

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

JAIRO RODRIGO CORRÊA

ARMAZENAMENTO E PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA: UMA ABORDAGEM
PARA SEU ESTUDO NO ENSINO MÉDIO

PONTA GROSSA

2021

JAIRO RODRIGO CORRÊA

ARMAZENAMENTO E PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA: UMA ABORDAGEM
PARA SEU ESTUDO NO ENSINO MÉDIO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual de Ponta Grossa 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. Área de Física.

Orientador: Prof. Dr. Silvio Luiz Rutz da Silva

PONTA GROSSA

2021

C824

Corrêa, Jairo Rodrigo

Armazenamento e produção de energia elétrica: uma abordagem para seu estudo no ensino médio / Jairo Rodrigo Corrêa. Ponta Grossa, 2021.
122 f.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física - Área de Concentração: Física na Educação Básica), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Silvio Luiz Rutz da Silva.

1. Armazenamento de energia. 2. Mapas conceituais. 3. Nuvem de palavras.
I. Rutz da Silva, Silvio Luiz. II. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Física na Educação Básica. III.T.

CDD: 500.2



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
Av. General Carlos Cavalcanti, 4748 - Bairro Uvaranas - CEP 84030-900 - Ponta Grossa - PR - <https://uepg.br>

TERMO

JAIRO RODRIGO CORRÊA

“ARMAZENAMENTO E PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA: UMA ABORDAGEM PARA SEU ESTUDO NO ENSINO MÉDIO.”

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós Graduação Profissional em Ensino de Física, Setor de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela seguinte banca examinadora:

Ponta Grossa, 09 de abril de 2020.

Membros da Banca:

Dr. Silvio Luiz Rutz da Silva - (UEPG) – Presidente

Dr. André Vitor Chaves de Andrade - (UEPG) – Presidente

Dr. Lucas Stori de Lara - (UEPG)

Dr. Clodogil Fabiano Ribeiro dos Santos - (UNICENTRO)



Documento assinado eletronicamente por **Silvio Luiz Rutz da Silva, Professor(a)**, em 09/04/2021, às 11:12, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Andre Vitor Chaves de Andrade, Professor(a)**, em 09/04/2021, às 11:15, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Clodogil Fabiano Ribeiro dos Santos, Usuário Externo**, em 09/04/2021, às 11:22, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Lucas Stori de Lara, Professor(a)**, em 09/04/2021, às 12:13, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.uepg.br/autenticidade> informando o código verificador **0345211** e o código CRC **42523677**.

Dedico esta dissertação a Deus, a minha família e amigos que me deram apoio em toda minha trajetória de estudos. Aos alunos e coordenação do Colégio SESI PONTA GROSSA, pelo envolvimento neste projeto. Aos colegas e professores desta turma do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, POLO 35 da UEPG pela parceria nesses dois anos de estudo.

AGRADECIMENTOS

A Deus e minha família por todo o apoio recebido durante esses dois anos de estudos.

Ao orientador deste trabalho, Professor Dr. Silvio Luiz Rutz da Silva.

Aos professores do Departamento de Física da Universidade Estadual de Ponta Grossa, que participaram direta ou indiretamente no desenvolvimento deste trabalho.

Aos alunos e a equipe pedagógica do Colégio Sesi Ponta Grossa pelo envolvimento e participação na aplicação deste projeto.

Aos amigos que fiz durante o período de mestrado e aos amigos que me deram tanto apoio e incentivo.

“O começo de todas as ciências é o espanto de as coisas serem o que são”.
(Aristóteles)

RESUMO

Esta proposta abordou os conceitos físicos, presentes na conversão entre as formas de energia mecânica e elétrica, bem como em algumas tecnologias empregadas para o seu armazenamento e produção. Para esse fim, foi desenvolvido um produto baseado na teoria da aprendizagem significativa como recurso instrucional potencialmente facilitador. A partir dos conteúdos conceituais, os procedimentais foram trabalhados por meio de três textos utilizados previamente ao conteúdo, os quais abordaram o estágio tecnológico atual desse tipo de conversão de energia. Em seguida foram realizados respectivamente experimentos (três ao todo) os quais pretendiam familiarizar e preparar os alunos para dirimir eventuais dificuldades e para responder a questões levantadas para a compreensão desse conteúdo. A análise dos resultados referentes à aplicação dessa metodologia foi obtida pela análise da nuvem de palavras e dos mapas conceituais realizados pelos alunos durante a realização do projeto. Durante a aplicação do produto em sala de aula foi perceptível que na utilização tanto o despertar do interesse quanto o envolvimento dos alunos nas atividades descritas. Ao final os alunos foram capazes de empregar conceitos físicos para a construção dos mapas conceituais que anteriormente não eram identificados na atividade da nuvem de palavras, assim como a assimilação dos conceitos aprendidos nos textos prévios durante a discussão dos experimentos.

Palavras-chave: Armazenamento de Energia. Mapas Conceituais. Nuvem de Palavras.

ABSTRACT

This proposal addressed the physical concepts present in the conversion between the forms of mechanical and electrical energy, as well as in some technologies used for its storage and production. To that end, a product was developed based on the theory of meaningful learning as a potentially facilitative instructional resource. From the conceptual contents, the procedures were worked through three texts used as previous organizers, which addressed the current technological stage of this type of energy conversion. Next, experiments were carried out (three in all), which aimed to familiarize and prepare students to resolve any difficulties and to answer questions raised to understand this content. The analysis of the results related to the application of this methodology was obtained by analyzing the word cloud and concept maps made by the students during the realization of the project. During the application of the product in the classroom, it was noticeable that in using both the awakening of interest and the involvement of students in the activities described. In the end, the students were able to use physical concepts for the construction of mental maps that were not previously identified in the word cloud activity, as well as the assimilation of concepts learned in previous texts during the discussion of the experiments.

Keywords: Energy Storage. Concept Maps. Word Cloud.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Queda livre.....	13
Figura 2 – Geração de corrente em uma bobina.....	29
Figura 3 – Arbor Porphyriana.....	35
Figura 4 – Diagramas de Leonardo da Vinci.....	36
Figura 5 – Árvore da vida.....	36
Figura 6 – Diagrama de Feynman.....	37
Figura 7 – Diagrama UML.....	38
Figura 8 – Diagrama de aranha.....	39
Figura 9 – Diagrama de pirâmide.....	39
Figura 10 – Espinha de peixe.....	40
Figura 11 – Mapas mentais.....	41
Figura 12 – Mapas conceituais.....	42
Figura 13 – Exemplo de mapa conceitual.....	43
Figura 14 – Wordcloud.....	45
Figura 15 – Nuvem de palavras.....	46
Figura 16 – Detalhe do exterior da lata mágica.....	51
Figura 17 – Demonstração experimental com dois cataventos.....	53
Figura 18 – Materiais para o experimento com a bexiga.....	54
Figura 19 – Demonstração experimental com a bexiga e os cataventos.....	55
Figura 20 – Nuvem de palavras aplicada ao aluno 1.....	57
Figura 21 – Nuvem de palavras aplicada ao aluno 2.....	58
Figura 22 – Mapa representacional obtido do aluno 3.....	63
Figura 23 – Mapa representacional obtido do aluno 4.....	64
Figura 24 – Nuvem de palavras aplicada ao aluno 5.....	65
Figura 25 – Mapa representacional construído pelo aluno 5.....	65
Figura 26 – Nuvem de palavras aplicada ao aluno 6.....	66
Figura 27 – Mapa representacional construído pelo aluno 6.....	66
Quadro 1 – Fenômenos e invenções.....	16

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAES	Compressed Air Energy Storage
EM	Ensino Médio
FIEPR	Federação das Indústrias do Estado do Paraná
EJA	Educação de Jovens e Adultos
IEL	Instituto Euvaldo Lodi
LDBEN	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCN+	Parâmetros Curriculares Nacionais +
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SESI	Serviço Social da Indústria
SI	Sistema Internacional de Unidades
TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 OBJETIVOS.....	14
1.1.1 Objetivo geral.....	14
1.1.2 Objetivos específicos.....	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
3 FUNDAMENTOS SOBRE AS TEORIAS FÍSICAS.....	21
4 REFERENCIAIS TEÓRICOS EDUCACIONAIS.....	31
4.1 TEORIAS COGNITIVAS.....	31
4.2 VYGOTSKY E EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS.....	32
4.3 AUSUBEL E OS ORGANIZADORES PRÉVIOS.....	33
4.4 MAPAS REPRESENTACIONAIS.....	34
4.5 NUVEM DE PALAVRAS.....	43
5 MATERIAIS E METODOLOGIAS.....	46
5.1 PROCEDIMENTOS.....	48
5.2 APLICAÇÃO DA NUVEM DE PALAVRAS.....	48
5.3 LEITURA DOS TEXTOS.....	49
5.4 DEMONSTRAÇÃO EXPERIMENTAL.....	49
5.4.1 Demonstração experimental da lata mágica.....	49
5.4.2. Demonstração experimental dos dois cataventos.....	51
5.4.3. Demonstração experimental com a bexiga e os cataventos.....	53
5.5 APLICAÇÃO DOS MAPAS REPRESENTACIONAIS.....	55
6 RESULTADOS.....	56
6.1 RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA NUVEM DE PALAVRAS.....	56
6.2 RESULTADOS DOS TEXTOS.....	60
6.3 RESULTADOS DAS DEMONSTRAÇÕES EXPERIMENTAIS.....	61
6.4 RESULTADOS DOS MAPAS REPRESENTACIONAIS.....	62
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	68
7.1 TRABALHOS FUTUROS.....	73
REFERÊNCIAS.....	74
APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL.....	78

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o ordenamento jurídico pátrio vigente contempla a educação como sendo um direito fundamental, sob a roupagem de direito social, assim como são os direitos à saúde, à moradia, ao lazer e à alimentação. Isto consta no texto da Constituição Federal de 1988, em seus artigos 6º e 205, sendo que, nesse último, dispõe-se que a educação é um “[...] direito de todos e dever do Estado e da família” (BRASIL, 1988), a ser promovido e incentivado com a colaboração da sociedade, buscando-se proporcional à pessoa um pleno desenvolvimento, preparando-a, ainda, para exercer a sua cidadania e qualificando-a para o trabalho (BRASIL, 1988).

Na legislação infraconstitucional – ou seja, abaixo da Constituição do país –, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDBEN (Lei nº 9.394/1996) traz disposição similar ao texto constitucional, em seus artigos 2º e 3º, sendo que, nesse último, ela apresenta os princípios sobre os quais será o ensino ministrado, repetindo praticamente a íntegra das disposições contidas no artigo 206 da Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988).

Contudo, como bem exposto por Teixeira (2010, p.42), uma educação de qualidade, ainda que se pautar nos princípios delineados tanto no texto constitucional como na LDBEN, somente alcançará a sua plenitude se estiver fundamentada no conhecimento científico. Isso porque, a partir de tal atitude, segundo o autor, será possível conceber um conhecimento voltado para uma educação que tenha como atributos reais o fato de ser efetivamente construtiva e comprometida.

Nesse contexto, como bem expressam Prado Netto e Costa (2017), os docentes revelam a sua importância em razão de ser por meio deles, pela prática da pesquisa, que novos conhecimentos serão angariados com o fim de se proporcionar uma educação de qualidade, na qual se tenha efetiva aprendizagem por parte dos alunos. Tozoni-Reis (2012, p.5), em importante apontamento, relembra, ainda, a importância da questão da interdisciplinaridade, materialização na indicação e identificação de conteúdos da prática docente capaz de proporcionar aos alunos condições de, a um só tempo, analisar as questões propostas sob o viés de aplicação de mais de uma disciplina.

Além da interdisciplinaridade, como bem dispõe Tozoni-Reis (2012, p.6), tem-se a necessidade de se valorizar aspectos relativos à vivência social do aluno. É trazer para o contexto do ensino-aprendizagem elementos que ele consegue identificar em seu dia a dia, favorecendo, assim, tal como indicado no inciso X do artigo 3º da LDBEN, a experiência extraescolar do aluno.

Assim agindo, conforme Prado Netto e Costa (2007), lançando mão de técnicas e práticas estimuladoras, o docente proporcionará condições para a obtenção de melhores resultados no processo de ensino-aprendizagem, contribuindo, desse modo, para a mudança social. Por tal perspectiva, conforme os autores, é que se tem a possibilidade de contemplar a educação como uma ponte para a transformação social, e o docente como instrumento para que ela se efetive.

Segundo Sanchez Filho (2005, p.2), pode-se apontar no sentido de que a evolução natural da humanidade, experimentada ao longo das três últimas décadas, transformou a sociedade da informação de Castells (2002, p.292) em uma sociedade digital, cuja denominação se justifica pelo largo uso das tecnologias digitais em seu bojo difundido.

Nesse contexto, as Tecnologias de Informação e de Comunicação – TIC se expandiram, adentrando a diversas áreas da vivência humana com o propósito de facilitar a realização de atividades da vida diária. Contudo, como bem explana Dimenstein (2003, p.15), o uso das TIC não substitui a intervenção humana. Em outras palavras, conforme o autor, elas devem ser consideradas tão somente instrumentos para a transmissão de informações que, posteriormente, serão transformadas em conhecimento.

