de slides os resultados da pesquisa e todo o processo para chegar até a escolha final, mostrando os pontos positivos e negativos sob a ótica de cada aspecto. | Elaborar comunicação escrita ou oral para relatar resultados, utilizando linguagem científica adequada. | 50min |
| | | | | |
| 5 | Fechamento | O professor faz a mediação em um debate com os outros grupos, a fim de discutir sobre as soluções encontradas. | | 20min |

RESULTADOS

A partir da aplicação desta proposta, que incluiu a avaliação do desenvolvimento de competências colaborativas dos estudantes, foi possível caracterizar o processo de construção de conhecimento, analisando intervenções e processos de estudo que ocorreram na sala de aula, sendo eles o relatório produzido pelos alunos (que constou todo o processo de análise e escolha das diferentes opções que os alunos puderam escolher) e a apresentação em slides feita nos últimos momentos de aplicação da S. D.

No relatório escrito consta todo o processo do trabalho que o grupo realizou, desde as escolhas iniciais (levantamentos dos dados sobre os tipos de distribuição de energia elétrica disponíveis) até os argumentos que justificassem as escolhas, chegando ao ponto em que mostraram o porquê da forma final escolhida.

Após a correção dos relatórios ainda houve a apresentação de todos os grupos. Foi surpreendente a forma como apresentaram, devido à complexidade dos discursos e pelo debate gerado – ficou evidente que todos os membros do grupo participaram ativamente da pesquisa, pois todos falaram sobre os seus respectivos aspectos na hora de justificarem seus argumentos a favor da escolha final.

Os alunos tinham quatro aulas semanais de Física, porém não podiam usufruir de uma sala de informática (já que a escola não possuía uma). Estes alunos trabalharam de forma diferente. O professor utilizou sempre os primeiros momentos de cada aula para acompanhar o desenvolvimento da pesquisa destes alunos. Estes alunos levavam sempre várias anotações sobre o que já haviam feito e sobre os debates que realizavam entre si.

Para desenvolver esta pesquisa se fez necessário que os alunos fizessem uso do debate, pois cada grupo (composto por quatro integrantes) teve que se dividir para que cada um fosse responsável por uma óptica diferente de análise

do problema em questão: um que se responsabilizasse pelo aspecto geográfico, outro pelo científico, outro pelo ecológico e outro pelo financeiro. Isso fez com que os alunos realizassem parte da pesquisa de forma individual, para que depois fosse feita a parte coletiva.

O problema com o grupo anterior foi corrigido: o tempo gasto em sala foi muito mais curto e o professor pôde acompanhar mais gradualmente a evolução do trabalho construído. Essa forma de trabalhar possibilitou, em um primeiro momento, uma grande independência entre os indivíduos do grupo, pois não era necessário que os alunos se encontrassem em período extraclasse para que o trabalho se desenvolvesse. Isso também fez com que todas as pessoas do grupo trabalhassem de forma ativa, já que em “trabalhos convencionais” costuma-se ter um ou dois participantes mais interativos e outros que não cooperam muito para com o grupo.

A apresentação final de cada grupo foi bastante convincente. Desde o início os alunos entenderam que o objetivo deles era convencer quem os estivesse assistindo de que suas escolhas foram as melhores e mais funcionais, levando em conta todos aqueles aspectos mencionados anteriormente, como se estivessem vendendo um produto. Essa proposta fez com que os alunos encarassem o problema de forma séria, respeitando os limites dos outros aspectos da pesquisa, mas sem deixar de insistirem em propostas que fossem mais adequadas em relação à sua óptica individual de análise do problema (geográfica, ecológica, financeira ou científica).

O debate foi bem eclético. Todos participavam (o professor teve que intervir apenas para mediar as locuções e fechar o debate, fora isso houve participação de quase todos os envolvidos), sempre defendendo de forma única o seu ponto de vista. Isso deixou bem claro que a proposta atingiu seu objetivo de fazer com que os alunos conseguissem analisar uma situação de vários pontos de vista diferentes e aprendessem a argumentar sobre seu ponto de vista, levando em conta vários fatores.

Não foi apenas uma pesquisa formal, onde o objetivo seria apenas chegar a uma resposta. Foi um trabalho cooperativo, no qual todos os indivíduos

participaram de maneira ativa para responder a uma questão que no início se apresentou como simples, mas que se mostrou complexa conforme os alunos pesquisavam e se aprofundavam nos dados encontrados.

Surgiu um comentário, quando os alunos foram perguntados sobre como era ter uma aula desta forma – onde eles que iniciavam a aula, em que o aluno disse que “tentou colocar o texto da proposta inicial do professor no site do Google e não apareceu resultado nenhum”. O aluno completou dizendo que neste ponto já tinha desanimado de fazer a pesquisa, pois todas as outras que já estava acostumado a fazer eram fáceis. Apenas era necessário encontrar um bom texto da internet, o resumir e entregar ao professor. Os alunos disseram que esta forma de pesquisa os ajudou muito a entenderem sobre o conceito de Geração e Distribuição de Energia Elétrica e os fizeram pensar de forma reflexiva a respeito do tema.

Análise da execução dos momentos da sequência didática

A seguir será apresentada uma análise de cada momento:

Quadro 4 – Momento 1.1 da SD

| Momento | Aula – Objetivo | Atividade | Habilidade a ser desenvolvida | Tempo |
|---------|--|--|---|-------|
| 1.1 | Apresentar a proposta ABP e explicar o problema em questão aos alunos. | Fazer a separação dos alunos e delegar as funções para cada integrante do grupo (designar quem ficará responsável pelos aspectos ambiental, geográfico, tecnológico e financeiro). | Análise de pessoas e de virtudes; elencar as individualidades de cada aluno para que se encaixem em um único aspecto. | 20min |

Neste momento o professor iniciou a aula dizendo que se trataria de uma aula diferente de uma aula convencional (explicação com giz e lousa) e que os alunos teriam de realizar uma pesquisa.

Neste ponto os alunos esperavam que fosse se tratar de mais uma pesquisa no formato no qual eles estavam acostumados a fazer (em que é dado um tema a ser pesquisado, em casa cada um procuraria um texto diferente na internet, ao final juntariam tudo que o grupo tinha e entregariam um texto ao professor).

O próximo passo do professor foi escrever na lousa a proposta (disparadora da ABP), que está descrita neste trabalho, sobre a geração de energia elétrica. O professor então leu com os alunos a proposta e explicou que isso seria feito em grupo, mas que o professor não iria “começar a aula explicando”

da forma como eles estavam acostumados. Dessa forma, a aula se iniciaria com esta pesquisa.

Feito isso o professor dividiu a sala de aula de 18 alunos em quatro grupos (dois com cinco integrantes e outros dois com quatro integrantes). Após isso, o professor explicou o que – essencialmente – eles deveriam fazer neste trabalho (devido ao fato de que não teria como o professor prever o que eles entregariam como resultado deste trabalho, já que o mesmo dá abertura a muitos resultados possíveis de várias formas diferentes).

Esta etapa coincide com dois dos três momentos pedagógicos definidos no trabalho de Delizoicov e Angotti (1990), são eles: Problematização do tema e Organização do conhecimento.

Foi dito a eles, seguindo a proposta apresentada, que cada integrante do grupo deveria defender – a todo o momento – o seu ponto de vista baseado na área a qual lhe foi atribuída (pontos de vista Ecológico, Financeiro, Científico e Geográfico, respectivamente). Vale ressaltar que esta escolha de qual área cada um iria ser responsável foi de escolha dos próprios integrantes dos grupos.

Quadro 5 – Momento 1.2 da SD

| Momento | Aula – Objetivo | Atividade | Habilidade a ser desenvolvida | Tempo |
|---------|---|--|---|---|
| 1.2 | Auxiliar os alunos na pesquisa inicial (levantamento de dados sobre usinas no mundo). | <p>Pesquisar na internet sobre a utilização de usinas de geração de energia elétrica no mundo todo;</p> <p>Relatar os dados encontrados na pesquisa para futura discussão.</p> | <p>Utilizar adequadamente fontes de pesquisa como bibliotecas, enciclopédias e internet;</p> <p>Ler e interpretar gráficos que representam as formas de gerar energia elétrica mais utilizadas no mundo todo.</p> | <p>Fora de sala de aula/ 30min.</p> |

Partindo da premissa do momento 1.1 eles deveriam, inicialmente, fazer um planejamento do trabalho, como se fossem realmente uma empresa. De forma padrão, os grupos se organizaram basicamente com o seguinte roteiro de trabalho:

- Atribuir a cada integrante do grupo um aspecto diferente (financeiro, geográfico, ecológico ou científico), de forma livre em cada grupo;

- Fazer um levantamento inicial sobre as formas de gerar e distribuir energia elétrica mais utilizadas no mundo;

- Relatar as informações encontradas nessa pesquisa inicial, com a finalidade de pré-selecionarem as formas que fossem possíveis de serem implementadas com as limitações impostas pela proposta inicial;

- A partir das pré-selecionadas, individualmente eleger aquela que melhor atende ao aspecto de análise de cada integrante (o aluno do setor ecológico irá escolher a melhor possível do ponto de vista ecológico, por exemplo);
- Em grupo, cada integrante apresentará sua proposta individual pautada em argumentos que justifiquem suas escolhas individuais;
- Debater e escolher, com base nos argumentos apresentados, qual a forma de gerar energia elétrica que mais equilibra pontos positivos e negativos nestes quatro aspectos;
- Fazer uma apresentação da escolha do grupo, em slide, e entregar um relatório que mostra esse processo de trabalho completo.

Até o fim do momento 1.1 os alunos fizeram este plano mencionado anteriormente e fizeram o levantamento inicial das formas mais utilizadas no mundo e relataram os dados encontrados.

Quadro 6 – Momento 2 da SD.

| Momento | Aula – Objetivo | Atividade | Habilidade a ser desenvolvida | Tempo |
|---------|--|--|---|---|
| 2 | Analisar as formas possíveis perante a proposta inicial. | <p>Pesquisar na internet sobre a utilização de usinas de geração de energia elétrica no mundo todo;</p> <p>Relatar os dados encontrados na pesquisa para futura discussão.</p> | <p>Utilizar adequadamente fontes de pesquisa como bibliotecas, enciclopédias e internet;</p> <p>Ler e interpretar gráficos que representam as formas de gerar energia elétrica mais utilizadas no mundo todo.</p> | <p>Fora de sala de aula/ 30min.</p> |

Neste segundo momento da SD os alunos pré-selecionaram as formas que seriam possíveis de serem utilizadas com base nas limitações apresentadas na proposta inicial (apresentada como sendo o problema disparador deste trabalho, sobre a geração de energia para uma cidade). Essa parte pôde ser feita em grupo, depois de, individualmente e em suas casas, os alunos fazerem a pesquisa do levantamento inicial.

A parte na escola (que foi em grupo) foi feita em aproximadamente em 30min, economizando tempo de pesquisa – que foi feita em casa.