As TIC ou Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação – TDIC¹ são ferramentas que facilitam o compartilhamento do conhecimento entre a sociedade e a universidade, atingindo, assim, um amplo público. A introdução de tais tecnologias no cotidiano privado e empresarial influencia o comportamento social, ocasionando, assim, necessidade de adaptação da população e consequente adesão ao uso de instrumentos digitais (CARR, 2011, p.178).

As TIC também podem ser instrumentos de grande importância no processo educativo. Contudo, não devem ser concebidas como substitutas do professor. Isso

¹ Nomenclatura utilizada na Base Nacional Comum Curricular – BNCC, de 2017. Para essa dissertação, contudo, se adotará a denominação Tecnologias de Informação e Comunicação – TIC, por ser mais largamente aceita, considerando-se os autores pesquisados.

porque conhecimento não resulta de uma tecnologia, mas tão somente da reunião de competências e habilidades que fazem com que o docente possa efetivamente ministrar suas aulas e, assim, educar (MORAN, 2012, p.32). Nesse sentido, experimentou-se um importante avanço em 2017, quando se fez incluir, na Base Nacional Comum Curricular – BNCC, em relação às competências específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio, o seguinte:

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (BRASIL, 2017, p.533).

Dentro dessas diretrizes, o tema conversão de energia potencial hidráulica, solar, eólica e química em energia elétrica destaca-se por ser atual, relevante, de grande potencial para o nosso desenvolvimento tecnológico e que certamente pode ser abordado no ensino de Física para estudantes do Ensino Médio. Destaca-se também que, com o avanço tecnológico, o conceito de armazenamento e distribuição residencial desse tipo de energia tornou-se um tema relevante e disseminado popularmente.

Compreender o conceito de energia, suas várias formas, como ela pode ser convertida de uma em outra forma, requer do estudante certo grau de abstração e conhecimentos específicos em áreas relacionadas à Física. Conceitos apresentados em áreas tais como: Mecânica, Termodinâmica e Eletromagnetismo são fundamentais para a compreensão desse tipo de assunto.

Experimentos simples empregando pequenos artefatos, montados em forma de kits demonstrativos foram utilizados para auxiliar e exemplificar alguns dos conceitos abordados na proposta.

Sua avaliação se deu pela análise de questionários e mapas conceituais, aplicados ao longo de um ano, a uma turma de Educação de Jovens e Adultos (EJA) no Ensino Médio. Procurou-se verificar o envolvimento dos alunos nas atividades propostas e analisar a evolução do entendimento do conteúdo e dos conceitos físicos estudados por eles para a compreensão dos assuntos abordados.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Aplicar estratégia de ensino da disciplina de Física (textos e experimentos simples) visando reduzir a dificuldade de alunos do Ensino Médio de compreensão dos conteúdos associados à produção e ao armazenamento de energia elétrica.

1.1.2 Objetivos específicos

- Analisar algumas possibilidades de utilização de TIC para o ensino e aprendizagem de ciências (Física);
- Investigar as dificuldades que alunos do Ensino Médio têm de compreensão dos conteúdos de Física, especialmente dos associados à produção e ao armazenamento de energia elétrica;
- Analisar se o enfoque para o ensino e aprendizagem de ciências (Física) usando textos e experimentos simples como metodologias facilitadoras permitiram uma melhor compreensão e aprendizado dos alunos em relação ao conteúdo abordado no período analisado.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta revisão de literatura refere-se à investigação da temática do tema de pesquisa, abrangendo resultados de pesquisas como o armazenamento de energia, produção de energia e a transposição dessas tecnologias para o estudo da física no ensino médio em uma Educação de Jovens e Adultos (EJA), procurando dar mais sentido ao estudo dos conceitos que envolvem energia.

O armazenamento de energia pode permitir a utilização de diferentes fontes renováveis e energia para a produção de eletricidade, além de estar mais próximo do consumidor do que em algumas situações vive ou ainda trabalha em regiões ligadas à rede elétrica. Enquanto algumas tecnologias de armazenamento já estão em uso em várias aplicações para o setor elétrico, como sistemas de encanamento reversíveis, algumas tecnologias de grandes baterias, outras tecnologias de armazenamento ainda estão em estágios iniciais de desenvolvimento com custos e falta de competitividade (SERRA; ORLANDO; MOSSÉ, 2016, p.10).

Entre as várias possibilidades de utilização do armazenamento de energia, encontram-se os sistemas que utilizam tecnologias mecânicas baseadas em volantes, no bombeamento de água para tanques (energia potencial gravitacional) e na compressão do ar.

O volante armazena energia rotacional acelerando seu alto momento de inércia do rotor de um motor que também funciona como gerador durante os momentos em que a eletricidade é barata (geralmente ao amanhecer). Essa energia armazenada é liberada por meio de uma desaceleração do rotor causada por distúrbios na fonte do sistema elétrico, evitando, por exemplo, a paralisação e perda de produção de uma indústria.

Quando você bombeia água para os tanques, a água é bombeada para o tanque superior durante os períodos de menor demanda de eletricidade e descarregada no tanque inferior, gerando energia durante os períodos de maior demanda. A energia é armazenada na forma de energia potencial gravitacional e a eficiência desse tipo de sistema está entre 75 e 85% (SERRA; ORLANDO; MOSSÉ, 2016, p.15).

A compressão de ar é atualmente utilizada como reserva para consumidores industriais e visa basicamente amenizar a característica intermitente de energia variável da geração eólica.

Este sistema é baseado na compressão de 4 a 8 MPa de ar em cavernas de rocha ou sal durante os períodos de eletricidade de baixo custo. A energia armazenada é liberada usando gás natural para ajudar a aquecer e inflamar essa mistura durante os períodos de pico de demanda, quando o custo da eletricidade é mais alto. A mistura passa por uma turbina de expansão onde é queimada para acionar o gerador elétrico (SERRA; ORLANDO; MOSSÉ, 2016, p.18).

Novas tecnologias de armazenamento requerem investimentos para demonstrar sua viabilidade e subsequente entrada no mercado. Esse tipo de ação tem sido estudado para aprimorar o uso de novas energias renováveis na matriz energética brasileira.

A produção de eletricidade não foi iniciada instantaneamente, mas contou com inúmeros contributos científicos e tecnológicos ao longo de vários séculos de história, entre outros podemos destacar:

Quadro 1 – Fenômenos e invenções

Ano	Observador/ Inventor	Local	Fenômeno/Invenção
600 a.C.	Tales de Mileto	Grécia Antiga	Eletrização por atrito
1600	William Gilbert	Inglaterra	Eletrização por atrito
1663	Otto Von Guericke	Alemanha	Máquina eletrostática
1729	Stephen Gray	Inglaterra	Condutor e isolante
1800	Alessandro Volta	Itália	Pilha
1820	Hans Christian Oested	Dinamarca	Relação entre correntes elétricas e os fenômenos magnéticos
1826	André-Marie Ampère	França	Eletroímã
1831	Michael Faraday	Inglaterra	Indução magnética
1879	Thomas Alva Edson	Estados Unidos	Lâmpada

Fonte: O autor.

Somente por meio de toda a experimentação científica, resumida acima, é que possibilitou todo o consequente desenvolvimento tecnológico para a produção de eletricidade. Constatou-se que este formato energético tem permitido grande flexibilidade para seu uso final (BURATTINI, 2008, p.47).

Com o uso de combustíveis fósseis como fonte de energia, novas tecnologias foram desenvolvidas: grupos geradores e usinas termelétricas.

Enquanto os grupos geradores usam um motor à prova de explosão para dar partida no gerador (usando gasolina, diesel ou gás), as usinas termelétricas usam o vapor da combustão do carvão mineral para acionar as turbinas e, finalmente, o gerador.

Exemplos de fontes de energia renováveis incluem: energia hidráulica, energia eólica e energia solar.

A energia de uma hidrelétrica tem como princípio de funcionamento a utilização da energia potencial gravitacional da água contida em um reservatório superior convertida em energia cinética durante o escoamento pelos canais.

A energia eólica já foi utilizada para a realização de trabalhos mecânicos ao longo da história, por exemplo, na utilização de moinhos. As turbinas eólicas também são usadas atualmente nas quais o vento gira as pás e, em última análise, fornecem energia mecânica para o gerador elétrico.

A energia solar pode ser usada por meio de efeitos quânticos no nível atômico para a conversão direta de energia eletromagnética em energia elétrica. Esses fenômenos ocorrem com o uso de materiais semicondutores nos quais o calor causa o efeito termoeletrico enquanto a luz causa o efeito fotovoltaico.

No ensino médio, a relação entre a física e outras áreas, como as humanas, é de grande importância. Desta forma, espera-se melhorar a predisposição do aluno no processo de ensino-aprendizagem, uma vez que os conteúdos passam a obter uma maior contextualização sociocultural para o conhecimento da Física aos fatos históricos e sociais relacionados podendo proporcionar maior relevância aos assuntos aprendidos. É preciso considerar também que o aluno será um futuro profissional e, seja qual área de atuação que escolher, ele terá que viver e interagir em um universo complexo, permeado por tecnologias em constante mudança. Será de suma importância que este futuro profissional utilize habilidades físicas para enfrentar sua realidade atual (KAWAMURA; HOSOUME, 2003, p. 24).

Essas habilidades de física podem ser distribuídas por ramo da seguinte forma:

Mecânica: trata da observação e classificação dos movimentos dos objetos (materiais e objetos artificiais que observamos), aspectos macroscópicos que permitem a compreensão das leis e da regularidade e tomar consciência da evolução tecnológica. (KAWAMURA; HOSOUME, 2003, p.5).

Termodinâmica: trata de fontes de energia, processos e propriedades térmicas de diferentes materiais, com variações climáticas e ambientais e com dispositivos tecnológicos que envolvem o controle do calor nos ambientes. Reconhecer a utilização do calor em benefício do homem e analisar os problemas relacionados com os recursos e fontes de energia no mundo contemporâneo. (KAWAMURA; HOSOUME, 2003, p.5).

Eletromagnetismo: Compreender os equipamentos elétricos do nosso dia a dia, desde os de uso doméstico aos geradores e motores de uso industrial. (KAWAMURA; HOSOUME, 2003, p.5).

Física moderna: compreensão mais completa de como a matéria é constituída, para que tenham contato com novos e diferentes materiais presentes nas ferramentas tecnológicas. A compreensão dos modelos de constituição da matéria deve incluir também as interações no núcleo dos átomos e os modelos que a ciência hoje propõe para um mundo povoado por partículas. (KAWAMURA; HOSOUME, 2003, p.5).

De forma mais geral, o desenvolvimento de habilidades deve incluir:

Usar e interpretar modelos explicativos ou representativos de fenômenos ou sistemas naturais e tecnológicos. O papel da Física no sistema de produção com a evolução dos meios tecnológicos e a sua relação com a evolução do conhecimento científico e também com o exercício da cidadania. Dimensionando os benefícios de origem humana que são proporcionados pela ciência e tecnologia em termos da capacidade de produção de energia e também do impacto da ação humana. Habilidades e conhecimentos não devem ser dissociados da discussão sobre estratégias de ensino-aprendizagem a serem utilizadas em sala de aula, pois, são as mesmas estratégias que expressam o que se deseja promover (KAWAMURA; HOSOUME, 2003, p.4).

Para que o aluno tenha condições de acrescentar elementos de realidade no que diz respeito ao ensino de Física é importante que seja exercitada a experiência pessoal como forma de completar a lacuna existente entre os conceitos científicos

de forma espontânea. Assim são importantes as demonstrações experimentais sob orientação do professor como forma de simular a experiência vivencial do aluno dando espontaneidade aos conceitos já existentes (GASPAR; MONTEIRO, 2005, p.4).

Segundo as teorias de Vygotsky (1991, p.30), a atividade de aprendizagem envolve a consciência voluntária dos alunos, permitindo-lhes assumir o controle de sua atenção, elemento essencial no processo de aprendizagem. Ou seja, o processo de ensino-aprendizagem também se constitui nas interações que ocorrem em diferentes contextos sociais.

De acordo com os autores Novak e Gowin, existe potencial para melhorias na aprendizagem atual em espaços formais e informais. De acordo com esses autores, os alunos foram submetidos à opressão causada pelo cognitivismo, que vê a aprendizagem como uma mudança de comportamento.

Também relacionam a aprendizagem humana à mudança no significado da experiência, discutindo formas de ajudar os indivíduos a refletir sobre suas experiências e como construir novos significados (NOVAK; GODWIN, 1988, p.7).

Consideraram que a experiência humana envolve pensamento, ação e sentimentos, que juntos permitem o enriquecimento de seus significados, ao contrário do cognitivismo que ignora a importância dos sentimentos. As teorias cognitivas descrevem como o ser humano se organiza e se situa no mundo.

Ausubel (2000, p.10) também enfatiza a importância da aprendizagem significativa em vez da mecânica. Segundo o autor, aprender novos conhecimentos depende do que já é conhecido, ou seja, a construção do conhecimento começa com a nossa observação e reconhecimento de eventos e objetos por meio de conceitos que já temos.

Para ele, aprender é uma rede de conceitos na qual podemos agregar novos elementos. Uma ferramenta desenvolvida por Ausubel (2000, p.15) e Novak e Godwin (1988) é o mapa conceitual, um dispositivo didático que utiliza esse aspecto da teoria para representar as relações entre ideias, imagens ou palavras.

O mapa conceitual permite representar o conhecimento partindo de um conceito-chave com linhas que o unem aos demais conceitos. Também são utilizados os chamados conectivos que são conceitos que auxiliam na descrição das relações entre os conceitos. Recomenda-se que o mapa conceitual não seja

demasiadamente denso para não prejudicar as relações mais importantes (MOREIRA, 1997, p.20).

Novak define “conceito” como uma regularidade percebida em eventos ou objetos, ou registros de eventos ou objetos, designados por um rótulo.

O rótulo para a maioria dos conceitos é uma palavra. As proposições são afirmações sobre um objeto ou evento no universo, que ocorrem naturalmente ou são construídas.

As frases contêm mais de um conceito vinculado a outras palavras para formar uma declaração significativa.

3 FUNDAMENTOS SOBRE AS TEORIAS FÍSICAS

Neste capítulo, abordam-se os fundamentos dos fenômenos Físicos associados ao tema da proposta.

O QUE É ENERGIA

A palavra energia é empregada em muitas áreas do conhecimento, tais como: Física, Biologia, História, Tecnologia, Geopolítica, Ecologia, etc. Em cada uma dessas áreas, apesar de se tratar de um mesmo conceito, é apresentada de diferentes formas a depender do contexto na qual aparece.

O primeiro emprego registrado para esta palavra foi por volta do século III a.C. pelo filósofo grego Aristóteles com a expressão “energéia” no sentido de “força de expressão ou de manifestação”. Nessa época passou a ser relacionada com as máquinas simples e cujas fontes de energia eram a própria força física do homem ou de animais e o termo “energéia” passou a ser associado a “algo” que deve estar sendo “transferido” do homem ou animal para a máquina, pois do contrário nada seria realizado (BURATTINI, 2008. p. 103).

A Física passou a adotar esta palavra originária da Filosofia e que passou a ter a seguinte conceituação: “Energia é a capacidade que um sistema tem, de realizar trabalho” (BURATTINI, 2008, p. 25).

Na Natureza a energia pode se apresentar sob algumas diferentes formas como, por exemplo, química, térmica, cinética, elétrica, nuclear, etc.

Trabalho de uma Força

O trabalho de uma força é definido como a quantidade de energia consumida na execução de uma tarefa. Hoje em dia, por se tratar de uma quantidade de energia, sua unidade de medida no Sistema Internacional é o Joule (**J**).

Se cálculo do trabalho realizado for uma força constante “F”, aplicada em um corpo, durante um determinado deslocamento “d” é realizado pela resolução da equação (1), apresentada a seguir:

$$T = \vec{F} \cdot \vec{d} \quad (1)$$

Na qual, T representa o trabalho, d o deslocamento do corpo durante a aplicação de uma força constante F .

Na equação, há a necessidade do cálculo de um produto escalar entre a força e o deslocamento, ambos tomados como sendo quantidades vetoriais. Como resultado desse produto, dá-se origem a uma quantidade escalar, o trabalho.

Potência

A capacidade de realizar um trabalho com maior ou menor rapidez define a grandeza conhecida como potência, cuja unidade no SI é o Watt (W).

Empregando-se a grandeza escalar trabalho (T) realizado durante um intervalo de tempo (Δt), temos a expressão para a potência (P) cuja magnitude é apresentada na equação (2):

$$P = \frac{T}{\Delta t} \quad (2)$$

Quanto maior o trabalho realizado pela força em um dado intervalo de tempo, maior será a potência, ou seja, P e T são diretamente proporcionais.

O quilowatt-hora

Embora a unidade de energia no Sistema Internacional de Unidades (SI) seja o Joule (J), as concessionárias de energia elétrica utilizam o quilowatt-hora (kWh) nas suas faturas entregues aos consumidores para mensurar a quantidade de energia utilizada por um consumidor. Utilizando a equação (2), podemos reescrevê-la assim (3):

$$T = P \cdot \Delta t \quad (3)$$

Podemos transformar o que é fornecido como leitura pela concessionária de energia para o Sistema Internacional (SI) da seguinte maneira (4):

$$1\text{ kWh} = 1\text{ kW} \cdot 1\text{ h} = 1000\text{ W} \times 3600\text{ s} \quad (4)$$

Na utilização da unidade kWh, embora não seja uma unidade do SI, os menores valores numéricos tornam-na mais prática para o cotidiano das pessoas.

Energia cinética

Intuitivamente, ao observar vários fenômenos da natureza tais como: ventos, água em movimento, cachoeiras, etc., as pessoas associam a energia a algo que está em movimento.

Denomina-se energia cinética a energia que um corpo possui quando se encontra em movimento.

Percebe-se também, a partir de algumas observações, que a energia dos corpos em movimento está associada com a sua velocidade. Por exemplo, um acidente de automóvel em baixa velocidade e outro em alta velocidade produzem efeitos completamente distintos. Qual causa mais danos ao veículo e aos seus passageiros? Com certeza irá se responder que é o segundo caso, o dos veículos em alta velocidade.

Utilizando-se outro exemplo semelhante, agora não em relação às velocidades, mas sim considerando as massas: um acidente envolvendo, por exemplo, dois carros de passeio e um envolvendo um carro de passeio e um caminhão. Ambos ocorrendo à mesma velocidade. Qual deles teria maior potencial de produzir danos?

Estas percepções são sintetizadas na fórmula da energia cinética, apresentada na equação (5):

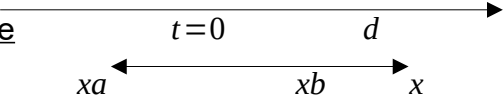
$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad (5)$$

Trabalho e variação de energia cinética

De acordo com a definição do trabalho realizado por uma força constante (Equação 2) ao mover um objeto sobre um plano, de um primeiro ponto hipotético “a” até outro “b” (6).

$$T = F \cdot d$$

Força constante



$$d = x_b - x_a$$

$$v_b = v_a + \frac{F}{m} \cdot \Delta t = v_a + \frac{F}{m} \cdot t \rightarrow \frac{v_b - v_a}{\frac{F}{m}} = t$$

$$x_b = x_a + v_a \cdot t + \frac{1}{2} \cdot \frac{F}{m} \cdot t^2 \rightarrow$$

$$\rightarrow d = v_a \cdot t + \frac{1}{2} \cdot \frac{F}{m} \cdot t^2 = t \left(v_a + \frac{1}{2} \cdot \frac{F}{m} \cdot t \right)$$

$$d = \frac{v_b - v_a}{\frac{F}{m}} = \left[v_a + \frac{1}{2} \cdot (v_b - v_a) \right] =$$

$$= -) =$$

$$Fd = \frac{m}{2} (v_b - v_a) \cdot (v_b + v_a) =$$

$$\frac{m}{2} (v_b^2 - v_a^2) = \frac{m}{2} \cdot v_b^2 - \frac{m}{2} \cdot v_a^2 =$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_b^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_a^2$$

$$Fd = \Delta E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_b^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_a^2 \quad (6)$$

Portanto concluímos que o trabalho de uma força constante tem como resultado a variação de energia cinética de um objeto entre dois pontos arbitrários: a e b.

É possível perceber que a energia cinética no ponto “b” (E_{cb}) é a mesma que o objeto possuía quando estava no ponto “a” (E_{ca}), acrescida do valor da energia que pela realização de um trabalho (Tab) pela força constante F (7):

$$Tab = F \cdot d \quad (7)$$

Temos, portanto (8):

$$E_{cb} = E_{ca} + Tab$$

$$Tab = E_{cb} - E_{ca}$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_b^2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_a^2 + \frac{2 \cdot m \cdot a}{2} \cdot d \quad (8)$$

Esse resultado é bem mais fundamental e vale mesmo no caso de forças que não permanecem constantes durante o percurso do objeto entre os dois pontos arbitrários quaisquer. Muitas vezes esse resultado é denominado de “Teorema do Trabalho energia”.

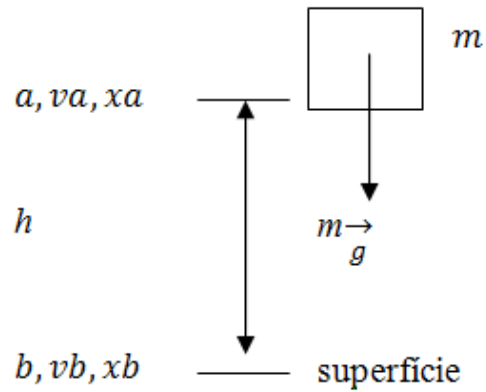
Como resultado geral, o trabalho realizado pela resultante das forças atuantes em um objeto é igual à sua variação de energia cinética.

Energia Potencial gravitacional

A energia potencial gravitacional é uma forma de energia associada à posição particular que um objeto está em relação a um referencial denominado de “Referencial Gravitacional”.

Analise a situação em que um objeto encontra-se a uma determinada distância (altura) h de uma superfície qualquer, como na Figura 1:

Figura 1 – Queda livre



Fonte: O autor.

Força constante ($F=m.g$) (9)

$$A = \frac{F}{m} = g$$

$$v_b = v_a + at = v_a + \frac{F}{m}t \rightarrow v_b - v_a = \frac{F}{m}t \rightarrow t = \frac{(v_b - v_a)}{\frac{F}{m}}$$

$$x_b = x_a + v_a t + \frac{1}{2} a t^2 \rightarrow x_b - x_a = h = v_a t + \frac{1}{2} \left(\frac{F}{m} \right) t^2$$

$$= \frac{v_b - v_a}{\left(\frac{F}{m} \right)} \left[v_a + \frac{1}{2} (v_b - v_a) \right] \quad (9)$$

Do resultado apresentado anteriormente temos que (10):

$$F \cdot h = \Delta E_c \rightarrow mgh = \Delta E_c = Tab \quad (10)$$

Nas proximidades da superfície terrestre, esse objeto, cuja massa é igual a m , está sujeito à força gravitacional, cujo módulo é dado por $F_G = mg$. No caso de ser essa a única força a atuar no objeto, esse é acelerado (“cai”) em direção à superfície da Terra. Esse é frequentemente um assunto abordado nos cursos de Mecânica e é denominado de o “Problema de um corpo em queda livre”

De acordo com o equacionamento apresentado anteriormente, o resultado do Teorema trabalho energia para essa situação fica expresso como (11):

$$E_{pg} = \Delta E_c = m \cdot g \cdot h \quad (11)$$

A quantidade, assim como a cinética, é um tipo de energia. Denomina-se a quantidade de energia potencial do tipo gravitacional, a qual depende da configuração do sistema. No caso, sua posição em relação à superfície considerada. Como resultado mais fundamental, a situação é interpretada como, havendo-se um processo de transformação da energia potencial gravitacional em energia cinética do corpo à medida que esse se move em direção à superfície terrestre. Em geral, essa superfície é tomada como sendo o referencial gravitacional, no qual a energia potencial é tomada como sendo zero.

Então, a energia potencial gravitacional “ E_{pg} ” de um corpo, em relação a esse referencial gravitacional é dada por (12):

$$E_{pg} = m \cdot g \cdot h \quad (12)$$

Energia Potencial elétrica

De forma também análoga, para a definição da energia potencial elétrica podemos considerar a situação mais simples de uma carga colocada em um campo elétrico constante, tal como o que é criado por duas placas e paralelas uniformemente carregadas.

Ao colocar uma carga elétrica puntiforme entre essas placas, a carga elétrica se deslocará de um ponto “a” ao ponto “b” sob a ação da força elétrica (13):

$$F = q \cdot E \quad (13)$$

Durante seu percurso entre os pontos arbitrários “a” e “b”, o trabalho (***Tab***) realizado pela força elétrica é dado por (14):

$$Tab = q \cdot E \cdot d \quad (14)$$

A quantidade Ed é associada à variação do potencial elétrico V , quando a carga se desloca entre os pontos arbitrários escolhidos. Então (15):

$$Tab = q \cdot \Delta V = \Delta Ec \quad (15)$$

O resultado é interpretado como o de haver uma transformação da energia potencial elétrica em energia cinética da carga em questão. Essa transformação é a que é capaz de produzir corrente elétrica em um circuito elétrico fechado.

Produção de corrente elétrica por um fluxo magnético variável

O fenômeno do estabelecimento de uma corrente elétrica em um circuito fechado, a partir da variação do fluxo magnético em seu interior, é denominado de indução eletromagnética. A corrente assim estabelecida recebe a denominação de corrente induzida.

O fluxo magnético através de uma superfície está ligado à quantidade de linhas de indução que penetram.