Quadro 7 – Momento 3 da SD

| Momento | Aula – Objetivo | Atividade | Habilidade a ser Desenvolvida | Tempo |
|---------|---|---|--|---------------------------------|
| 3 | Debater e escolher a melhor forma, equilibrando os quatro aspectos. | Individualmente os alunos deverão escolher uma ou duas formas que melhor se encaixam com o seu ponto de vista (aspecto de análise); Em grupo, debater as formas selecionadas individualmente e elegerem uma única que represente os interesses do grupo. | Debate e resolução de problemas; Capacidade de resolver problemas em grupo mesmo na presença de ideias divergentes. | Fora de sala de aula/ 30min. |

No momento 3, os alunos farão individualmente – em suas casas – a escolha de uma forma de geração e distribuição que melhor se encaixe no seu aspecto de análise. Os alunos foram orientados a sempre escreverem os pontos

positivos e negativos de seus respectivos aspectos sob as formas já pré-selecionadas, para que todas as decisões sejam justificadas. Esse tipo de análise promoveu nos alunos um desenvolvimento de habilidades de tomada de decisão, percebendo que não há apenas uma escolha correta e perfeita, mas que é necessária análise para tomar decisões da melhor forma possível, respeitando os diferentes olhares sobre um mesmo problema.

Houve, na parte em sala de aula, certa divergência de ideias para que a escolha final – que mantivesse um equilíbrio entre os pontos positivos e negativos de cada análise individual. Porém esta divergência foi enriquecedora para a atividade, já que os alunos confrontaram suas ideias e perceberam que há a impossibilidade de perfeição na resolução de problemas reais, nos quais se faz necessárias discussões que amenizem os pontos negativos de uma decisão final que seja satisfatória à resolução do problema proposto.

Quadro 8 – Momento 4 da SD.

| Momento | Aula – Objetivo | Atividade | Habilidade a ser desenvolvida | Tempo |
|---------|-------------------------------------|--|---|-------|
| 4 | Apresentar a solução de cada grupo. | Apresentar com uso de slides os resultados da pesquisa e todo o processo para chegar até a escolha final, mostrando os pontos positivos e negativos sob a ótica de cada aspecto. | Elaborar comunicação escrita ou oral para relatar resultados, utilizando linguagem científica adequada. | 50min |

Este foi o único momento em toda a sequência didática no qual uma aula inteira foi utilizada somente para o trabalho. Porém, devido ao debate realizado

no final, o tempo previsto foi curto para que a atividade toda fosse completada, que se estendeu por duas aulas (1h e 40min).

Os grupos, com o tempo de 10min, apresentaram suas escolhas finais e exibiram as justificativas de cada tomada de decisão, utilizando um projetor de multimídia como ferramenta (salientando a desnecessidade de um laboratório de informática para desenvolvimento do trabalho). Cada integrante teve a obrigação de fazer parte ativa da apresentação, pois cada um teve papel diferenciado no trabalho e que não pôde ser coberto por outro integrante. Fez-se necessário então que cada membro falasse sobre seu aspecto de análise para que as escolhas fossem devidamente justificadas.

Também, ao final das apresentações, os alunos deveriam entregar os relatórios escritos ao professor, que serviu de objeto de avaliação parcial do trabalho realizado pelos alunos.

Quadro 9 – Momento 5 da SD.

| Momento | Aula – Objetivo | Atividade | Tempo |
|---------|-----------------|--|-------|
| 5 | Fechamento | O professor faz a mediação em um debate com os outros grupos, a fim de discutir sobre as soluções encontradas. | 20min |

Finalizando a SD, o professor mediou o debate (que se iniciou no momento 4 e se encerrou no momento 5) no qual foram confrontadas as ideias finais de cada grupo. O professor também fez o fechamento, fazendo uma fala final sobre o conceito de geração de energia elétrica e distribuição, formalizando algumas ideias que não ficaram bem definidas pelos estudantes, concluindo o trabalho.

Produções dos alunos

A seguir, no Quadro 10, serão apresentadas as soluções encontradas pelos

grupos para o problema proposto:

Quadro 10 – Soluções para o problema inicial

| Soluções apresentadas | |
|-----------------------|---------------|
| Grupo A | Biogás |
| Grupo B | Geotermal |
| Grupo C | Biomassa |
| Grupo D | Usina Nuclear |

Para exemplificar o teor das apresentações dos resultados será mostrada a seguir a análise feita pelo grupo B (que optou por utilizar a usina geotermal), mostrando seus argumentos e critérios para a escolha final (também, ao final do trabalho – como anexo – será mostrado um relatório completo feito por um dos grupos, sem alterações, para ajudar a ilustrar melhor como os alunos produziram os materiais para avaliação):

Análise científica

Energia geotérmica é o calor retido debaixo da crosta terrestre. Este calor é trazido a superfície como vapor ou água quente criada quando a água flui pelos lençóis subterrâneos próximos a rochas aquecidas e usadas diretamente para aquecimento de casas e prédios ou convertida em eletricidade.

Formas dos recursos geotérmicos:

Das cinco formas de energia geotérmica, somente duas são usadas comercialmente. As outras formas são mares pressurizados, rochas aquecidas e magma.

Reservatórios hidrotérmicos:

Reservatórios Hidrotérmicos são grandes piscinas de vapor ou água quente

presas em rochas porosas. Para gerar eletricidade, o vapor ou a água quente é bombeada para a superfície terrestre onde giram uma turbina de um gerador elétrico.

O vapor é levado diretamente às turbinas, eliminando a necessidade de caldeiras, que usam carvão ou gás natural. A água quente (acima de 200°C) sob alta pressão é levada a um tanque de baixa pressão, o que causa sua vaporização instantânea. O vapor é então levado à turbina. A água quente (abaixo de 200°C) é usada para aquecer e vaporizar outro fluido que então move a turbina.

Energia da terra

Nos lugares onde o calor da terra aparece próximo a superfície se usa esse calor diretamente para aquecer casas e prédios, se chama tecnologia de uso direto.

Bombas de calor

Usa-se a propriedade que a terra tem de manter sua temperatura quase constante, assim no inverno o calor é retirado da terra, e no verão é injetado na terra o calor excedente.

Sistemas de aquecimento local

Muitas comunidades encanam a água quente e a transportam através dos prédios e casas, também é uma forma de uso direto.

Outras formas de energia geotérmica

Rochas quentes: Quando a rocha não possui água, injeta-se água sob pressão na rocha, a rocha irá aquecer a água que então poderá ser aproveitada.

Magma: Magma são rochas parcialmente derretidas existentes abaixo da crosta, atingem temperaturas de até 1200°C e embora em algumas condições se encontre magma próximo a superfície, ainda falta descobrir como explorar essa fonte de energia.

Águas marinhas pressurizadas: Geralmente são quentes e possuem metano, ambos podendo ser utilizados para gerar energia.

Benefícios da energia geotérmica:

Confiabilidade: Usinas geotérmicas são muito confiáveis e podem operar 24h por dia, a maioria das usinas de energia, só operam 95% do tempo.

Pontos positivos

Um das mais benignas fontes de energia;

Produz energia independente de variações como chuvas, níveis de rios, etc;

As centrais geotérmicas, como vento e centrais solares, não têm de queimar combustíveis para manufaturar o vapor para mover as turbinas. A geração de eletricidade com a energia geotérmica ajuda a conservar combustíveis fósseis não renováveis e, reduzindo o uso desses combustíveis, reduzimos emissões que prejudicam a nossa atmosfera. Não há nenhum ar fumegante à volta de centrais geotérmicas – de fato algumas são construídas no meio de colheitas de quintas e florestas, e partilham terreno com o gado e vida selvagem local.

Pontos negativos

Pode levar o campo geotérmica ao esgotamento;

A energia deve ser posta em uso no campo geotérmico ou próximo dele;

O calor perdido aumenta a temperatura do ambiente;

Se não for usado em pequenas zonas onde o calor do interior da Terra vem à superfície através de gêiseres e vulcões, então a perfuração dos solos para a introdução de canos é dispendiosa.

Análise geográfica

Não prejudica a terra. A área de terreno necessária para centrais geotérmicas é menor por megawatt do que para quase cada outro tipo de centrais. Toscana, na Itália, é onde, em 1904 se passou, pela primeira vez, a utilizar a energia geotérmica para a produção de eletricidade. Budapeste (Hungria), alguns subúrbios de Paris, Reykjavík (Islândia), e muitas outras cidades, que usam em grande escala a energia geotérmica para aquecimento doméstico. A Califórnia tem a maior central do mundo.

Os vulcões são formados quando existe alguma fenda na superfície da Terra e o magma quente escapa violentamente por ela; o vulcão entra em erupção e forma-se a lava vulcânica, que flui pelas encostas da montanha. Zonas de alteração hidrotermal.

Nos locais onde o calor do interior da Terra é próximo da superfície, as rochas e a água do subsolo são aquecidas e pode ocorrer de o vapor de água explodir para o exterior, formando um gêiser. Há gêiseres que jorram constantemente, outros raramente.

Análise ecológica

Quadro 11. Vantagens e desvantagens ambientais

| VANTAGENS | DESVANTAGENS |
|--|----------------------------------|
| Não agride o solo. | Eventual afundamento do terreno. |
| Não opera através da queima de combustíveis. | Emissão de H ₂ S. |

| | |
|---|--|
| Não emite Dióxido de Carbono ou Gás Metano. | Poluição sonora e elevado aquecimento local. |
| Benefício para áreas afastadas. | Possível contaminação de rios e lagos. |
| Possui uma produção flexível. Não é vulnerável ao clima. | Opera apenas em alguns locais. |

Análise financeira

Em um mundo que precisa de cada vez mais de opções energéticas limpas, a geotermal chama a atenção pelos benefícios que proporciona quando desenvolvida adequadamente. Ela é capaz de gerar eletricidade com menos impacto ambiental e custo menor do que o exigido pelos combustíveis fósseis (petróleo e carvão, por exemplo). E, por ser uma fonte renovável, ajuda a melhorar a segurança do abastecimento elétrico.

O custo inicial de explorar e perfurar entre três e cinco poços geotérmicos varia de 20 milhões a 30 milhões de dólares.

Os custos de eletricidade a partir de instalações geotérmicas também estão se tornando cada vez mais competitivos. Nos Estados Unidos, a Administração de Informação Energética (AIE, inglês EIA, Energy Information Administration) projeta que o custo nivelado de energia para as novas instalações geotérmicas (que vêm em linha em 2019) será inferior a 5 centavos de dólar por quilowatt-hora (kWh), e com isso, poderá ser mais econômica que as plantas de gás natural e carvão. Além disso, a energia geotérmica poderá ser mais usada como fonte de aquecimento para casas e edifícios.

Conclusão

Escolhemos a fonte de Energia Geotermal por possuir os melhores aspectos e meios de fornecer energia, seja para os campos geográficos, econômicos, científicos e ambientais. Por ser quase totalmente renovável, não prejudicar o meio ambiente, por ser uma fonte econômica dando fácil acesso para todas as rendas, pela localização da indústria ser favorável, neutralizando seus malefícios. A Energia Geotérmica é inovadora, futurística e perfeita para a conclusão de nosso trabalho bimestral.