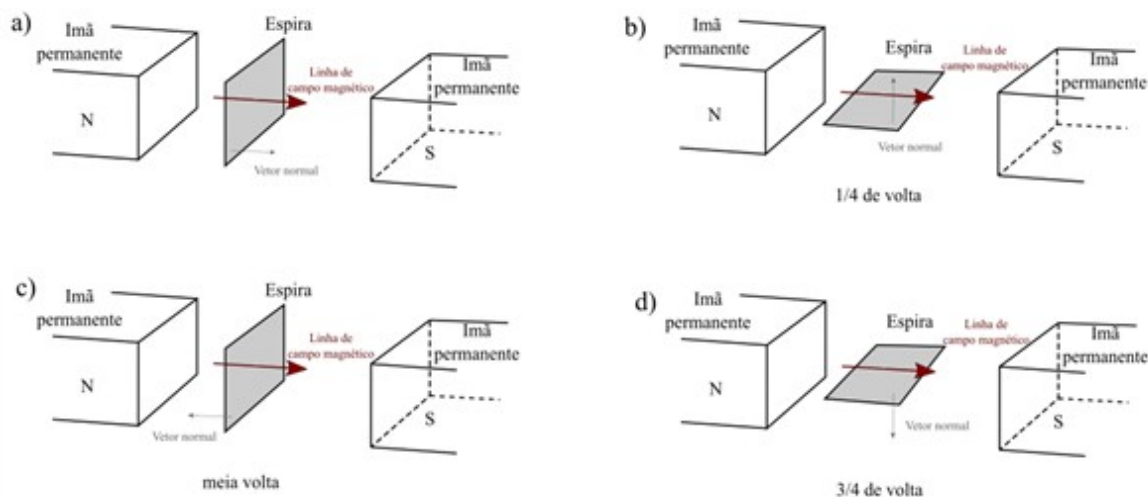
Observa-se que sempre que ocorre uma variação desse fluxo magnético através desse ou de um circuito fechado é estabelecida nesse circuito uma corrente induzida. Além disso, observa-se também que o sentido da corrente elétrica estabelecida no circuito quando o fluxo aumenta é contrário ao que é estabelecido quando o fluxo é diminuído.

Esse fenômeno é fundamental para se gerar corrente elétrica pelo dispositivo mostrado na Figura 2, uma simplificação de um dispositivo conhecido como “alternador”.

O dispositivo é constituído basicamente de uma espira, a qual é posta a girar em uma região de campo magnético, estabelecida por um par de ímãs permanentes,

dispostos como mostrado na Figura 2 e por uma questão de simplicidade, apenas uma linha de campo magnético é apresentada.

Figura 2 – Geração de corrente em uma bobina



Fonte: O autor.

Imaginemos que a espira inicialmente está com sua superfície perpendicular à direção do campo como mostrado na Figura 2a (o vetor normal à superfície paralelo ao campo magnético). Neste ponto o fluxo do campo magnético é máximo.

Ao se rotacionar a espira no sentido anti-horário, como mostrado na Figura 2b, o fluxo decresce, até que se torna nulo, na situação em que a superfície da bobina fica paralela à direção do campo, Figura 2b (vetor normal perpendicular à direção do campo magnético).

Continuando o movimento de rotação, o fluxo volta a aumentar até que se torna máximo novamente, na situação em que a espira gira de meia volta. No entanto, nesta situação, o vetor normal à superfície da espira é antiparalelo à direção do campo magnético. Seguindo a análise, ao continuar seu giro, o fluxo na espira decresce novamente até que se anula no momento em que a espira completa três quartos de volta, Figura 2d (vetor normal perpendicular ao vetor campo magnético). Ao continuar seu giro, o fluxo do campo magnético na espira volta a aumentar e atinge seu valor máximo novamente. Ao continuar seu giro, tudo o que foi apresentado anteriormente se repete.

Como dito anteriormente, a corrente na espira possui direções diferentes no caso do aumento ou diminuição do fluxo do campo magnético que a atravessa. Portanto, quando o fluxo diminui, a corrente flui em um sentido, e quando diminui no sentido oposto. Estabelece-se na espira uma corrente dita alternada.

Na usina hidrelétrica, por exemplo, a energia potencial da água armazenada em uma represa se transforma em energia cinética durante sua queda pela tubulação. Essa energia é usada para fazer girar uma turbina ligada a um conjunto de espiras, as quais estão imersas em uma região de campo magnético. Esse conjunto possui comportamento semelhante ao da espira da Figura 2 e, portanto, ligado a um circuito elétrico (redes de transmissão e de distribuição), é capaz de gerar uma corrente elétrica alternada, a qual é transmitida para o consumo residencial ou industrial pelo país.

4 REFERENCIAIS TEÓRICOS EDUCACIONAIS

Este trabalho foi planejado sob o ponto de vista da psicologia cognitiva, a qual prioriza o processo mental superior, que abrange: a percepção, o pensamento, a formação de conceitos e a memória.

Portanto foram consideradas as representações mentais (construção e uso) e o processamento da informação especialmente nas atividades com a nuvem de palavras e os mapas conceituais.

Por se tratar de um grupo de alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA), todos trabalhadores e maiores de idade, foi abordado o tema energia no ensino médio, destacando-se também o seu papel econômico na sociedade, com o objetivo de fortalecer sua relevância para a satisfação do conteúdo trabalhado.

Por fim, foram realizadas demonstrações experimentais com o objetivo de proporcionar mais momentos de aprendizagem, em complemento às aulas tradicionais. Assim, o aluno foi levado a assumir uma participação mais ativa no processo de aprendizagem, sendo estimulado a descobrir e analisar os fenômenos envolvidos para chegar aos conceitos e organizá-los em sua memória.

4.1 TEORIAS COGNITIVAS

De uma forma geral, dentre os fundamentos nos quais se baseiam as teorias cognitivas, temos o fato de que cada indivíduo, neste caso “o aluno”, traz consigo determinadas informações, normalmente de acordo com os seus interesses próprios, meios nos quais conviveu e até mesmo suas características pessoais. Na tentativa de mapear e quantificar esses conhecimentos prévios, muitas vezes utiliza-se a nuvem de palavras, algo que tem se mostrado ágil e apropriado para esta tarefa.

Em se tratando de teorias cognitivas, o aluno em seu processo de ensino-aprendizagem irá se desenvolver mediante o processamento das informações que recebe. Em outras palavras pode-se afirmar que não fará sentido ao indivíduo simplesmente receber as informações de forma passiva. Ele necessitará interagir de uma forma mais ativa para que este conhecimento passe a lhe fazer sentido. Desta maneira, mediante seus próprios esforços, serão organizar os conceitos em sua

memória de forma organizada. Acredita-se que discussões sobre experimentos e situações simples constituem um importante meio para auxiliar o aluno nessa organização.

Por fim, as teorias cognitivas consideram que o significado assimilado pelo aluno depende da forma com que ele conseguiu relacionar os diversos conceitos sobre determinado tema. Para avaliação da aplicação de tais teorias, foram utilizadas duas ferramentas: os textos prévios e o Mapa conceitual. Os textos prévios serviram como introdução aos assuntos abordados neste trabalho enquanto o Mapa conceitual, ao final de toda a sequência de aulas pôde permitir ao professor ter um “*feedback*” do que foi compreendido pelo aluno.

De uma maneira geral, as teorias cognitivas consideram como pontos principais: a natureza da representação mental (os processos envolvidos na sua construção e no seu uso) assim como no processamento da informação pelo aluno (LEFRANÇOIS, 2016, p.218).

4.2 VYGOTSKY E EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS

Uma das principais ideias de Vygotsky se refere à relação entre a cultura e a interação social como fundamental para o desenvolvimento da consciência humana. Nesse sentido, o papel da conscientização sobre as necessidades energéticas atuais dentro da metodologia de leitura e discussão dos temas pode permitir uma melhor compreensão dos conceitos de energia física envolvidos.

Para Vygotsky (1991, p.84), a interação social está ligada à formação da cultura, por meio de ferramentas (ferramentas que usamos para organizar nosso pensamento) e símbolos (representações mentais que substituem objetos no mundo real). Assim, a cultura passa a exercer influência sobre as pessoas, indicando o que precisamos aprender e quais habilidades precisamos para nos adaptar ao mundo. Desta forma, o funcionamento mental do ser humano é modelado.

Em sua teoria existem em cada um dos indivíduos inicialmente as funções mentais elementares (nossas tendências, comportamentos naturais inatos), porém durante o desenvolvimento estas se transformam em funções mentais superiores (pensamento, resolução de problemas e imaginação) especialmente através das interações sociais trazidas pela cultura, fazendo com que esta seja considerada

como uma linguagem. Ou seja, a partir de seu contato com a realidade, o meio ambiente, as outras pessoas. Sem essa linguagem, a capacidade de uma pessoa ficaria limitada às funções mentais elementares e com limitada capacidade de desenvolvimento cognitivo.

Com o objetivo de potencializar o uso da linguagem foram utilizadas diferentes ferramentas didáticas (nuvem de palavras, leitura de textos, experimentos e mapas conceituais). No caso do trabalho com os alunos da EJA, a atenção corresponde aquela que os professores e alunos atribuem nos níveis intrapessoal e interpessoal. Um amparo maior por parte dos professores permite evitar situações nas quais muitas vezes a incompreensão das dificuldades de aprendizagem dos alunos da Educação de Jovens e Adultos os levaria a evasão escolar tão comum nesta modalidade de ensino.

A Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) está relacionado com nível de desenvolvimento que um aprendiz inicialmente consegue realizar apenas seus iguais porém posteriormente consegue fazer de forma. Já o suporte está relacionado com o modo como o aluno é auxiliado (por professores ou colegas) em suas atividades até que sejam capazes de realizá-las de forma independente (LEFRANÇOIS, 2016, p.259).

Estes conceitos (ZDP e suporte) foram utilizados ao combinar os alunos para compor os grupos de atividade para que os alunos pudessem ser auxiliados tanto pelo professor quanto pelos colegas.

4.3 AUSUBEL E OS ORGANIZADORES PRÉVIOS

A teoria de Ausubel(2000, p.19) preocupa-se com a maneira como os alunos aprendem conteúdos extensos a partir de apresentações textuais. Um processo primário na aprendizagem é o subsunção, no qual o novo material estará relacionado a ideias relevantes na estrutura cognitiva existente.

As estruturas cognitivas são derivadas de todas as experiências de aprendizagem. Quando certos detalhes perdem sua identidade individual ocorre o esquecimento.

Uma das principais ferramentas propostas por Ausubel são organizadores prévios.

Segundo Ausubel (2000, p.13), os organizadores prévios são apresentados antes do aprendizado em si e são apresentados em um nível mais alto de abstração. O conteúdo de um determinado organizador prévio é selecionado com base em sua adequação para relacionar o material que o precede. Essa estratégia permite otimizar a organização da estrutura cognitiva. Resumidamente, os organizadores prévios agem como uma ponte entre o novo material de aprendizagem e os conceitos relacionados existentes. Distingue, pois, entre receber e aprendizagem mecânica e aprendizagem por descoberta; o primeiro porque não envolve subsunção (significando materiais significativos) e o último porque o aluno tem que descobrir as informações por meio da resolução de problemas.

Os conceitos mais gerais de um assunto devem ser apresentados primeiro e depois progressivamente diferenciados conforme a especificidade.

Em suma, os materiais instrucionais necessitam integrar o novo material às informações apresentadas anteriormente, como exemplo por meio de relações entre conceitos novos e antigos.

Neste trabalho os três textos foram utilizados (Flywheel, Armazenamento Hidrelétrico Bombeado e Compressed Air Energy Storage) foram utilizados como organizadores prévios a realização dos experimentos.

4.4 MAPAS REPRESENTACIONAIS

Segundo Buzan (2019, p.40), durante a infância aprendemos a desenhar antes de aprender a grafia. Esta última por sua vez remonta as primeiras marcas do homem por meio das marcas rupestres, que por sua vez evoluíram até as primeiras palavras representadas pelos pictogramas e hieróglifos.

As imagens favorecem um processamento mais rápido pelo cérebro, comparado com as palavras. Assim são capazes de produzir um maior estímulo da imaginação, razão pela qual são utilizadas exaustivamente em placas de trânsito, por exemplo.

Ao longo da história a utilização de imagens e símbolos na comunicação apresenta registros de ao menos quarenta mil anos, apresentando uma evolução progressiva desde a arte rupestre, passando pela escrita cuneiforme sumeriana (3500 a.C.), os hieróglifos egípcios (2890-2670 a.C.), arte grega (século IV a.C.).

Posteriormente (meados do século 400 a.C.) o filósofo Boécio utilizou o talvez mais antigo diagrama denominado “Arbor Porphyriana” (BUZAN, 2019, p.45).

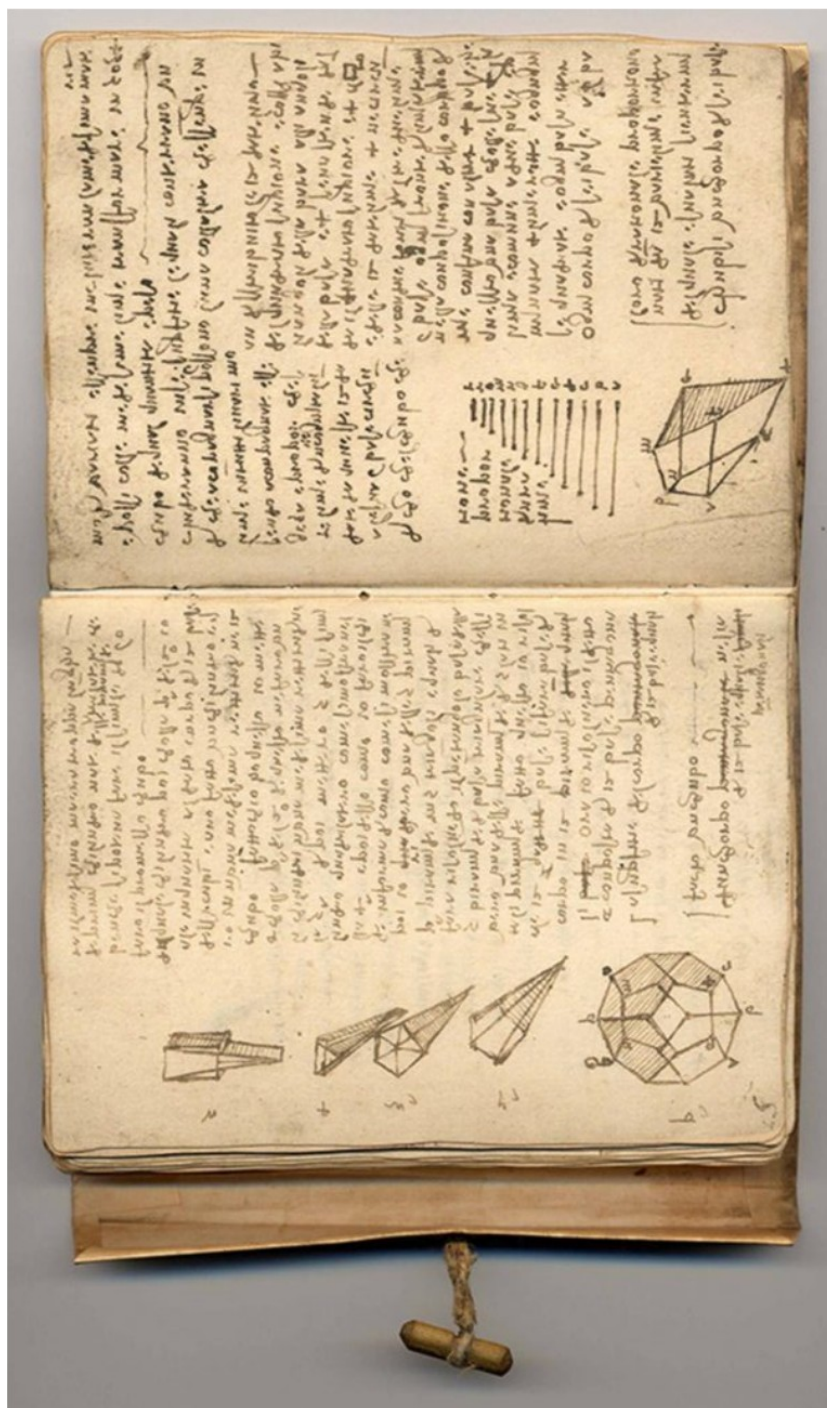
Figura 3 – Arbor Porphyriana



Fonte: PORPHYRIAN trees gallery. In: WIKIPÉDIA: a enciclopédia livre. Wikimedia, 2007.
Disponível em: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5b/](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5b/Porphyrian_Trees_Gallery_small.png)
Porphyrian_Trees_Gallery_small.png. Acesso em: 12 abr. 2021.(26/28/32)

Posteriormente (1452-1519) o artista e inventor Leonardo da Vinci deixou importantes contribuições de mapas representacionais.

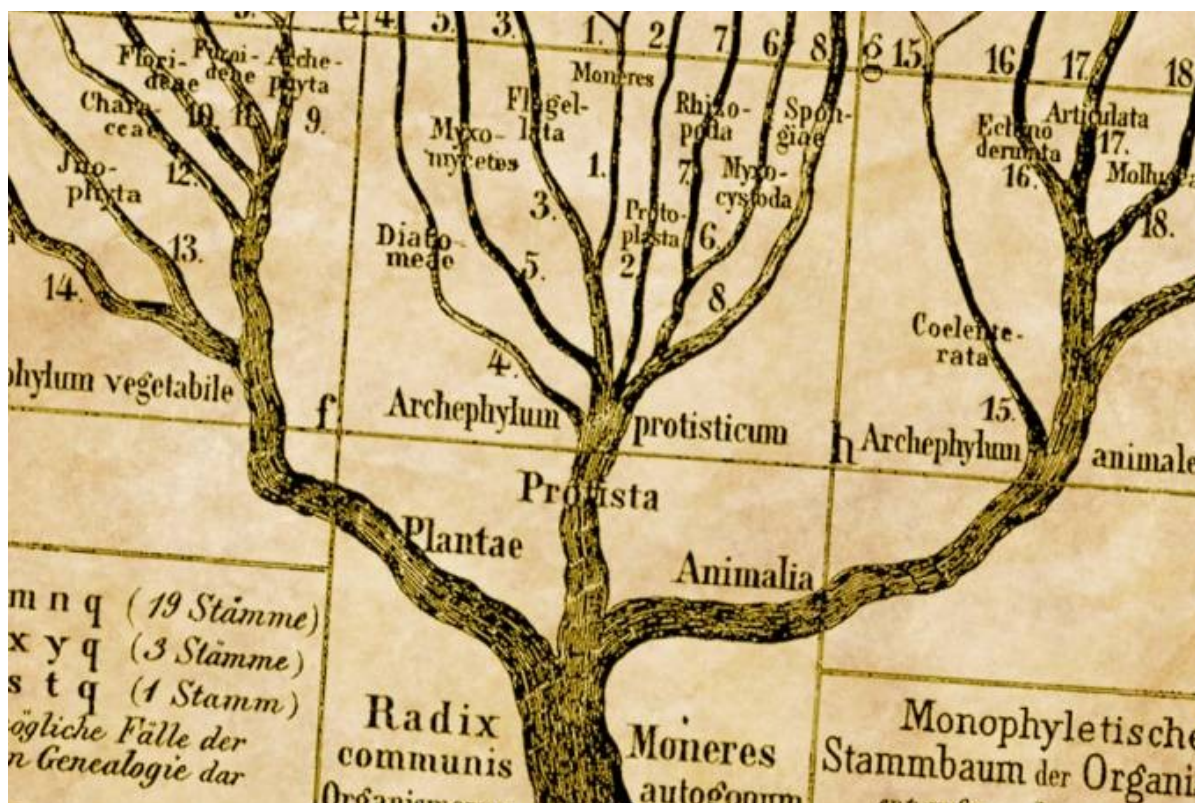
Figura 4 – Diagramas de Leonardo da Vinci



Fonte: MALAGOLINI, Anny. **Já ouviu falar dos cadernos de Leonardo da Vinci?** Taccbook, 2020. Disponível em: https://blog.taccbook.com.br/wp-content/uploads/2020/08/CodexForster_07-e1597354520612-1024x606.jpg. Acesso em: 10 abr. 2019.

No ano de 1837 o naturalista Chales Darwin (1452-1519) utilizou de um diagrama que denominou de “árvore da vida” relacionando-o à teoria evolucionista.

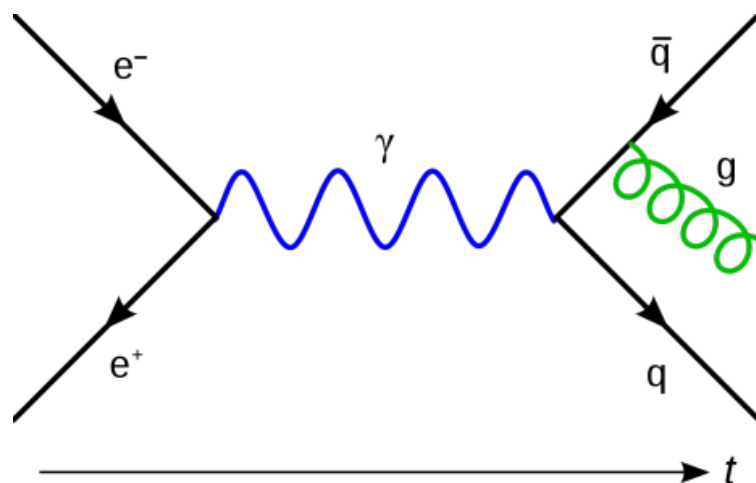
Figura 5 – Árvore da vida



Fonte: LEONARDI, Ana Carolina. Em terra de homem, bactéria é rainha: conheça a nova árvore da vida. **Super Interessante**, 2016. Disponível em: https://super.abril.com.br/wp-content/uploads/2016/10/super_imgarvore_da_vida.jpg. Acesso em: 12 abr. 2021.

O físico Richard Feynman apresentou um diagrama representacional do comportamento das partículas em 1949 quando recebia o prêmio Nobel.

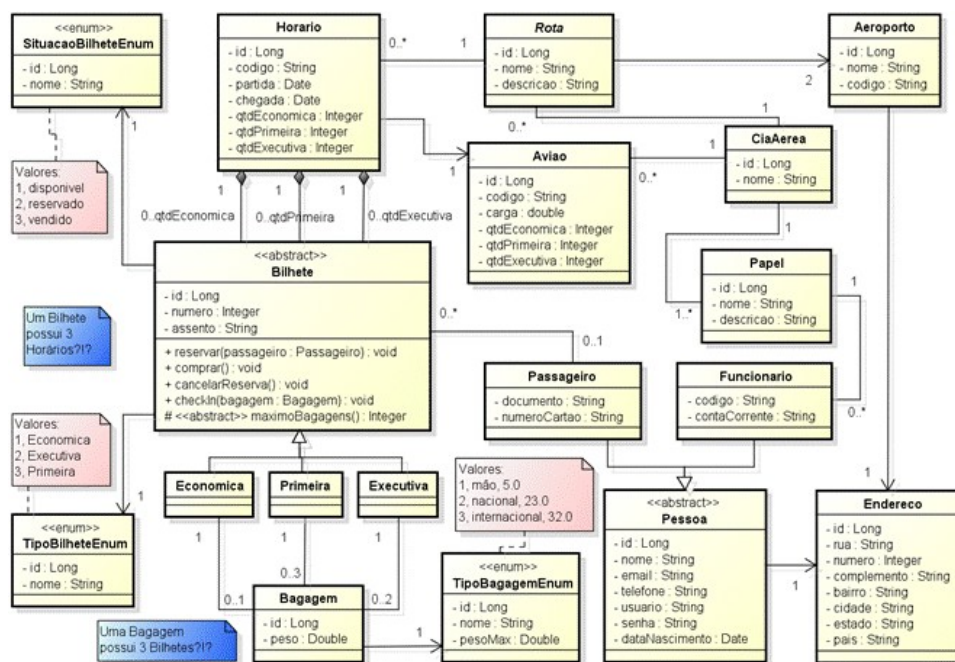
Figura 6 – Diagrama de Feynman



Fonte: FEYNMANN diagram gluon radiation. In: WIKIPÉDIA: a enciclopédia livre. Wikimedia, 2021. Disponível em: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1f/Feynmann_Diagram_Gluon_Radiation.svg/1024px-Feynmann_Diagram_Gluon_Radiation.svg.png. Acesso em: 10 abr. 2021.

O diagrama UML (Unified Modeling Language): também denominada de linguagem de modelagem, surgiu entre as décadas 1970 e 1980 e é utilizada em projetos de sistemas de informação de maneira gráfica.

Figura 7 – Diagrama UML

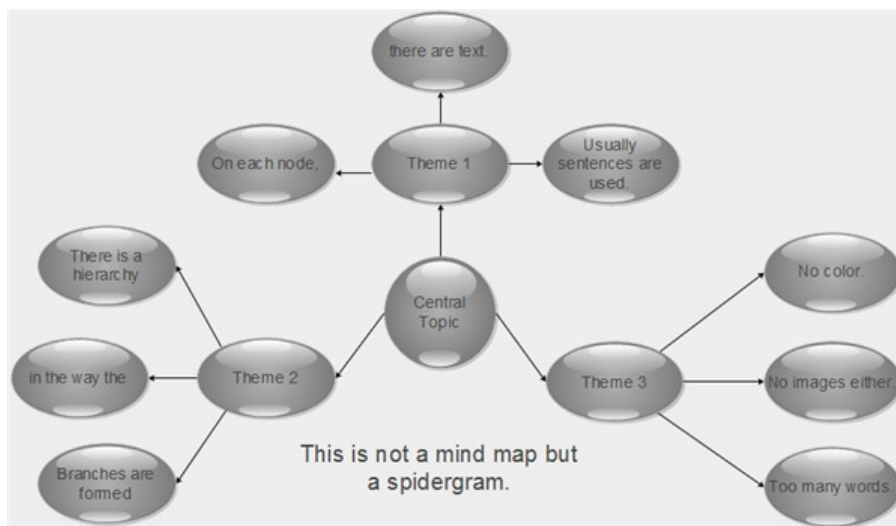


Fonte: DEVMEDIA. Aprenda a interpretar Diagramas de Classes da UML – Parte 2. [2021]. Disponível em: <https://arquivo.devmedia.com.br/revistas/easyjava/imagens/51/1/image001.gif>. Acesso em: 10 abr. 2021.

Atualmente existem diversos diagramas ou mapas representacionais, com certas semelhanças e diferenças entre si, muitas vezes sutis, dentre os quais:

Diagrama de aranha: possui conexões finas, lineares e não são orgânicas.

Figura 8 – Diagrama de aranha



Fonte: EDRAWSOFT. **A simple spidergram template with a brief guide about its features.** [2021]. Disponível em: <https://www.edrawsoft.com/howto/spidergram.png>. Acesso em: 10 abr. 2021.