Referências

Brasil Escola; Portal-energia.com; Educação.uol; Brasil.elpais; Engquimicasantosp;

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a metodologia ABP foi possível resolver um problema que é comum nas aulas de Física – a falta de tempo. O trabalho pôde, sem a necessidade de muito tempo em sala de aula, ser concluído com êxito, em todas as suas etapas, devido ao uso dos minutos iniciais apenas das aulas e das atividades extraclasse, sem falar que os alunos foram levados a refletir sobre o uso da internet na obtenção do conhecimento.

Foi possível também atestar que, mesmo sem um laboratório de informática (o qual a escola não possuía), foi possível realizar atividades com metodologias não tradicionais que envolvem a pesquisa, reflexão, trabalho colaborativo entre alunos e análise de situação problema, ultrapassando os limites que eram impostos em trabalhos de “pesquisa” nos quais o aluno apenas copiava e colava uma informação da internet.

Os alunos conseguiram enxergar em si mesmos a capacidade de fazer algo além do que eles estavam acostumados a fazer (que era apenas pesquisar textos na internet e resumi-los, sem ter que desenvolver a habilidade da tomada de decisão, da análise e do debate, ao mesmo tempo). Eles perceberam também que não seria possível obter uma “resposta certa”, pois não existe solução ideal no mundo real, já que as condições “reais” levam em conta todas as variáveis possíveis, e que uma empresa trabalha de acordo com vantagens e desvantagens de recursos disponíveis. Isso promoveu, claramente, a habilidade de análise crítica de um problema, levando em conta todos os aspectos possíveis.

Ficou perceptível, por parte dos alunos, que o tema “geração de energia elétrica” é mais complexo do que imaginavam – com falas do tipo:

“Eu pensava que era apenas colocar que alguma coisa movimentava um motor e este gerava energia, que a única coisa que mudava era o que girava, mas vai muito além disso!” (fala de aluno do 3º ano).

“Não tem como não levar em conta o mal que pode ser feito ao meio

ambiente e os custos para gerar cada tipo” (fala de aluno do 3º ano).

Além da aprendizagem contextualizada do tema houve também a promoção do debate, que fez com que as ideias fossem confrontadas quase que a todo momento. Os alunos responsáveis por aspectos diferentes da pesquisa conseguiram fazer a separação das formas de visualizar o mesmo problema, destacando o seu papel em relação aos demais.

Pode-se então concluir que a S. D. Construída e proposta neste trabalho pode ser considerada válida para sua utilização em uma aula de Física do tema “Geração e distribuição de Energia Elétrica”, porém vale ressaltar a necessidade de ajustes para cada tipo de sala de aula, de diferentes contextos, com diferentes alunos, de acordo com o olhar do professor aplicador sob seu ambiente escolar. Além disso também é possível utilizar esta metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas para outras propostas de outros conteúdos, desde que sejam considerados todos os fatores que foram apresentados aqui (estrutura escolar, tempo, habilidades desejadas a serem desenvolvidas pelos alunos após a aplicação da S. D., conhecimento do tema por parte do professor e apoio dos dirigentes escolares).

Além de ser utilizada para o ensino de Física este tipo de metodologia para ensino deste tema também pode ser utilizada com turmas de outros níveis de ensino (graduações em Engenharia e outras áreas das ciências exatas) devido ao tema permitir ser explorado em diferentes níveis de complexidade, e não só no nível do Ensino Médio.

No apêndice 1 se apresenta a SD produto desta pesquisa, que pode ser utilizada como modelo para utilização com outros temas da física. No apêndice 2 está o endereço eletrônico de um site que serve de apoio ao professor que queira consultar o material utilizado e no apêndice 3 está um relatório dos alunos que pode ser utilizado como exemplo.

REFERÊNCIAS

ADMIRAL, T.D.; LEITE, S.Q.M. Proposta de sequência didática de física pra debater o conceito de cinemática. Alfabetização científica a partir de temas trânsito e saúde. SINECT-UTFPR, Ponta Grossa, 2012.

ATHOS ELECTRONICS. Transformador: o que é e como funciona. 2019. Disponível em <https://athoselectronics.com/transformador/>. Acesso em setembro de 2019.

BARAK, M; DORI, Y. J. Enhancing undergraduate students' chemistry understanding through project-based learning in an IT environment. *Science Education*, 89 (1), 117–139. 2005.

BARELL, J. Problem-Based Learning. An Inquiry Approach. Thousand Oaks: Corwin Press. 2007. 6.

BARRETT, T.; MOORE, S. New Approaches to Problem-Based Learning. Revitalising your practice in higher education. New York: Routledge, 2011.

BARROWS, H. S. A. Taxonomy of Problem-Based Learning methods. *Medical Education*, v.20, p. 481-486, 1986.

BEHRENS, M.A., JOSÉ, E.M.A., Aprendizagem por projetos e os contratos didáticos, *Revista Diálogo Educacional* - v. 2 - n.3 - p. 1-19, 2001.

BRASIL, Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Apoio à Gestão Educacional. Pacto nacional pela alfabetização na idade certa: alfabetização em foco: projetos didáticos e sequências didáticas em diálogo com os diferentes componentes curriculares: ano 03, unidade 06 / Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, Diretoria de Apoio à Gestão Educacional. -- Brasília: MEC, SEB, 2012. p. 47.

BRASÍLIO FILHO, A. Motores e Geradores. Portal do Professor MEC, 2010. Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=795>. Acesso em Agosto de 2019.

BRITO, J. N. Detecção de Falhas em Motores Elétricos Através da Análise de Corrente e Análise de Fluxo Magnético. UFSJ-MG. 2014.

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. Fontes de geração de energia elétrica. Disponível em: https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/onde-atuamos/fontes?_adf.ctrl-state=17197bwviv_1&_afLoop=186033505245329#!%40%40%3F_afLoop%3D186033505245329%26_adf.ctrl-state%3D17197bwviv_5. Acesso em Março, 2019.

CARVALHO, C. J. A. O Ensino e a Aprendizagem das Ciências Naturais através

da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: um estudo com alunos de 9º ano, centrado no tema Sistema Digestivo. Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho, 2009.

CARVALHO E MC CANDLESS (2014) CARVALHO H, MCCANDLESS M. Implementando a sala de aula invertida. Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto. 2014; 13 (4): 39-45.

CHACON, L. Constituintes prosódicos e letramento em segmentações não convencionais. Letras de Hoje, Porto Alegre, v. 39, n. 3, 2004. p. 223-232.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André. P. Metodologia do ensino de ciências. São Paulo: Cortez, 2000.

DENZIN N. K. Strategies of Multiple Triangulation. The Research Act: A theoretical Introduction to Sociological Methods. New York: McGraw Hill, 1989.

DEWAY, J. Reconstruction in philosophy. Boston, Beacon Press, 1968.

DOLZ, Joaquim; NOVERRAZ, Michele; SCHNEUWLY, Bernard. Seqüências didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento.

FAGEN, A. P; CROUCH, C. H., MAZUR, E. Peer instruction: Results from a range of classrooms. *The Physics Teacher*, 40, 206-209. 2002.

FERRAZ NETTO, Luiz. Geradores de Energia Elétrica (Conceitos básicos). Feira de Ciências. 2011. Disponível em: http://www.feiradeciencias.com.br/sala13/13_t02.asp. Acesso em Agosto de 2019.

FRANCHI, c.m. acionamentos elétricos, Ed. Érica, 4a. Ed., SP, 2008.

HMELO-SILVER, C.E. Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16, 235-266. 2004.

JIMÉNEZ, A. DÍAZ. Discurso de aula y argumentación en clases de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las ciencias*, v.21(3), 2003, pp 359–370

JOHNSON, D., JOHNSON, R. HOLUBEC, E. The New Circles of Learning: cooperation in the Classroom and School. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development, 1994.

LAWS. P.W., Millikan Lecture 1996: Promoting active learning based on physics education research in introductory physics courses. *Journal of Physics* v.65 (14), 1997.

LEÃO, R. P. S. GTD – Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica. 2009.

LEITE, L.; AFONSO, A. Aprendizagem baseada na resolução de problemas. Características, organização e supervisão. *Boletim das Ciências*, 48, p. 253-260,

2001.

LEITE, L.; ESTEVES, E. Ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas na Licenciatura em Ensino da Física e Química. Trabalho apresentado no VIII Congresso galaico-português de Psicopedagogia. Braga: CIED - Universidade do Minho, p. 1751-1768, 2005.

LÜDKE, M. e ANDRÉ, Marli E. D. A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MANTOVANI, S.R., ARAYA, A.M.O. Sequência didática como instrumento para a aprendizagem significativa do efeito fotoelétrico, Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, polo 16, Presidente Prudente, Universidade Estadual Paulista, Outubro de 2015

MCDERMOTT, L. C., SHAFFER, P. S., CONSTANTINOU, C. P. Preparing teachers to teach physics and physical science by inquiry. *Physics Education*, 35(6), 411–416. DOI: 10.1088/0031-9120/35/6/306. 2000.

MITRE, S. M., Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais, *Ciência & Saúde Coletiva*, v.13(Sup 2) pp 2133-2144, 2008.

NASCIMENTO, C. A. Princípio de funcionamento de célula fotovoltaica. Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras-MG. 2004.

POWELL, K. Spare me the lecture. *Nature*, 425(6955), 234-236. 2003.

RICHARDSON, Roberto Jarry; *Pesquisa Social: Métodos e Técnicas*. São Paulo. Atlas, 2011.

REDISH, E. F. *Teaching physics with the physics suite*. Somerset, NJ: John Wiley&Sons, Inc. 2003.

ROCHA, E.F. Metodologias Ativas: um desafio além das quatro paredes da sala de aula, Simpósio Internacional de Educação a Distância e Encontro de Pesquisadores em Educação a Distância, 2012, São Carlos. *Anais do I SIED e EnPED 2012*. São Carlos, 2012. v. 1. p. 1-10.

SÁNCHEZ R.J., RUIZ P.J., SÁNCHEZ V.E. Las clases invertidas: beneficios y estrategias para su puesta en práctica en la educación superior. In: XIX Congreso internacional de tecnologías para la educación y el conocimiento y VI de pizarra digital: diversidad, estrategias y tecnología. diálogo entre culturas, Julho 2014, Madrid, Espanha, 2014.

SÃO PAULO. Material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo - Secretaria de Educação do Estado de São Paulo- Caderno do Professor Física – Ensino Médio - série 3ª volume 2, 2013. Disponível em <http://www.cadernojuw.com/2015/03/caderno-do-aluno-de-fisica-3-ano- apostila-2->

respostas.html, acesso em novembro 2017.

SÃO PAULO, SECRETARIA DA EDUCAÇÃO. Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias / Secretaria da Educação; coordenação geral, Maria Inês Fini; coordenação de área, Luis Carlos de Menezes. – 1. ed. atual. – São Paulo: SE, 2011.152 p.