Diagrama de pirâmide: formato de pirâmide e o conceito-chave no topo.

Figura 9 – Diagrama de pirâmide

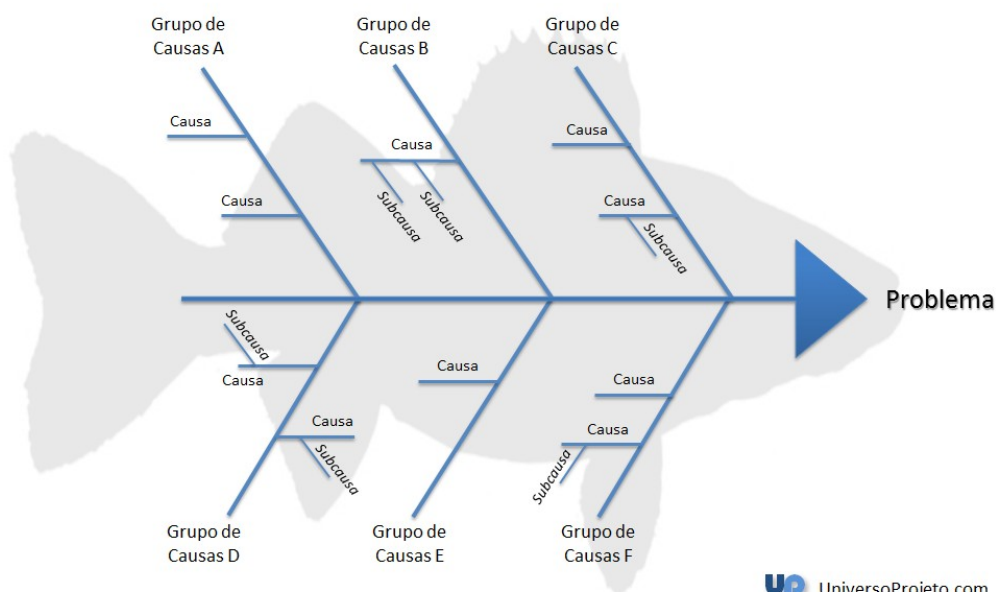


Fonte: DREAMSTIME. **Ilustração do diagrama do conceito da gerência de negócio da pirâmide da estratégia hierárquica.** [2021]. Disponível em: <https://thumbs.dreamstime.com/z/diagrama-da-pir%C3%A2mide-da-estrat%C3%A9gia-hier%C3%A1rquica-19360223.jpg>. Acesso em: 10 abr. 2021.

Diagrama espinha de peixe: formato horizontal e o efeito cumulativo é apresentado na parte denominada “cabeça”.

Figura 10 – Diagrama espinha de peixe

Diagrama de Ishikawa (Causa e Efeito) – “Espinha de Peixe”



Fonte: UNIVERSO PROJETO. **Diagrama de Ishikawa – Causa e Efeito (Espinha de Peixe)**. [2014]. Disponível em: https://universoprojeto.files.wordpress.com/2014/01/diagrama_ishikawa_causa_efeito.png. Acesso em: 10 abr. 2021.

Mapas conceituais: estrutura hierárquica que se ramifica de cima para baixo, rótulos conectados por setas com rótulos.

```

graph TD
    MC[Mapas Conceituais] -- "são requisitos para" --> P[Proposições]
    P -- "formam" --> MC
    P -- "são representadas por" --> FL[Frases de ligação]
    FL -- "determinam" --> P
    FL -- "exigem" --> V[Verbos]
    V -- "explicitam as relações entre" --> C[Conceitos]
    C -- "delimitam a construção de" --> MC
    P -- "representam relações entre" --> C
    C -- "conectam-se através de" --> FL
    C -- "em geral, são representados por" --> S[Substantivos]
    S -- "aparecem em" --> C
    C -- "aparecem em" --> CA[Caixas]
    
```

Diagrama de relações entre conceitos da gramática:

- Mapas Conceituais**
 - são requisitos para **Proposições**
 - representam relações entre **Conceitos**
- Perguntas**
 - delimitam a construção de **Mapas Conceituais**
 - aparecem em **Conceitos**
- Conceitos**
 - conectam-se através de **Frases de ligação**
 - em geral, são representados por **Substantivos**
 - aparecem em **Caixas**
- Proposições**
 - formam **Mapas Conceituais**
 - são representadas por **Frases de ligação**
- Frases de ligação**
 - determinam **Proposições**
 - exigem **Verbos**
- Verbos**
 - explicitam as relações entre **Conceitos**

Exemplo de fluxo (no retângulo inferior):

```

CONCEITO 1
  ↓
FRASE DE LIGAÇÃO
  ↓
CONCEITO 2
  
```

Fonte: MAPAS conceituais. In: Mapas conceituais e a Aprendizagem Significativa. Jorge Horácio "Kotick" Audy, 2021. Disponível em: <https://jorgekotickaudy.files.wordpress.com/2014/06/mapas.png>. Acesso em: 20 mar. 2021.

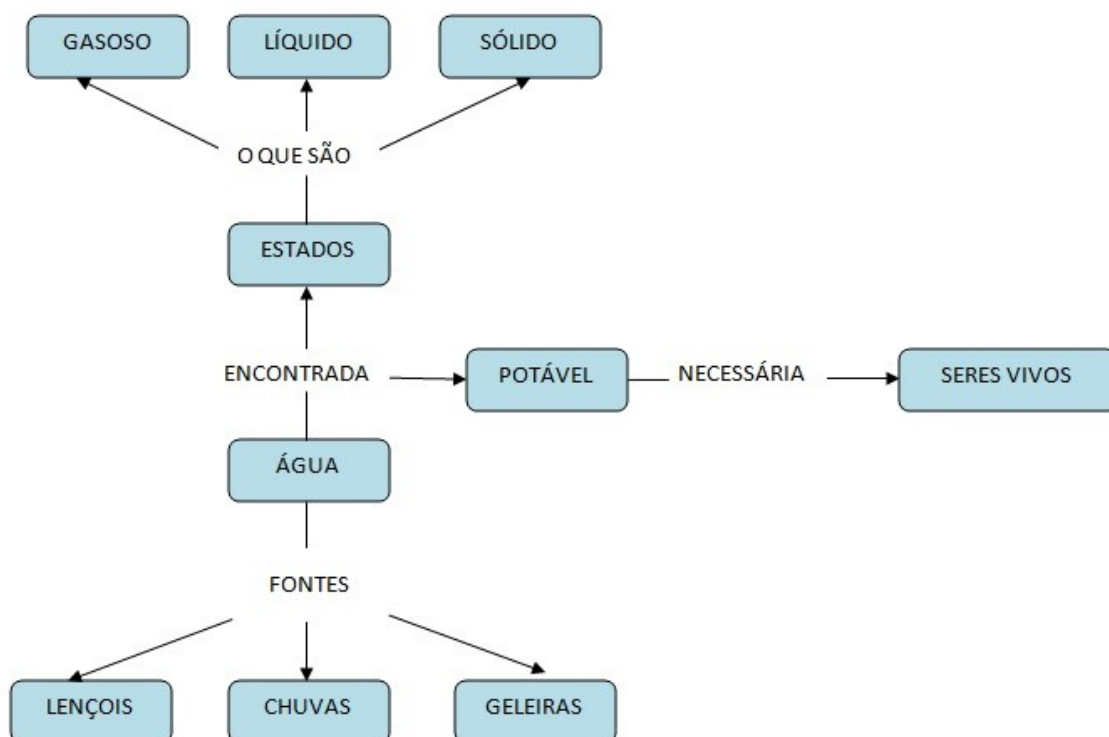
Segundo Novak e Godwin (1988, p.7), os mapas conceituais tornam explícito aos professores e aos alunos as ideias-chave em que eles se devem fixar como objetivo para uma tarefa de aprendizagem específica. Conforme os autores, o mapeamento de conceitos é uma técnica para externalizar conceitos e proposições. Este método abrange a externalização de uma rede conceitual que representa a compreensão de um aluno sobre um determinado domínio do conhecimento.

Suas múltiplas formas de utilizações permitem seu uso como ferramenta instrucional, instrumento de avaliação ou simplesmente um organizador.

Uma vez que a aprendizagem significativa se produz mais facilmente quando os novos conceitos ou significados conceituais são englobados sob outros conceitos mais amplos, mais inclusivos, os mapas conceituais devem ser hierárquicos; isto é, os conceitos mais gerais e mais inclusivos devem situar-se no topo do mapa, com os conceitos cada vez mais específicos, menos inclusivos, colocados sucessivamente debaixo deles (NOVAK; GODWIN, 1988, p.4).

Na Figura 13 está representado um Mapa conceitual que foi utilizado como exemplo para os alunos.

Figura 13 – Exemplo de mapa conceitual



Fonte: O autor.

Segundo Souza Júnior (2017, p.6), pode ser utilizado como critérios para avaliação de mapas conceituais feitos por alunos os seguintes aspectos:

Conceito:

- 1 Nenhum conceito relevante;
- 2 Conceitos identificados, mas sem relação ao mapa proposto;
- 3 Conceitos são identificados conforme o tema do mapa proposto.

Hierarquização:

- a) Conceitos trabalhados de forma ordenada com distinção dos conceitos mais gerais e o mais específicos

Relacionamento entre os conceitos:

- a) Ligação inexistente entre os conceitos gerais e os específicos;
 - 1 Clareza ao leitor;
 - 2 Não existe clareza alguma no mapa ao leitor;
 - 3 Existe clareza de leitura

4.5 NUVEM DE PALAVRAS

As TIC ou Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação – TDIC consistem em uma das ferramentas que pode ser útil no aprimoramento do trabalho do professor na articulação de atividades e interações dentro ou mesmo fora da sala de aula, realizado em um ambiente virtual de aprendizagem. Permite ao professor ter uma noção de maneira ágil quanto ao conhecimento acumulado pelo aluno.

No caso específico dos cursos de física da Educação de Jovens e Adultos (EJA) no ensino médio, estas novas tecnologias podem ser aliadas importantes no processo de ensino e aprendizagem de conteúdo. De maneira geral, o uso das TIC pelos professores pode permitir o enriquecimento de recursos didáticos para a interação entre o aluno e o professor.

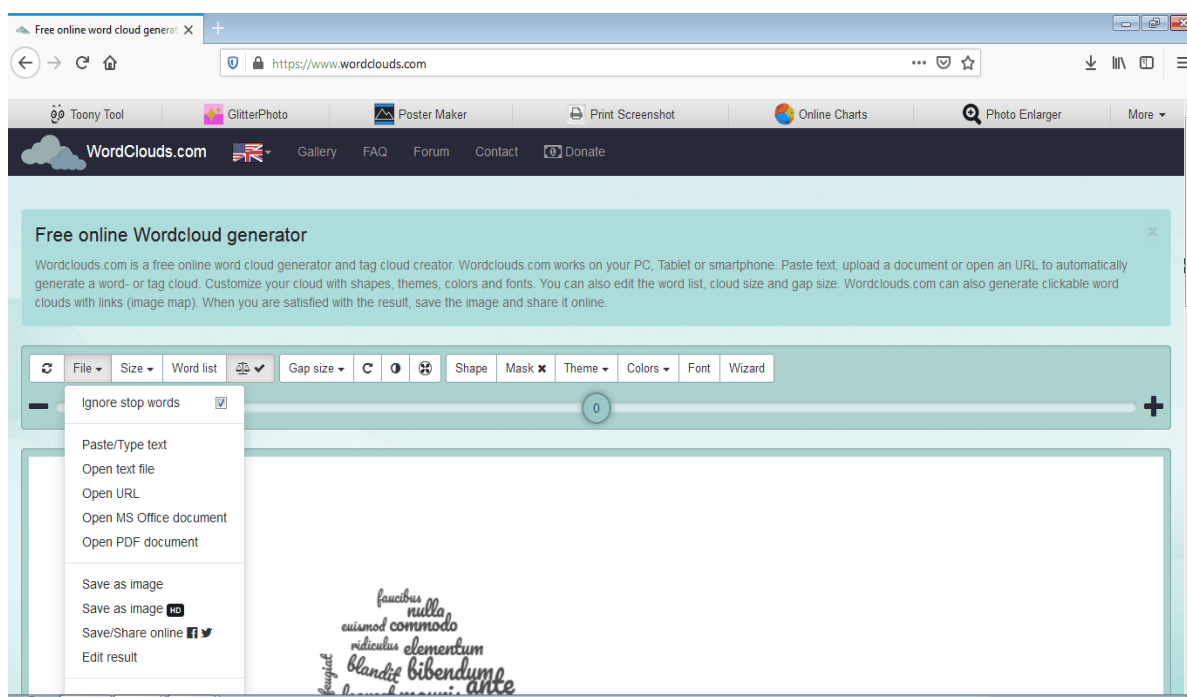
Apresenta ainda um ganho na redução do tempo utilizado, pois, um material didático inteiro, como, por exemplo, uma apostila em formato digital pode ser convertida sinteticamente em uma nuvem de palavras. O resultado é apresentado em apenas uma página, na qual a relevância ou incidência de cada palavra ou

conceito dentro do tema abordado é ressaltada pelo tamanho da fonte a ser utilizada, em geral um maior tamanho da fonte está associado a um conceito que se pretende dar maior visibilidade ou importância.

Assim, o professor consegue visualizar rapidamente as principais lacunas ou deficiências apresentadas pelo aluno.

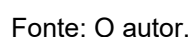
O “Wordcloud” foi escolhido por ser um programa online e gratuito que disponibiliza nuvens de palavras. Além de ser de fácil utilização existem vários recursos como: importação de arquivos de texto em diferentes formatos, definição de resolução, edição manual da lista de palavras, etc. Permite ao usuário um tipo de visualização gráfica muito empregada atualmente. A tela inicial do Wordcloud é apresentada na Figura 14.

Figura 14 – Wordcloud



Fonte: O autor.

Na Figura 15 está apresentada como exemplo a nuvem de palavras original utilizada para o preenchimento pelos alunos.



5 MATERIAIS E METODOLOGIAS

Como visto anteriormente, esta dissertação foi elaborada sob o ponto de vista da psicologia cognitiva, priorizando o processo mental superior (a percepção, o pensamento, a formação de conceitos e a memória).

Neste trabalho considerou-se a utilização da análise de conteúdo por tratar-se de uma metodologia útil para auxiliar na descrição e na interpretação de conteúdos em vários formatos. Aqui tratou-se de nuvem de palavras e mapas representacionais.

Embora esta pesquisa foi mais diretamente relacionada com a área de ensino de Física, os aspectos sociais, especificamente relacionados aos alunos da EJA este tipo de análise foi bastante interessante por ser uma abordagem aplicável tanto aos dados quantitativos quanto aos qualitativos.

São portanto uma forma de investigar dados brutos, buscando captar seus aspectos simbólicos relacionados às características dos alunos envolvidos na aplicação deste produto, buscando tornar mais perceptível a sua linguagem cultural e os seus significados. Neste campo, cabe ressaltar que a interpretação pessoal (receptor) e o contexto da comunicação (emissor) envolvida permite várias possibilidades de análise, permitindo múltiplos significados e que estes deverão ser considerados.

Três importantes aspectos objetivos referentes a análise de conteúdo foram identificados neste trabalho, sendo eles:

Investigar quem emite a mensagem: a partir da mensagem se procurará determinar características do aluno, fazendo-se inferências do texto ao mesmo enquanto emissor da mensagem.

Considerar como a comunicação se processa, as características do meio pelo qual a mensagem é transmitida pelo aluno.

Descrever os resultados efetivos da mensagem na comunicação, explorando a questão da validade entre as finalidades e os resultados (MORAES, 1999, p.3).

Segundo Moraes (1999, p.5) foi adaptada a utilização da análise de conteúdo, foram verificadas as cinco principais etapas que a constituem:

Preparação: Identificação das diferentes amostras de informação a serem analisadas, sendo elas as nuvens de palavras e os mapas produzidos, bem como as observações registradas com relação a participação dos alunos. Os documentos incluídos na amostra devem ser representativos e pertinentes aos objetivos da análise, procurando-se cobrir o campo a ser investigado de modo abrangente. Este material recebeu uma codificação um código para permitir a identificação de cada elemento da amostra de depoimentos ou documentos a serem analisados. Estes códigos eram basicamente An-N (aluno “n”-nuvem), An-M (aluno “n”-mapa) e An-D (aluno “n”-depoimento).

Unitarização: Releitura os materiais com a finalidade de definir a unidade de análise, denominando-se cada um como elemento unitário de conteúdo que posteriormente foi classificado. Nesta etapa foram relidos todos os materiais e classificados por meio de uma anotação para permitir a interpretação sem o auxílio de material adicional, procurando-se manter o sentido original apresentado pelo aluno. Por fim foram reunidos os materiais dentro de contextos específicos de interpretação.

Categorização: Agrupamento dos dados obtidos segundo ao que havia de comum entre eles (nuvens, mapas e depoimentos).

Descrição: Comunicação dos resultados obtidos nas etapas anteriores. Esta etapa abordou aspectos quantitativos por meio da contagem de palavras e aspectos qualitativos quando procurou-se considerar a intenção do aluno na apresentação de um mapa representacional, por exemplo. Esta etapa é apresentada no capítulo referente aos resultados.

Interpretação: Análise geral de todos os resultados obtidos na qual procurou-se chegar a uma compreensão mais aprofundada de todas as etapas previamente aplicadas, inferindo da amostra para a população, ou seja, estendendo-se as conclusões dos grupos menores para a população em geral. Esta etapa é apresentada no capítulo referente as considerações gerais.

5.1 PROCEDIMENTOS

Os mapas conceituais têm como finalidade representar da forma mais detalhada possível, a relação entre vários conceitos, fragmentados ou dispersos, sobre determinado assunto. A aplicação desta dissertação aconteceu respectivamente em dez momentos:

- 1 Aplicação da nuvem de palavras;
- 2 Análise quanto ao entendimento sobre energia;
- 3 Leitura do primeiro texto (Flywheel);
- 4 Leitura do segundo texto (Armazenamento Hidrelétrico Bombeado);
- 5 Leitura do terceiro texto (Geração de energia usando-se ar comprimido);
- 6 Demonstração experimental da lata mágica;
- 7 Demonstração experimental dos dois cataventos;
- 8 Demonstração experimental da bexiga e cataventos;
- 9 Elaboração de mapas conceituais;
- 10 Análise e comparação dos resultados com os obtidos inicialmente.

5.2 APLICAÇÃO DA NUVEM DE PALAVRAS

Na atividade 1 foram verificados os conhecimentos prévios sobre o tema energia. Para isso foi montada a nuvem de palavras apresentada na Figura 15, a qual foi desenvolvida utilizando-se o aplicativo “Wordcloud”. A nuvem de palavras foi entregue individualmente a cada um dos alunos, pediu-se que eles a olhassem cuidadosamente. Após a visualização inicial, pediu-se que eles circulassem os assuntos que ao menos já tido contato no nível fundamental e teriam condições de explicá-los ao colega vizinho. Ao término da atividade foram recolhidas as folhas com o nome do aluno.

Na atividade 2 foi realizada a análise dos resultados a fim de verificar de maneira geral o entendimento que os alunos manifestam quanto ao tema energia.

5.3 LEITURA DOS TEXTOS

Na atividade 3, foram entregues os textos impressos referente ao item 3.1.2 (Flywheel) para leitura e discussão.

Na atividade 4, foram entregues os textos impressos referente ao item 3.1.3 (Armazenamento Hidrelétrico Bombeado) para leitura e discussão.

Na atividade 5, foram entregues os textos impressos referente ao item 3.1.4 (Geração de energia usando-se ar comprimido) para leitura e discussão.

5.4 DEMONSTRAÇÃO EXPERIMENTAL

5.4.1 Demonstração experimental da lata mágica

Na atividade 6 foi realizado o experimento demonstrativo da lata mágica para observação e discussão.

Este experimento teve por finalidade demonstrar as transformações de energia cinética em potencial e vice-versa.

Sua confecção é bastante simples e são necessários os seguintes itens:

- 01 lata vazia;
- 01 objeto com aproximadamente 0,15 kg (nesse experimento utilizou-se uma porca de parafuso;
- 02 dois clipes de papel;
- 01 elástico;
- fita adesiva.

Inicialmente são feitos furos na extremidade superior e na inferior da lata, respectivamente, sua tampa e seu fundo. Por esses furos, passa-se o elástico. Feito isso, amarra-se o objeto escolhido no elástico de forma que este fique no centro e do elástico esticado. Por fim, utilizar os clipes para se segurar o elástico tanto na tampa quanto no fundo da lata (Figura 16).

Figura 16 – Detalhe do exterior da lata mágica.



Fonte: O autor.

No experimento, a lata mágica é posta a rolar sobre uma superfície plana qualquer. Ou seja, é fornecida energia cinética inicial à mesma. Por inércia, a porca inicialmente fica parada torcendo o elástico, o qual armazena energia na forma de energia potencial elástica. Ao final do rolamento, a energia potencial elástica armazenada no elástico é convertida novamente em energia cinética da lata, o que produz seu rolamento no sentido oposto ao do movimento inicial. Esse processo de conversão de uma energia em outra permanece até que a energia do sistema seja dissipada (pela produção de som, atrito, aquecimento das superfícies e etc.) até cessar o seu movimento de vai e vem. Nesta parte é explorado as definições de energia cinética e trabalho que foram previamente detalhadas.

5.4.2. Demonstração experimental dos dois cataventos

Na atividade 7 foi realizado o experimento demonstrativo dos dois cataventos para observação e discussão.

Neste experimento foi possível verificar-se as perdas que ocorrem nos processos de transformação de energia.

O experimento consiste em dois cataventos afixados em uma escada, cada um com uma polia adaptada ao seu eixo de rotação. Em cada uma das polias foi enrolado um fio de determinado comprimento, ao qual foi atada uma porca de parafuso.

Quando uma das porcas é solta de sua posição mais elevada em relação ao solo, faz-se com que o catavento gire, produzindo energia eólica que é utilizada pelo outro catavento colocado em suas proximidades.

Os alunos verificam que quaisquer que fossem os ajustes feitos nesse sistema, em nenhuma hipótese a energia era totalmente recuperada pelo catavento inicialmente em repouso, algo semelhante ao que ocorre no sistema hidroelétrico bombeado. Nesta parte é explorado as definições de energia cinética e trabalho que foram previamente detalhadas.

Figura 17 – Demonstração experimental com dois cataventos



Fonte: O autor.

Ao final da demonstração calculou-se o trabalho realizado pela força gravitacional na porca que se deslocou desde sua posição inicial até a posição na o fio encontrava-se esticado totalmente. Além disso, foram discutidos os processos de perdas de energia envolvidas no processo e ainda as possibilidades tecnológicas necessárias na tentativa de armazenar a energia para uma posterior utilização.

5.4.3. Demonstração experimental com a bexiga e os cataventos

Na atividade 8 foi realizado o experimento demonstrativo bexiga e cataventos para observação e discussão. Neste experimento foi utilizada a mesma montagem do experimento anterior, acrescentando uma bexiga inflável e uma bomba manual, semelhante às que são utilizadas para o enchimento de bexigas de festa:

Figura 18 – Materiais para o experimento com a bexiga

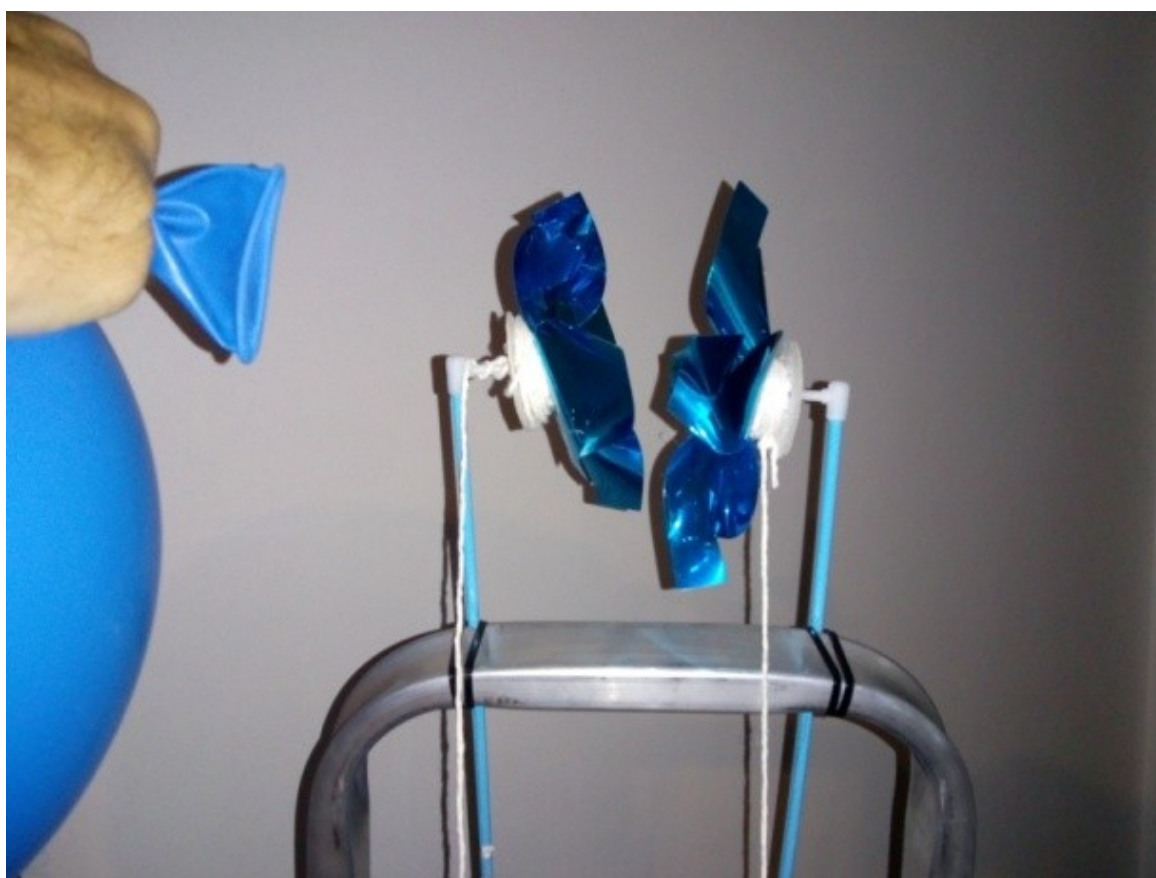


Fonte: O autor.