SILVA E J. SOUZA. O ensino de Física em Botucatu, *Revista Botucatuense de Ensino de Física*, v. 97, n. 4, p. 1103-1125, 2010.

SOUZA, S. C. DE; DOURADO, L. Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo. *HOLOS*, v. 5, p. 182–200, 2015.

SOUZA, J. M. L. Eletrificação Rural, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola. Notas de aula, UFPR. Disponível em: http://www.moretti.agrarias.ufpr.br/eletrificacao_rural/U00_apresentacao_da_disciplina.pdf. Acesso em março, 2019.

SCHNEUWLY, Bernard.; DOLZ, Joaquim. Gêneros orais e escritos na escola. Tradução e organização: Roxane Rojo e Glaís Sales Cordeiro. Campinas-SP: Mercado de Letras, 2004.

SÁNCHEZ, R.J., RUIZ, P.J., SÁNCHEZ, V.E., (2014). Las clases invertidas: beneficios y estrategias para su puesta en práctica en la educación superior. In: XIX Congreso internacional de tecnologías para la educación y el conocimiento y VI de pizarra digital: diversidad, estrategias y tecnología. diálogo entre culturas, Julho 2014, Madrid, Espanha, 2014.

TURPEN, C.; FINKELSTEIN, A. N. D. Not all interactive engagement is the same: Variations in physics professors' implementation of Peer Instruction, *Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res.* 5, 020101 (2009).

ULIANA, J.E. Apostila de Comando e Motores Elétricos. Curso Técnico em Plásticos (2015). Disponível em www.weg.net. Acesso em Agosto de 2019.

ZABALA, Antoni. A Prática Educativa. Como ensinar. Tradução Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: ARTMED, 1998.

PRODUTO EDUCACIONAL

APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS E O ENSINO DO CONCEITO DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Rodrigo Afonso La Casa de Oliveira

Produto apresentado ao Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Ciências e Tecnologia – UNESP, no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Orientadora: Dra. Ana Maria Osorio Araya

Presidente Prudente – SP

Setembro de 2019

***APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS E O
ENSINO DO CONCEITO DE GERAÇÃO DE ENERGIA
ELÉTRICA***

Rodrigo Afonso La Casa de Oliveira



(Retirada do arquivo de figuras livres)

Sumário

| | |
|--|-----------|
| 1- Apresentação | 1 |
| 2- Conteúdos trabalhados | 2 |
| 3- A Sequência Didática | 14 |
| 4- Página na internet para consulta | 18 |
| 5- Trabalho produzido pelos alunos com comentários do professor | 19 |

1- Apresentação

Este texto, que compõe o Produto Educacional, requisito do *Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física*, tem como objetivo principal contribuir com o ensino de física utilizando metodologias ativas e uma Sequência didática como ferramenta fundamental na organização de um conteúdo de forma a trazer no mesmo patamar conteúdo, atividades diversas e tecnologias. Nos perguntamos: *“Como utilizar a ABP no ensino da física para desenvolver a aprendizagem de um conteúdo significativo para os alunos”*.

Em resposta a esta pergunta escolhemos o tema “Geração de Energia Elétrica”, devido à grande possibilidade de exploração de aspectos sociais e ambientais que este tópico pode propiciar. O tema faz parte do currículo do estado de São Paulo de Física para o terceiro ano do Ensino Médio e traz a interdisciplinaridade na compreensão do conteúdo.

Esperamos contribuir com o professor de Física e as aulas sobre este conteúdo

2- CONTEÚDOS TRABALHADOS

Formas de produção de energia elétrica

Mas então o que faz o movimento (energia cinética) para que o gerador funcione (energia elétrica)? E no caso em particular da geração de energia a partir da luz solar, como funciona essa captação e conversão de energia sem a presença de um gerador mecânico?

Por meio de turbinas e geradores podemos transformar outras formas de energia, como a mecânica e a química, em eletricidade. No caso da energia solar, há um efeito especial que possibilita essa geração de energia em particular, que será explanado mais adiante.

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) mostra em seu site que, pela abundância de grandes cursos d'água, espalhados por quase todo o território brasileiro, a fonte hidrelétrica está no topo da matriz elétrica brasileira. Políticas públicas implementadas nos últimos anos, no entanto, têm feito aumentar a participação de outras fontes nessa matriz. Mas, quais são as fontes de energia utilizadas para produzir a energia elétrica? Mostraremos brevemente quais são estas fontes, que de alguma forma os alunos irão estudar, junto com as consequências que cada uma dela traz para o meio ambiente.

Hidráulica

O fluxo das águas é o combustível da geração de eletricidade a partir da fonte hidráulica. Para aproveitar a queda d'água de um rio, por exemplo, estuda-se o melhor local para a construção de uma usina, levando-se em conta o projeto de engenharia, os impactos ambientais, sociais e econômicos na região, além da viabilidade econômica do empreendimento.

As obras de uma usina hidrelétrica incluem o desvio do curso do rio e a formação do reservatório. A água do rio movimentada as turbinas que estão ligadas a geradores, possibilitando a conversão da energia mecânica em elétrica.

A água é o recurso natural mais abundante do planeta. Estima-se que o potencial hidráulico do Brasil seja da ordem de 260 GW – segundo dados do Atlas de Energia Elétrica do Brasil, Aneel, 2008.

A primeira hidrelétrica do mundo foi construída no final do século XIX,

junto às quedas d'água das Cataratas do Niágara, na América do Norte. No mesmo período, o Brasil construiu sua primeira hidrelétrica, no município de Diamantina (MG), utilizando as águas do Ribeirão do Inferno, afluente do rio Jequitinhonha. Essa hidrelétrica possuía 0,5 megawatt (MW) de potência e linha de transmissão de dois quilômetros de extensão.

Cem anos depois, a potência instalada das usinas aumentou exponencialmente. Concluída em maio de 2006, a Hidroelétrica de Três Gargantas, na China, é hoje a maior hidroelétrica do mundo. Com uma capacidade de geração total de 22.500 MW, ela superou Itaipu Binacional, a maior até então, com capacidade de 14.000 MW. A potência instalada determina se a usina é de grande ou médio porte ou uma Pequena Central Hidrelétrica (PCH).

A Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) adota três classificações:

- Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH, com até 1 MW de potência instalada);
- Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH, entre 1,1 MW e 30 MW de potência instalada);
- Usina Hidrelétrica de Energia (UHE, com mais de 30 MW de potência instalada).

O porte da usina também determina as dimensões da rede de transmissão que será necessária para levar a energia até o centro de consumo. No caso das hidrelétricas, quanto maior a usina, mais distante ela tende a estar dos grandes centros. Assim, exige a construção de grandes linhas de transmissão em tensões alta e extra alta (de 230 kV a 750 kV) que, muitas vezes, atravessam o território de vários estados.

Instaladas junto a pequenas quedas d'água, as PCH's e CGH's, no geral, abastecem pequenos centros consumidores – inclusive unidades industriais e comerciais individuais – e não necessitam de instalações tão extensas para o transporte da energia.

Gás Natural

Na geração termelétrica, a eletricidade é produzida a partir da queima de combustíveis, sendo o gás natural um dos mais utilizados no Brasil. O vapor

produzido na queima do gás é utilizado para movimentar as turbinas ligadas a geradores. O gás natural tem elevado poder calorífico e, em sua queima, apresenta baixos índices de emissão de poluentes, em comparação a outros combustíveis fósseis. Em caso de vazamentos, tem rápida dispersão, com baixos índices de odor e de contaminantes. O gás natural é uma mistura de hidrocarbonetos gasosos, originados da decomposição de matéria orgânica fossilizada ao longo de milhões de anos. O desenvolvimento deste tipo de geração é relativamente recente – tem início na década de 1940. O uso dessa tecnologia foi ampliado somente na última década do século passado. Atualmente, as maiores turbinas a gás chegam a 330 MW de potência e os rendimentos térmicos atingem 42%.

Entre as vantagens adicionais da geração termelétrica a gás natural estão o prazo relativamente curto de maturação do empreendimento e a flexibilidade para o atendimento de cargas de ponta.

Petróleo

O petróleo é uma mistura de hidrocarbonetos que tem origem na decomposição de matéria orgânica, principalmente o plâncton (plantas e animais microscópicos em suspensão nas águas), causada pela ação de bactérias em meios com baixo teor de oxigênio.

Ao longo de milhões de anos, essa decomposição foi se acumulando no fundo dos oceanos, mares e lagos e, pressionada pelos movimentos da crosta terrestre, transformou-se numa substância oleosa. Essa substância é encontrada em bacias sedimentares específicas, formadas por camadas ou lençóis porosos de areia, arenitos ou calcários.

Embora conhecido desde os primórdios da civilização humana, somente em meados do século XIX tiveram início a exploração de campos e a perfuração de poços de petróleo. A partir de então, a indústria petrolífera teve grande expansão. Apesar da forte concorrência do carvão e de outros combustíveis considerados nobres à época, o petróleo passou a ser utilizado em larga escala, especialmente após a invenção dos motores a gasolina e a óleo diesel. Durante muitas décadas, o petróleo foi o grande propulsor da economia mundial, chegando a representar, no início dos anos 70, quase 50% do consumo de energia primária em todo o mundo.

Embora declinante ao longo do tempo, sua participação nesse consumo ainda representa cerca de 43%, segundo dados da Agência Internacional de Energia, de 2003.

O petróleo é o principal responsável pela geração de energia elétrica em diversos países do mundo. Apesar da expansão recente da hidroeletricidade e da diversificação das fontes de geração de energia elétrica verificadas nas últimas décadas, o petróleo ainda é responsável por cerca de 8% de toda a eletricidade gerada no mundo.

A geração de energia elétrica a partir de derivados de petróleo ocorre por meio da queima desses combustíveis em caldeiras, turbinas e motores de combustão interna. A utilização de caldeiras e turbinas é similar aos demais processos térmicos de geração e se aplica ao atendimento de cargas de ponta e/ou aproveitamento de resíduos do refino de petróleo. Os grupos geradores a diesel são comuns no suprimento de comunidades e de sistemas isolados da rede elétrica convencional.

No Brasil, onde historicamente a geração de energia elétrica é predominantemente hidrelétrica, a geração térmica tem desempenhado papel importante no atendimento da demanda de pico do sistema elétrico e, principalmente, no suprimento de energia elétrica a municípios e comunidades não atendidos pelo sistema interligado.

Carvão

O carvão, a exemplo do que ocorre com os demais combustíveis fósseis, é uma complexa e variada mistura de componentes orgânicos sólidos, fossilizados ao longo de milhões de anos. Sua qualidade, determinada pelo conteúdo de carbono, varia de acordo com o tipo e o estágio dos componentes orgânicos.

A turfa, de baixo conteúdo carbonífero, constitui um dos primeiros estágios do carvão, com teor de carbono na ordem de 45%; o linhito apresenta um índice que varia de 60% a 75%; o carvão betuminoso (hulha), mais utilizado como combustível, contém cerca de 75% a 85% de carbono, e o mais puro dos carvões; o antracito, apresenta um conteúdo carbonífero superior a 90%.

Da mesma forma, os depósitos variam de camadas relativamente simples e próximas da superfície do solo e, portanto, de fácil extração e baixo custo, a

complexas e profundas camadas, de difícil extração e custos elevados.

Em participação na matriz energética mundial, o carvão é responsável por cerca de 8% de todo o consumo mundial de energia e de 39% de toda a energia elétrica gerada. Para assegurar a preservação do carvão na matriz energética mundial, atendendo às metas ambientais, têm sido pesquisadas e desenvolvidas tecnologias de remoção de impurezas e de combustão eficiente do carvão.

O aproveitamento do carvão mineral para a geração de energia elétrica no Brasil teve início nos anos 1950. Naquela época, foram iniciados estudos e, em seguida, a construção das usinas termelétricas de Charqueadas (RS), com 72 MW de potência instalada, Capivari (SC), com 100 MW, e Figueira (PR), com 20 MW.

Nuclear

A energia nuclear ou núcleo elétrica é proveniente da fissão do urânio em reator nuclear. Apesar da complexidade de uma usina nuclear, seu princípio de funcionamento é similar ao de uma termelétrica convencional, na qual o calor gerado pela queima de um combustível produz vapor, que aciona uma turbina, acoplada a um gerador de corrente elétrica.

Na usina nuclear, o calor é produzido pela fissão do urânio no reator, cujo sistema mais empregado é constituído por três circuitos – primário, secundário e de refrigeração. No primeiro, a água é aquecida a uma temperatura de aproximadamente 320°C, sob uma pressão de 157 atmosferas. Em seguida, essa água passa por tubulações e vai até o gerador de vapor, onde vaporiza a água do circuito secundário, sem que haja contato físico entre os dois circuitos. O vapor gerado aciona uma turbina, que movimenta o gerador e produz corrente elétrica.

No final dos anos 1960, o governo brasileiro decidiu ingressar na geração termonuclear, visando conhecer melhor a tecnologia e adquirir experiências para o futuro. Na época, cogitava-se a necessidade de complementação térmica para o suprimento de eletricidade no Rio de Janeiro. Decidiu-se, então, que essa complementação ocorresse por meio da construção de uma usina nuclear (Angra I) em Angra dos Reis (RJ).

A construção de Angra I (657 MW) teve início em 1972. A primeira reação nuclear em cadeia ocorreu em março de 1982 e a usina entrou em operação comercial em janeiro de 1985. Mas, logo após, interrompeu suas atividades, voltando a funcionar somente em abril de 1987, operando, porém, de modo intermitente, até dezembro de 1990 (nesse período, operou com 600 MW médios durante apenas 14 dias).

Entre 1991 e 1994, as interrupções foram menos frequentes, mas somente a partir de 1995 a usina passou a ter operação regular.

A construção de Angra II (1.350 MW) teve início em 1976 e a previsão inicial para a usina entrar em operação era 1983. Em razão, porém, da falta de recursos, a construção ficou paralisada durante vários anos e a operação do reator ocorreu somente em julho de 2000, com carga de 200 MW a 300 MW. Entre 20 de agosto e 3 de setembro daquele ano, a usina funcionou regularmente, com 915 MW médios. A partir de então, operou de modo intermitente até 9 de novembro, quando passou a funcionar com potência de 1.350 MW médios.

Biomassa

Biomassa é a massa total de organismos vivos numa área. Esta massa constitui uma importante reserva de energia, pois é formada essencialmente por hidratos de carbono. Do ponto de vista energético, para fins de outorga de empreendimentos do setor elétrico, biomassa é todo recurso renovável oriundo de matéria orgânica (de origem animal ou vegetal) que pode ser utilizada na produção de energia.

Uma das principais vantagens da biomassa é que, embora de eficiência inferior à de outras fontes, seu aproveitamento pode ser feito diretamente, por meio da combustão em fornos e caldeiras, por exemplo.

Para aumentar a eficiência do processo e reduzir impactos socioambientais, tem-se desenvolvido tecnologias de conversão mais eficientes, como a gaseificação e a pirólise – decomposição térmica de materiais contendo carbono, na ausência de oxigênio. Também é comum a cogeração em sistemas que utilizam a biomassa como fonte energética.

No Brasil, a imensidão das regiões tropicais e chuvosas oferece

excelentes condições para a produção e o uso energético da biomassa em larga escala, com grande potencial no setor de geração de energia elétrica. No restante do país, a produção de madeira, em forma de lenha, carvão vegetal ou toras, também gera grande quantidade de resíduos que podem igualmente ser aproveitados na geração de energia elétrica. No entanto, o recurso de maior potencial para geração de energia elétrica no país é o bagaço da cana-de-açúcar.

O setor sucroalcooleiro gera grande quantidade de resíduos, que pode ser aproveitada na geração de eletricidade, principalmente em sistemas de cogeração. Ao contrário da produção de madeira, o cultivo e o beneficiamento da cana são realizados em grandes e contínuas extensões, e o aproveitamento de resíduos (bagaço, palha, vinhoto etc.) é facilitado pela centralização dos processos de produção.

Em média, cada tonelada de cana processada requer cerca de 12 kWh de energia elétrica, o que pode ser gerado pelos próprios resíduos da cana. Os custos de geração já são competitivos com os do sistema convencional de suprimento, o que possibilita a autossuficiência do setor em termos de suprimento energético, por meio da cogeração.

Eólica

Energia eólica é a energia cinética contida nas massas de ar em movimento (vento). Seu aproveitamento ocorre por meio da conversão da energia cinética de translação em energia cinética de rotação, com o emprego de turbinas eólicas – também denominadas aerogeradores – para a geração de eletricidade, ou de cata-ventos (e moinhos), para trabalhos mecânicos como bombeamento d'água.

A energia eólica é utilizada há milhares de anos no bombeamento d'água, moagem de grãos e outras aplicações que envolvem energia mecânica. A geração eólica ocorre pelo contato do vento com as pás do cata-vento. Ao girar, essas pás dão origem à energia mecânica que aciona o rotor do aerogerador, que produz a eletricidade.

A primeira turbina eólica comercial ligada à rede elétrica pública foi implantada na Dinamarca, em 1976. Hoje, existem mais de 30 mil turbinas

eólicas em operação em todo o mundo.

O desenvolvimento tecnológico recente – principalmente no que tange à melhoria dos sistemas de transmissão, da aerodinâmica e das estratégias de controle e operação das turbinas – têm reduzido custos e melhorado o desempenho e a confiabilidade dos equipamentos.

O Brasil é favorecido em termos de ventos, que se caracterizam por uma presença duas vezes superior à média mundial e por uma volatilidade de apenas 5%, o que dá maior previsibilidade ao volume a ser produzido.

Além disso, como a velocidade costuma ser maior em períodos de estiagem, é possível operar usinas eólicas em sistema complementar com usinas hidrelétricas, de forma a preservar a água dos reservatórios em períodos de poucas chuvas.

As estimativas constantes do Atlas do Potencial Eólico Brasileiro de 2010, elaborado pela Eletrobrás, apontam para um potencial de geração de energia eólica de 143,5 mil MW no Brasil, volume superior à potência instalada total no país nesse mesmo ano. As regiões com maior potencial medido são Nordeste, Sudeste e Sul.

Solar

A energia solar é aquela energia obtida pela luz do Sol que pode ser captada com painéis solares. É uma fonte de vida e de origem da maioria das outras formas de energia na Terra. A energia solar chega ao planeta nas formas térmica e luminosa.

Sua irradiação na superfície da Terra é suficiente para atender milhares de vezes o consumo mundial de energia. Essa radiação, porém, não atinge de maneira uniforme toda a crosta terrestre. Depende da latitude, da estação do ano e de condições atmosféricas como nebulosidade e umidade relativa do ar.

A produção de eletricidade a partir da energia solar vem crescendo nos últimos anos, e tem ganhado projeção com o desenvolvimento da microgeração.

Tradicionalmente, o mais generalizado é o uso da energia solar para a obtenção de energia térmica. Esta aplicação destina-se a atender setores diversos, que vão da indústria, em processos que requerem temperaturas

elevadas (por exemplo, secagem de grãos na agricultura) ao residencial, para aquecimento de água. Outra tendência é a utilização da energia solar para a obtenção conjunta de calor e eletricidade.

O Brasil é privilegiado em termos de radiação solar. O Nordeste brasileiro apresenta radiação comparável às melhores regiões do mundo nessa variável. O que, porém, não ocorre em localidades mais distantes da linha do Equador, como as regiões Sul e Sudeste.

Princípio por trás da geração de energia solar: Efeito Fotovoltaico - Conversão da Luz em Eletricidade

Utilizando a energia elétrica fotovoltaica para fornecer eletricidade a um circuito responsável pela iluminação em residências, pequenas cargas como: rádios, televisores, vídeo cassete, dvd e outros, os sistemas aquecedores solar, fotovoltaico e energia convencional trabalhando de forma conjugada, proporcionaria uma maior economia. A energia solar fotovoltaica é obtida através da conversão direta da luz em eletricidade (Efeito Fotovoltaico).

Edmond Becquerel relatou o fenômeno em 1839, quando nos extremos de uma estrutura de matéria semicondutora surge o aparecimento de uma diferença de potencial elétrico, devido à incidência de luz. No processo de conversão da energia radiante em energia elétrica a célula é a unidade fundamental. O silício é o segundo elemento mais abundante no globo terrestre e é explorado sob diversas formas: monocristalino, policristalino e amorfo.

Outros materiais alternativos estão sendo testados para essa aplicação, como exemplo as células de filmes finos, em que seu processo de fabricação requer menor custo, porém sua eficiência energética é baixa se comparada com as de silício convencional. Mas sua aplicação é melhor em equipamentos de baixo consumo. O Brasil apresenta uma radiação solar média acima de 2500 horas/ano, por ter como característica um clima tropical. Desta forma a energia solar fotovoltaica poderá ser bem mais utilizada, principalmente em regiões remotas em que a rede de distribuição não alcançou. A preservação do meio ambiente é um fator muito importante e que muitas vezes é “ignorado” com a ampliação das linhas de transmissão e construções de usinas hidrelétricas. Além da importante tarefa de conscientização e sociocultural pelo uso de uma energia limpa e gratuita e a economia de energia elétrica

convencional.

A intensidade da corrente elétrica gerada variará na mesma proporção conforme a intensidade da luz incidente. Uma célula fotovoltaica não armazena energia elétrica, apenas mantém um fluxo de elétrons estabelecidos num circuito elétrico enquanto houver incidência de luz sobre ela. Este fenômeno é denominado “Efeito fotovoltaico”.

Cada célula gera uma tensão elétrica da ordem de 0,4 a 0,5 Volt, que sendo associadas em série pode aumentar essa tensão para uma desejada. Sendo assim na saída de cada módulo se tem a soma da energia produzida por cada célula resultando num gerador com energia significativa.

Existem diversos tipos de células fotovoltaicas no mercado. Algumas estão em estágio experimental. As atuais pesquisas buscam construir células mais eficientes e com baixos custos de fabricação, problema esse que limita a sua disseminação no mercado brasileiro.

As células mais importantes e consolidadas no mercado são as fabricadas a base de silício. Atualmente constituem o grande campo de pesquisas para desenvolvimento de células de menor custo, são as células de filmes finos. A estratégia é usar pouco material, diminuir o consumo de energia na fabricação permitindo a produção em larga escala.

Geotérmica

A energia geotérmica (ou geotermal) é aquela obtida pelo calor que existe no interior da Terra. Os principais recursos são os gêiseres – fontes de vapor no interior da Terra que apresentam erupções periódicas.

Embora conhecida desde 1904 – ano da construção da primeira usina –, a evolução deste segmento sempre foi lenta e caracterizada pela construção de pequeno número de unidades, em poucos países. No Brasil, por exemplo, não há nenhuma unidade em operação, nem sob forma experimental.

O porte de empreendimentos atuais, porém, é significativo. A potência instalada no campo de gêiseres da Califórnia é de 500 MW.

Nos últimos anos, no esforço para diversificar a matriz, alguns países, como México, Japão, Filipinas, Quênia e Islândia, procuraram expandir o parque geotérmico.

Quando não existem gêiseres e as condições são favoráveis, é possível estimular o aquecimento d'água usando o calor do interior da Terra. Um experimento realizado em Los Alamos, Califórnia provou a possibilidade de execução deste tipo de usina.

Em terreno propício, foram perfurados dois poços vizinhos, distantes 35 metros lateralmente e 360 metros verticalmente, de modo que eles alcancem uma camada de rocha quente. Em um dos poços é injetada água, ela se aquece na rocha e é expelida pelo outro poço e quando esta função acontece a água predominante na pedra penetra na mesma ocorrendo o processo de metabolização geotérmica. Esta é a melhor maneira de obter energia naturalmente. É necessário perfurar um poço que já contenha água e a partir daí a energia é gerada normalmente. Em casos raros, pode ser encontrado o que os cientistas chamam de fonte de "vapor seco", em que a pressão é alta o suficiente para movimentar as turbinas da usina com excepcional força, sendo assim uma fonte eficiente na geração de eletricidade.

Aproximadamente todos os fluxos de água geotérmicos contêm gases dissolvidos, sendo que estes gases são enviados à usina de geração de energia junto com o vapor de água.

É igualmente importante que haja tratamento adequado a água vinda do interior da Terra, que contém minérios prejudiciais à saúde. Se ocorrer despejo diretamente em rios locais, isto prejudica a fauna e a flora locais.

Marítima

A água é o recurso natural mais abundante do planeta e uma das poucas fontes para produção de energia que não contribui para o aquecimento global. Além disso, é renovável. O potencial de geração de energia elétrica a partir do mar inclui o aproveitamento das marés, correntes marítimas, ondas, energia térmica e gradientes de salinidade.

A eletricidade pode ser obtida a partir da energia cinética (do movimento) produzida pelo movimento das águas ou pela energia derivada da diferença do nível do mar entre as marés alta e baixa – a energia maremotriz, o modo de geração de eletricidade por meio da utilização da energia contida no movimento de massas de água devido às marés.

Dois tipos de energia maremotriz podem ser obtidas: energia cinética das correntes devido às marés e energia potencial pela diferença de altura entre as marés alta e baixa.

Todas as tecnologias ainda estão em fase de desenvolvimento, com exceção desta última. Nenhuma ainda apresenta custos competitivos frente às demais fontes alternativas de energia. Um dos países que se destaca nas pesquisas é Portugal, que tem diversos projetos pilotos.

Segundo registra a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o potencial estimado para a energia a partir das marés no mundo é de 22 mil terawatt-hora (TWh) por ano, dos quais 200 TWh seriam aproveitáveis. Em 2008, menos de 0,6 TWh, ou 0,3%, eram convertidos em energia elétrica.

Biogás

O biogás é obtido a partir da biomassa contida em dejetos (urbanos, industriais e agropecuários) e em esgotos, que passa naturalmente do estado sólido para o gasoso por meio da ação de microrganismos que decompõem a matéria orgânica em um ambiente anaeróbico.

Neste caso, o biogás é lançado à atmosfera e passa a contribuir para o aquecimento global, uma vez que é composto por metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂), nitrogênio (N₂), hidrogênio (H₂), oxigênio (O₂) e gás sulfídrico (H₂S). A utilização do lixo para produção de energia permite o uso deste gás, além da redução do volume dos dejetos em estado sólido. A geração de energia por esta fonte permite a redução dos gases causadores do efeito estufa e contribui para o combate à poluição do solo e dos lençóis freáticos.

Existem três rotas tecnológicas para a utilização do lixo como fonte energética. Uma delas, a mais simples e disseminada, é a combustão direta dos resíduos sólidos. Outra é a gaseificação por meio da termoquímica (produção de calor por meio de reações químicas).

Finalmente, a terceira (e mais utilizada para a produção do biogás) é a reprodução do processo natural em que a ação de microrganismos em um ambiente anaeróbico produz a decomposição da matéria orgânica e, em consequência, a emissão do biogás. No Brasil, apesar do enorme potencial, ainda são poucas as usinas termelétricas movidas a biogás em operação.

Sequência didática completa

É apresentada, a seguir, a sequência didática completa, utilizando a metodologia ABP, utilizada na aplicação desta pesquisa, a fim de que possa ser adaptada ao contexto de cada sala de aula em situações diferentes da que foi aplicada neste trabalho. É importante lembrar que esta SD surtirá diferentes resultados nas aplicações, pois depende muito do contexto escolar em que será aplicada e das inúmeras variáveis que os alunos poderão apresentar. Sendo assim, esta SD não é uma receita pronta, dependendo muito de fatores que são imprevisíveis.

| Momento | Aula – Objetivo | Atividade | Habilidade a ser desenvolvida | Tempo |
|---------|---|--|---|---------------------------------|
| 1 | Apresentar a proposta ABP e explicar o problema em questão aos alunos. | Fazer a separação dos alunos e delegar as funções para cada integrante do grupo (designar quem ficará responsável pelos aspectos ambiental, geográfico, tecnológico e financeiro). | Análise de pessoas e de virtudes; elencar as individualidades de cada aluno para que se encaixem em um único aspecto. | 20min |
| | Auxiliar os alunos na pesquisa inicial (levantamento de dados sobre usinas no mundo). | <p>Pesquisar na internet sobre a utilização de usinas de geração de energia elétrica no mundo todo;</p> <p>Relatar os dados encontrados na pesquisa para futura discussão.</p> | <p>Utilizar adequadamente fontes de pesquisa como bibliotecas, enciclopédias e internet;</p> <p>Ler e interpretar gráficos que representam as formas de gerar energia elétrica mais utilizadas no mundo todo.</p> | Fora de sala de aula/ 30min. |

| | | | | |
|----------------|---|---|--|--|
| 2 | Analisar as formas possíveis perante a proposta inicial. | Os alunos deverão analisar individualmente as formas pré-selecionadas e escolher somente aquelas que se encaixam nas primeiras limitações impostas pela situação proposta. | Utilizar adequadamente fontes de pesquisa como bibliotecas, enciclopédias e internet; Analisar e interpretar textos; Resolução de problemas. | Fora de sala de aula. |
| 3 | Debater e escolher a melhor forma, equilibrando os quatro aspectos. | Individualmente os alunos deverão escolher uma ou duas formas que melhor se encaixam com o seu ponto de vista (aspecto de análise); Em grupo, debater as formas selecionadas individualmente e elegerem uma única que represente os interesses do grupo. | Debate e resolução de problemas; Capacidade de resolver problemas em grupo mesmo na presença de ideias divergentes. | 1ª parte fora da escola 2ª parte: 30min |
| Momento | Aula – Objetivo | Atividade | Habilidade a ser desenvolvida | Tempo |

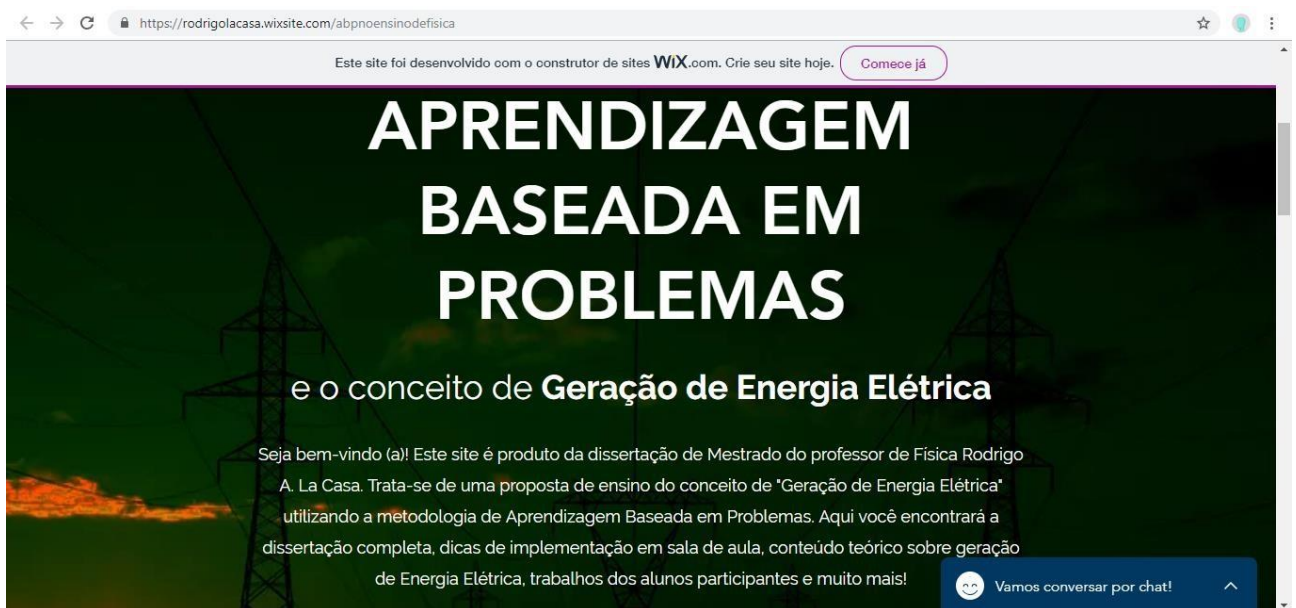
| | | | | |
|---|-------------------------------------|--|---|-------|
| 4 | Apresentar a solução de cada grupo. | Apresentar com uso de slides os resultados da pesquisa e todo o processo para chegar até a escolha final, mostrando os pontos positivos e negativos sob a ótica de cada aspecto. | Elaborar comunicação escrita ou oral para relatar resultados, utilizando linguagem científica adequada. | 50min |
| | | | | |
| 5 | Fechamento | O professor faz a mediação em um debate com os outros grupos, a fim de discutir sobre as soluções encontradas. | | 20min |

Página na internet para consulta

Neste apêndice serão apresentados o site para consulta da dissertação e de orientações para os futuros trabalhos de outros professores que queiram utilizar esta metodologia em suas aulas e instruções para o acesso. O site tem o seguinte endereço eletrônico:

<https://rodrigolacasa.wixsite.com/abpnoensinodefisica>

Abrindo o navegador de internet (qualquer navegador é recomendado, tanto em acesso por desktop quanto para acesso móvel) é só copiar o endereço eletrônico acima e colar na barra de pesquisa. Ao teclar “Enter” o usuário será direcionado à página gerada como produto desta dissertação.



Tela inicial do site contendo o trabalho de dissertação de mestrado.

Neste site é possível encontrar o arquivo em PDF desta dissertação completa, o arquivo da sequência didática produzida, os relatos de alunos que já produziram sobre a geração de energia elétrica e textos sobre a metodologia utilizada

Relatório produzido pelos alunos (com comentários do professor)

Os alunos produziram um relatório explicando a pesquisa e destacando os pontos principais de cada forma de geração de energia de acordo com os aspectos de análise de cada um. Como amostra tem-se a seguir um relatório, com comentários do professor (em negrito itálico):

Relatório de pesquisa de proposta de geração de energia elétrica. Alunos do 3º ano E. M. – Escola Particular de Santo Anastácio – SP

Fontes de energia mais utilizadas no mundo

- Usina Hidrelétrica;
- Usina Eólica;
- Usina Térmica Nuclear;
- Usina Térmica a carvão;
- Usina Térmica a biomassa;
- Usina Térmica a gás natural;
- Usina Solar;
- Usina Geotérmica;
- Usina a Óleo combustível;
- Usina Térmica a óleo diesel.

Os alunos foram orientados a, inicialmente, organizarem um plano de trabalho. Todos, inclusive o deste exemplo, começaram fazendo um levantamento sobre as formas de gerar Energia mais utilizadas no mundo.

Usina Termelétrica

Ecológico (ambiental)

A usina termelétrica é aquela responsável por transformar a queima de combustíveis fósseis (renovável ou não renovável, como o carvão mineral, gás natural, gasolina, entre outros) em energia termelétrica.

As formas de produção de energia são praticamente iguais, variando apenas os combustíveis para as respectivas usinas, que podem ser: usina a óleo, usina a carvão, usina nuclear e usina a gás.

Como são usados combustíveis fósseis para queimar e gerar energia, há uma grande liberação de poluentes na atmosfera. Estes poluentes são responsáveis pela geração do efeito estufa e do aumento do aquecimento global. Portanto, este tipo de energia é altamente prejudicial ao meio ambiente.

O carvão é um dos combustíveis mais utilizados nas usinas, pelo fato de que suas reservas são muito grandes e estarem espalhadas por todo o mundo.

Os impactos ambientais associados à construção e operação de usinas termelétricas ocorrem principalmente devido à queima de combustíveis fósseis. A emissão de poluentes e de gases de efeito estufa e seus efeitos sobre possíveis mudanças climáticas, entre outros fatores, exercem efeito inibidor quanto ao emprego desse tipo de empreendimento.

São consideradas alternativas para países que não possuem outros tipos de fontes de energia, por não ter outras opções por perto.

Feito o levantamento das dez formas os alunos fizeram uma pré-seleção e analisaram, cada um com seu aspecto, os pontos positivos e negativos dessas formas levantadas.

Geográfico

As usinas termelétricas estão sempre sujeitas a questões geopolíticas relacionadas com a disponibilidade de combustíveis fósseis apenas em alguns locais do planeta. Desse modo, ocorrendo crises como a do petróleo de 1973 ou guerras como as do Golfo no início dos anos 90, os preços de combustíveis poderão variar bastante, afetando diretamente a viabilidade de operação das usinas. É um índice econômico externo que é inserido no cálculo da energia.

Elas também podem ser instaladas em locais próximos às regiões de consumo, reduzindo o custo com torres e linhas de transmissão, o que gera um fator positivo para esse tipo de fonte de energia.

Tecnológico e científico

O funcionamento da usina termelétrica é baseado na queima de combustíveis, tanto renováveis ou não.

A transformação para se obter eletricidade, começa ao colocar toneladas de água em uma caldeira, que é esquentada por uma fornalha, onde estão os combustíveis sendo queimados, chegando até em 500°C.

O vapor que é formado pelo aquecimento da água, é transportado até um compartimento onde está a turbina e o gerador, que é nessa parte em que a turbina gira, é obtida a energia, sendo levada por cabos até os transformadores, e depois, até aos seus consumidores.

Aquele vapor que passou pelas turbinas, é levado até um outro compartimento, chamado condensador, o qual tem uma pressão muito alta, e o transforma novamente em água, e se reinicia todo o ciclo.

Existem dois tipos de turbinas:

Turbina a gás: A dilatação dos gases resultantes da queima do combustível ativa a turbina a gás, a qual está diretamente acoplada ao gerador onde é transformada em potência elétrica.

Turbina a vapor: funciona tal qual uma Usina Termelétrica convencional, todavia, a mudança da água em estado líquido para vapor é feita a partir do reaproveitamento do calor dos gases da turbina a gás, os quais recuperam o calor na caldeira.

Financeiro (mercadológico)

O custo das usinas são as despesas de financiamento ocorridas por ocasião da construção da usina e o custo operacional, representado pela compra do combustível. Adota-se como primeiro fator que todas as despesas de construção serão feitas através de financiamento bancários de agentes internacionais, realizadas em dólares, com juros contabilizados anualmente.

Estima-se um investimento global para a instalação completa, o qual será obtido por empréstimo, efetuado em parcelas anuais a partir do início da construção (primeiro ano), finalizando com a última parcela no início do último ano de construção da usina (ano "x").

Admitindo-se que uma usina termoelétrica de 145.000 kW será construída em 5 anos com financiamento estimado em 144 milhões de dólares, a primeira parcela de 36 milhões de dólares será concedida no início da construção devendo acumular juros anuais durante os 4 anos. A segunda parcela de mesmo valor será concedida no início do segundo ano, acumulando juros durante os três anos restantes. As demais parcelas seguirão a mesma sistemática, juntando com a última, concedida no início do quarto ano de construção.

Usina Hidrelétrica

Tecnológico e científico

Foi possível chegar à conclusão de que a Usina hidrelétrica é a melhor dentro dos quatro aspectos porque, apesar de ter um alto custo financeiro, ela é a mais utilizada em todo o mundo, ao ser comparado com

todas as outras, sendo seu percentual de 60%. Na parte tecnológica, para conseguir analisá-la, é preciso levar

em conta a questão financeira também, pois, pelas máquinas não serem de baixo custo, não compensaria utilizá-la, porém, como já foi dito anteriormente, por ela ser a mais utilizada em todo o mundo, sua tecnologia tem que ser de alta qualidade, o que possibilita o gasto de tanto dinheiro.

Seu modo de funcionamento consiste na pressão da água, que sai de seu reservatório, passando pelo duto até chegar até a turbina, que a faz girar, transformando a energia potencial e energia cinética, e logo depois, a água é devolvida ao rio. Após isso, a energia cinética é transformada, pelo gerador, em energia elétrica, e sendo assim, distribuída nas casas e comércios.

Geográfico

Ela, porém, não se enquadra no aspecto geográfico, de acordo com a proposta inicial que diz que não há rios próximos.

Financeiro (mercadológico)

No financeiro, por mais que seu custo seja alto, compensa gastar todo esse dinheiro, porque ao ser a mais utilizada no mundo, é garantido de que não será um desperdício construí-la.

Ambiental

Desmatamento, perda do equilíbrio do ecossistema, já que as áreas onde as hidrelétricas são construídas são amplas e, conseqüentemente, ocorre uma perda em relação às plantas existentes na região. Quando há um desmatamento, pode haver também um desequilíbrio em relação aos ecossistemas locais. A vida aquática é profundamente afetada pela construção de hidrelétricas, havendo perdas de espécies de peixes.

Mudança do clima local, uma vez que o reservatório concentra uma

ampla quantidade de água, aumentando a transpiração nos locais onde as hidrelétricas estão instaladas. Assim, podem ser alterados os regimes de chuvas na região, bem como a temperatura.

Vale ressaltar que foi mantida ao máximo as características originais dos trabalhos dos alunos, tais como: formatação, ordem de escrita, palavras e termos “equivocados” e erros conceituais.

Usina Eólica

Neste aspecto, a usina eólica não é a mais recomendada por não ter um grande consumo dela no mundo, por seu espaço geográfico ser muito específico, sendo considerado um “desperdício” focar tanto nela sendo que existem usinas maiores.

Sua tecnologia é baseada na rotação das hélices por consequência do vento, transformando em energia, e logo após, é levada até as casas.

Usina Térmica Nuclear

Esse tipo de energia é utilizado em lugares onde existe muito urânio, o qual é considerado muito radioativo, então é perigoso, o que faz com que não haja muitas espalhadas pelo mundo.

Usina Térmica a Carvão

Por mais que essa usina possa ser construída em qualquer lugar, ao funcionar pela queima de carvão, é bom (ou necessário) estar perto de lugares onde tenha petróleo, para facilitar o acesso e o custo da utilização dele.

Usina Solar

A parte tecnológica dessa usina é considerada muito “simples”, por serem pequenas placas instaladas no teto das casas, transformando os raios

solares em energia térmica.

Usina Térmica a biomassa

Esse modo de gerar energia é outro exemplo de usina que é preciso ou necessário ter o combustível usado, perto dela, para não ter um prejuízo no aspecto financeiro. Porém, sua tecnologia é muito bem desenvolvida, só não foi escolhida como a melhor no aspecto tecnológico por conta de que existem outras usinas maiores e melhores.

Usina Térmica a Gás Natural

Essa usina tem a mesma questão da Usina Térmica a Carvão, pois tem que ser construída em lugares perto de petróleo, pelo fato de que o gás natural ser encontrado perto dele.

Usina Geotérmica

Por conta de essa usina ser apenas encontrada em lugares perto de vulcões, sua localização tem que ser muito específica, o que acaba por causar uma pequena quantidade de pessoas que a utilizam. Sua tecnologia é baseada na transformação do calor da terra em energia.

Usina Térmica a Óleo Diesel

Esse tipo de usina é outra forma igual à Usina térmica a carvão, pois, ela não foi escolhida como a melhor para esse aspecto, pelo motivo de que sua tecnologia não ser tão avançada.

Usina Térmica a Óleo Combustível

Tem o mesmo conceito da usina anterior, também por não ser facilmente encontrado o óleo combustível, e sua tecnologia ser menos atualizada do que de outras usinas.

Percebe-se que partes da ordem do relatório fogem à ordem pesquisada, devido aos alunos terem feito parte do trabalho em casa (individualmente) e parte na escola (coletivamente). Houve falha no trabalho deste grupo nesse quesito.

ASPECTO AMBIENTAL

Térmica nuclear:

- O aquecimento da água do mar;
- Contaminação pelos rejeitos da produção de energia nuclear.

A partir daqui começou a separação das análises das formas possíveis de serem utilizadas. Aqui são partes individuais no relatório.

Térmico carvão:

Além da questão do aumento da poluição, outro ponto negativo está na questão do desmatamento. Para conseguir madeira, muitos produtores retiram árvores de áreas proibidas e com isso coloca em risco o ecossistema local. Por isso é importante verificar a procedência e conferir se existe algum selo ou nota fiscal que indique que o produto é legal, e não foi retirado de alguma reserva de proteção ambiental.

Biomassa:

- Desflorestação de florestas, além da destruição de habitats;

- Possui um menor poder calorífico quando comparado com outros combustíveis;
- Os biocombustíveis líquidos contribuem para a formação de chuvas ácidas;
- Dificuldades no transporte e no armazenamento de biomassa sólida.

Gás natural:

Até o transporte pode gerar grandes impactos no ambiente, como derramamentos de navios petroleiros, vazamentos em plataformas e gasodutos. Tem também a desvantagem de ter contaminantes altamente tóxicos que tem de ser eliminados no processo de refinamento.

Geotérmica:

Se não for usado em pequenas zonas onde o calor do interior da Terra vem à superfície através de gêiseres e vulcões, então a perfuração dos solos para a introdução de canos é dispendiosa.

Os anti-gelificantes usados nas zonas mais frias são poluentes: apesar de terem uma baixa toxicidade, alguns produzem CFCs e HCFCs.

Óleo diesel:

Produz um gás com efeito de estufa, o óxido de azoto, que também tem efeitos no aquecimento global.

Óleo combustível:

Emissões de Gases de Efeito Estufa – Uma das maiores desvantagens de óleo é que ele libera dióxido de carbono;

Poluição da Água e da Terra – Os derramamentos de óleo têm causado números incríveis de poluição maciça na água.

ASPECTO FINANCEIRO

Hidrelétrica:

Mais utilizado do mundo, custo benefício dela é barato e compensa mais que as outras, pois o valor que é investido é necessário, pois ela é construída em rios e represas, o custo que é utilizado para construir essa usina vale muito apenas, com o custo de: 3,57/MVH.

Eólica

Intermitência, ou seja, nem sempre o vento sopra quando a eletricidade é necessária, tornando difícil a integração da sua produção no programa de exploração;

Provoca um impacto visual considerável, principalmente para os moradores em redor, a instalação dos parques eólicos gera uma grande modificação da paisagem, ela tem um custo considerável de 99,58/MWh, mas ainda pior que a hidrelétrica.

Nuclear

O lixo nuclear radioativo deve ser armazenado em locais seguros e isolados; mais cara, quando comparada a outras formas; com o custo de 250,00 por mês.

- Risco de acidentes nucleares;
- Problemas ambientais, devido ao aquecimento de ecossistemas aquáticos pela água de resfriamento dos reatores.

Oléo diesel

- Consome grande quantidade de energia para a produção;
- Aumento do consumo de água (para irrigação das culturas);
- Redução da biodiversidade;

- As culturas para produção de biocombustíveis consomem muitos fertilizantes nitrogenados, com liberação de óxidos de nitrogênio, que também são gases estufa;
- Devastação de áreas florestais (grandes consumidoras de CO₂) para plantio das culturas envolvidas na produção dos biocombustíveis;
- Possibilidade de redução da produção de alimentos em detrimento do aumento da produção de biocombustíveis, o que pode contribuir para aumento da fome no mundo e o encarecimento dos alimentos.
- Ela é menos utilizada, pois o custo dela é superior das outras de até 600,00.

Carvão

Como no caso de quase todas as outras fontes de energia, mesmo carvão tem alguns inconvenientes próprios. Uma das maiores desvantagens do carvão é a poluição do ar. Numerosos gases nocivos, incluindo o dióxido de carbono, dióxido sulfúrico e cinzas, são liberados no ambiente quando o carvão é queimado para produzir energia. Na verdade, ele tende a emitir duas vezes mais CO₂ do que os outros combustíveis fósseis. Essa usina tem um custo aceitável de 87,35/MWh mas ainda pior que a hidrelétrica.

Biomassa

Deflorestação de florestas, além da destruição de habitats; possui um menor poder calorífico quando comparado com outros combustíveis; os biocombustíveis líquidos contribuem para a formação de chuvas ácidas; dificuldades no transporte e no armazenamento de biomassa sólida. Essa usina tem o custo muito alto de 400,00 e não compensa muito igual as de baixo custo.

Solar

Existe variação nas quantidades produzidas de acordo com a situação climática (chuvas, neve), além de que durante a noite não existe produção alguma, o que obriga a que existam meios de armazenamento da energia produzida durante o dia em locais onde os painéis solares não estejam ligados à rede de transmissão de energia.

Locais em latitudes médias e altas (Ex: Finlândia, Islândia, Nova Zelândia e Sul da Argentina e Chile) sofrem quedas bruscas de produção durante os meses de Inverno devido à menor disponibilidade diária de energia solar. Locais com frequente cobertura de nuvens (Londres), tendem a ter variações diárias de produção de acordo com o grau de nebulosidade.

As formas de armazenamento da energia solar são pouco eficientes quando comparadas por exemplo aos combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás), e a energia hidroelétrica (água).

Os painéis solares têm um rendimento de apenas 25%, apesar deste valor ter vindo a aumentar ao longo dos anos. Saiba quais os painéis solares fotovoltaicos mais eficientes do mercado. Ela é uma usina com o custo enorme de R\$ 10,600, com esse preço ela acaba ficando inferior as outras.

Gás natural:

O gás natural é uma fonte não renovável, que foi formada por milhões de anos nos reservatórios subterrâneos do planeta. Seu processo de produção, desde a exploração, processamento até o transporte pode gerar grandes impactos no ambiente, como derramamentos de navios petroleiros, vazamentos em plataformas e gasodutos. Tem também a desvantagem de ter contaminantes altamente tóxicos que tem de ser eliminados no processo de refinamento. O custo financeiro do gás natural é de R\$ 42,44, também um preço bom, mas ainda continua com o custo acima de algumas usinas, e ela não se encaixa nas melhores.

Geotérmica:

Se não for usado em pequenas zonas nas quais o calor do interior da Terra vem à superfície através de gêiseres e vulcões, então a perfuração dos solos para a introdução de canos é dispendiosa.

Os anti-gelificantes usados nas zonas mais frias são poluentes: apesar de terem uma baixa toxicidade, alguns produzem CFCs e HCFCs.

Este sistema tem um custo inicial elevado, e a barata manutenção da bomba de sucção de calor (que por estar situada no interior da Terra ou dentro de um edifício não está exposta ao mau tempo e a vandalismo), é contrabalançada pelo elevado custo de manutenção dos canos (onde a água causa corrosão e depósitos minerais).

O valor dela é baixo de 1,47/MWh, mesmo ela sendo barata ela não compensa, pois ela não é muito utilizada e tem lugares específicos para construí-las

Oléo combustível e Diesel

Uma energia feita em refinarias, não muito utilizada, e ela é cara em comparação a hidrelétrica. Cerca de 419,92 R\$.

ASPECTO GEOGRÁFICO

Usina Hidrelétrica:

Localizam-se em rios e represas, são divididas em grandes e médias, pois depende do tamanho do rio. As usinas hidroelétricas funcionam através da pressão da água que gira a turbina, transformando a energia potencial em energia cinética. Depois de passar pela turbina o gerador transforma a energia cinética em energia elétrica. Através de fios e cabos a energia é distribuída, e antes de chegar às casas e comércios é transformada em baixa tensão. Não utilizaria essa usina no meu aspecto, pois elas só podem ser construídas em locais que existirem rios ou represas próximas.

Usina Eólica

Localizam-se em lugares que ventam muito, pois para o seu desenvolvimento é necessário um lugar que vente bastante, é o processo pelo qual o vento é transformado em energia cinética e a partir dela em eletricidade com o uso de equipamentos específicos, por isso não a usaria.

Usina Térmica Nuclear

Localizam-se em lugares distantes de cidades, pois ela libera um grande lixo radioativo, que prejudica tanto o meio ambiente quanto as pessoas, seu processo é a partir da fissão (separação) nuclear, controlada dentro dos reatores. A fissão gera calor que aquece a água e a transforma em vapor, por isso não a usaria.

Usina Térmica a carvão

Localizam-se praticamente em qualquer lugar, inclusive próximo de centros urbanos, diminuindo o desperdício nas linhas de distribuição. Além disso, podem ser construídas rapidamente para atender demandas emergenciais a médio e curto prazo. Por esse motivo, são opções para países carentes de outras fontes energéticas para gerar eletricidade, e para o aspecto geográfico ela é excelente, o seu processo é que a caldeira é aquecida com água e produz vapor, o qual, em alta pressão, move as pás da turbina do gerador. A energia nuclear, por meio de reações nucleares, também é uma fonte de calor para aquecer a água. Por sua vez, após ter movimentado as turbinas, o vapor é conduzido a um condensador que será resfriado para ser reutilizada em um novo ciclo.

Usina Térmica a biomassa:

Localizam-se em ambientes severos, e esse lugar deve ser específico, pois, a biomassa é um produto renovável, ou seja, tem que ter um certo cuidado com o meio ambiente e o seu processo é resultado da

decomposição de materiais orgânicos como, por exemplo, esterco, madeira, resíduos agrícolas, restos de alimentos entre outros. Por isso não a usaria.

Usina Térmica a gás natural:

Localizam-se em lugares que encontram o petróleo, ou seja, em lugares específicos, por isso não a usaria e o seu processo a gás de ciclo combinado trabalham a partir de um ciclo de gás e vapor. Parte da energia elétrica é produzida por uma turbina a gás diretamente ligada a um alternador. Depois que os gases de exaustão deixam a turbina a temperaturas muito altas, a energia que de outra forma seria perdida é recuperada por meio de uma caldeira de recuperação de calor (HRSG).

Usina Solar:

Localizam-se em lugares com a intensidade solar maior, ou em casas e prédios, por isso não a usaria, seu processo é a produção de energia da usina de energia solar vem dos painéis fotovoltaicos que convertem a energia do sol em energia elétrica para ser vendida para a rede.

Usina Geotérmica:

Localizam-se perto de vulcões e lençóis freáticos, por isso não a usaria. Seu processo é gerado pelo calor proveniente do interior da Terra, que é transportado para uma usina e transformado em eletricidade.

Neste relatório utilizado como exemplo é possível perceber que – por mais que os alunos tenham se baseado corretamente na proposta inicial – não houve a conclusão geral do grupo, que por fim escolheu em debate a “Usina térmica a gás natural”. Na apresentação em slides eles apresentaram todo o processo e focaram a maior parte na explicação da forma de gerar energia escolhida, justificando com argumentos os pontos positivos que foram suficientes para escolher.