Foi demonstrado que, deve-se fornecer energia à bomba para se preencher a bexiga de ar, e que essa pode ser em parte recuperada, quando a bexiga se esvazia, devido às suas propriedades elásticas. Ao ser expelido, o ar do interior da bexiga pode produzir movimento dos cataventos, um processo de transformação de energia elástica em cinética do ar e das pás do catavento.

Neste processo o catavento girava, fazendo com que o objeto amarrado ao fio subisse, armazenando energia potencial gravitacional. Como no experimento anterior foi possível calcular o trabalho da força gravitacional sobre o objeto amarrado ao fio e foi possível a discussão das semelhanças e diferenças desse sistema com o de geração de energia por armazenamento de ar comprimido. Nesta parte é explorado as definições de energia cinética e trabalho que foram previamente detalhadas.

Figura 19 – Demonstração experimental com a bexiga e os cataventos



Fonte: O autor.

5.5 APLICAÇÃO DOS MAPAS REPRESENTACIONAIS

Na atividade 9 foi entregue um exemplo de Mapa conceitual (Figura 13) para cada um dos alunos e lhes foi solicitado a construção de um Mapa conceitual com os assuntos vistos nos experimentos descritos anteriormente.

Foram solicitados aos alunos a criação de mapas conceituais tiveram como finalidade representar da forma mais detalhada possível, a relação entre vários conceitos sobre os assuntos a serem tratados. Os mapas representacionais foram posteriormente analisados pelo professor e são apresentados na Atividade 10.

6 RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos na aplicação dos mapas, realização dos experimentos, e discussão dos textos de auxiliares, para uma turma da Educação de Jovens e Adultos do Colégio SESI do município de Ponta Grossa.

6.1 RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA NUVEM DE PALAVRAS

Segundo Vygotsky (1991, p.22) a linguagem não se trata apenas de um código aleatório, mas algo simbólico, imprescindível para a aprendizagem como forma de relacionar os conhecimentos através da mediação.

Segundo o autor, as palavras possuem um papel essencial na formação do pensamento. Isso ocorre quando uma pessoa intervém para orientar outra, como exemplos, os pais na orientação de seus filhos, um professor na orientação de seus alunos ou na orientação de um colega por outro com maior habilidade em determinadas atividades (VYGOTSKY, 1991, p.86).

Em atividade semelhante pode-se solicitar a uma turma de alunos a criação de uma lista que formará a nuvem de palavras (PRAIS, 2017, p.4). No caso em que, os alunos não possuem conhecimento prévio para construir a nuvem, pode-se utilizar material didático fornecido pelo professor ou pela escola.

Nesta atividade foram apresentadas palavras relacionadas ao conceito de energia. Assim foi criada uma nuvem de palavras, a qual permitiu o registro das palavras conhecidas que possam indicar conhecimentos prévios dos alunos sobre esse conteúdo. Para organização dessa estratégia, foi utilizado o programa de computador “Wordcloud”. Este produziu uma nuvem de palavras, organizando-as em diferentes tamanhos, com base no número de ocorrências em um texto escolhido.

A nuvem de palavras idealizada (exemplo na Figuras 16) foi entregue aos alunos em uma folha separada. As palavras da nuvem, dimensionadas de acordo com a sua ocorrência no texto de apoio, apresentou a sequência: energia, movimento, velocidade, corpo, calor, calor, etc.

Os alunos não tiveram dificuldades com a seleção das palavras associadas ao tema energia na Nuvem de Palavras (exemplos nas Figuras 20 e 21). Como

[illegible]

Fonte: O autor.

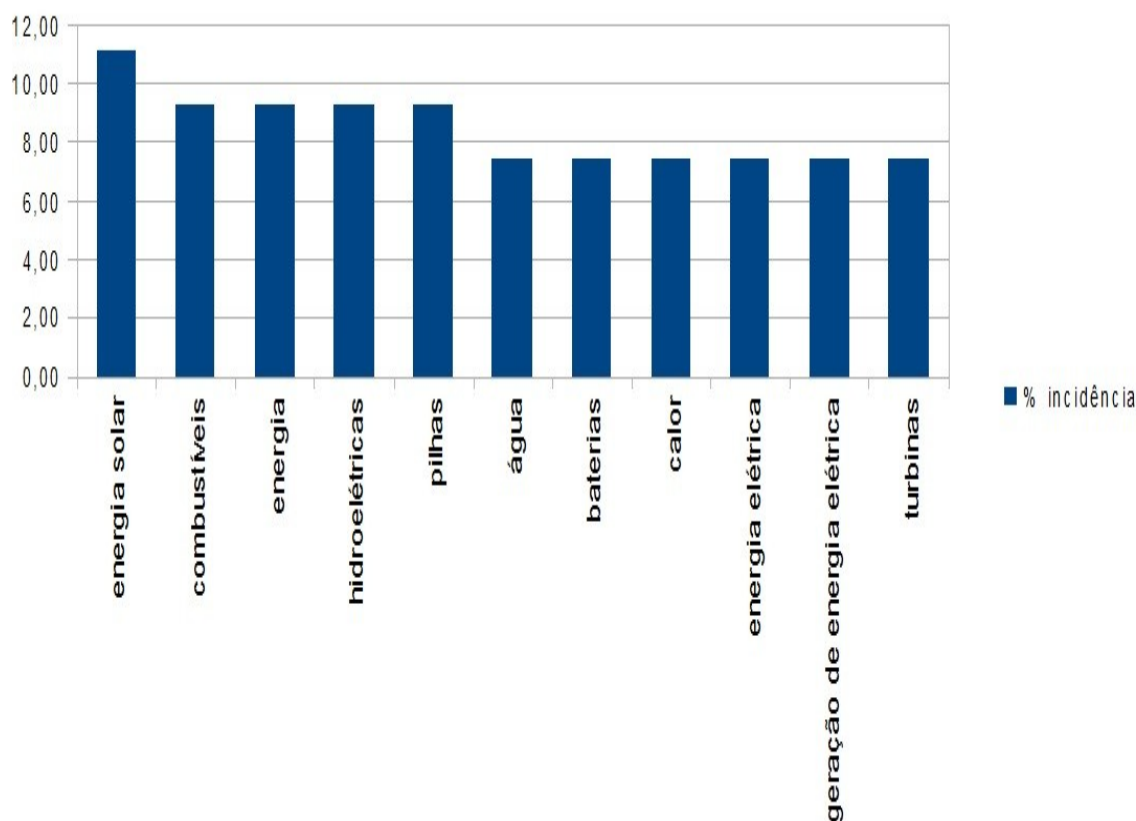
Figura 21 – Nuvem de palavras aplicada ao aluno 2



Fonte: O autor.

Uma das análises realizadas para a identificação dos conhecimentos prévios dos alunos em relação ao assunto baseou-se na contagem das palavras destacadas em maior número nas nuvens de palavras devolvidas pelos alunos. Esta análise mostrou que os alunos nesta turma associam o tema à “energia solar”, fato que demonstra a utilização mais disseminada hoje em dia sobre o conceito de energia. Em seguida, foram bastante destacadas como: combustíveis, hidroelétricas e pilhas, conforme apontado no Gráfico 01:

Gráfico 1 – Percepção dos alunos quanto aos termos familiares relacionados ao tema



Fonte: O autor.

Nestes resultados apresentados percebeu-se uma importante relação do tema energia com a vida cotidiana de cada um dos alunos segundo suas características socioculturais, fato evidenciado em conversas informais durante as aulas.

Aparentemente como reflexos dos avanços da ciência e da tecnologia a percepção deste grupo de alunos demonstrou menor relação do conceito geral de energia com o de conceito específico de energia mecânica (FERNANDES, 2013, p.5).

Este ambiente de aprendizagem proposto auxiliou os alunos em um primeiro momento a explicitarem os seus modelos relacionados à energia, e posteriormente revisarem-nos em atividades subsequentes detalhadas na sequência (BARBOSA, 2006, p.3).

6.2 RESULTADOS DOS TEXTOS

Esta atividade consistiu da leitura e discussão dos três textos de apoio utilizados previamente ao conteúdo, os quais abordaram o estágio tecnológico atual desse tipo de conversão de energia.

Nesta atividade, foram entregues os textos impressos para leitura e discussão referentes aos itens:

3.1.2 (Flywheel);

3.1.3 (Armazenamento Hidrelétrico Bombeado);

3.1.4 (Geração de energia usando-se ar comprimido).

O processo de ensino-aprendizagem também se constitui dentro das interações que ocorrem em diversos contextos sociais.

Segundo o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal que define a distância entre o nível de desenvolvimento real, determinado pela capacidade de resolver um problema sem ajuda (VYGOSTSKY, 1991), foi proposta a interação entre alunos e com o professor para incentivar as habilidades que funcionam efetivamente apenas nas atividades colaborativas que se deram durante as aulas, em discussões em grupo durante a elaboração das atividades.

Posteriormente foi observado se ocorreu a internalização, ou seja, sinais de que a atividade externa (interpessoal) que para tornar-se uma atividade interna (intrapessoal).

Assim as equipes foram misturadas conforme os diferentes níveis de conhecimentos prévios percebidos e, visando a internalização.

Percebeu-se ao longo da atividade que alguns alunos com atividades profissionais mais afins aos temas dos três textos também tinham maior facilidade para compreender e explicar o assunto para os demais integrantes do grupo. Como exemplo um mecânico industrial em um grupo com uma cozinheira, uma costureira e um auxiliar de almoxarifado.

A verificação de aprendizagem ocorreu de maneira subjetiva, entretanto foi perceptível por meio de conversas com os alunos que a maioria se interessou pelos temas, discutiram os assuntos com o professor e conseguiram relacionar os conceitos de energia presentes.

A maior dificuldade percebida na compreensão pareceu ser a timidez ou desinteresse de uns poucos, embora o ambiente tenha sido mantido de forma descontraída. Considerou-se o fato de alguns alunos estarem presentes simplesmente para obterem a conclusão do Ensino Básico.

De toda forma o nível de interesse dos alunos na maioria foi motivador, fato registrado ao final por meio de algumas observações positivas ao final.

6.3 RESULTADOS DAS DEMONSTRAÇÕES EXPERIMENTAIS

Para permitir o maior contato com a realidade e o meio ambiente, em complemento aos textos da atividade anterior ocorreu a utilização dos kits experimentais relacionados: Flywheel (lata mágica), Armazenamento Hidrelétrico Bombeado (dois cataventos) e Geração de energia usando-se ar comprimido (bexiga e cataventos). Cada uma das equipes utilizou um dos três experimentos por vez, revezando-se na realização desta atividade.

Durante a aplicação dos experimentos, observou-se que os alunos demonstraram certo interesse e motivação pelas atividades experimentais.

Embora este tipo de atividade tenha sido novidade nesta turma, os experimentos foram realizados de maneira intuitiva o que permitiu a fácil utilização.

Em um dos exemplos, percebeu-se que os alunos conseguiram relacionar os experimentos realizados com os textos anteriormente lidos por meio de perguntas realizadas pelo professor, como por exemplo:

“Alguém de vocês se recorda de situação prática na qual o princípio de funcionamento deste experimento possa ser útil?”

Também ocorreram outros mais importantes exemplos de associação dos experimentos, especialmente em registros apontados por alunos com profissões na área industrial.

Esta pergunta foi feita para toda a turma após a realização de cada experimento e nas três situações a maioria dos alunos presentes em sala relacionou o experimento com o correto texto prévio.

Cabe ressaltar que os experimentos permitem ao professor utilizar situações práticas, os quais permitem as reflexões do aluno sobre determinado fenômeno para auxiliar na criação das relações auxiliarão na formação do conceito.

Os temas como conservação de energia, energia mecânica, trabalho e potência foram abordados a partir das atividades experimentais.

6.4 RESULTADOS DOS MAPAS REPRESENTACIONAIS

Como atividade final, foi solicitada individualmente aos alunos a elaboração de um Mapa conceitual sobre o que conseguia recordar das três atividades anteriormente realizadas.

Os alunos da Educação de Jovens e Adultos de maneira geral possuem conhecimento baseado nas experiências pessoais, fato que foi considerado durante a realização da atividade.

Foi perguntado aos alunos se já haviam feito um Mapa conceitual, seja no colégio, seja no ambiente profissional. Com a resposta negativa de todos foi entregue um exemplo impresso (Figura 13) para servir de referência assim como as devidas orientações.

Entretanto os alunos conseguiram criar mapas mais assemelhados ao que vimos na literatura como mapas de aranha, que pode ser generalizado como mapas representacionais conforme detalhado anteriormente. Embora alguns alunos tenham apresentado um pouco de dificuldade na ligação de vários termos nesta atividade nova, todos conseguiram concluir ao menos em um nível pouco aprofundado.

Desta forma foi importante analisar cada aluno para diagnosticar o seu respectivo nível de aprendizagem para que se saiba o que ele precisa aprender e de que forma essa aprendizagem deve acontecer quando for utilizar o material didático do colégio.

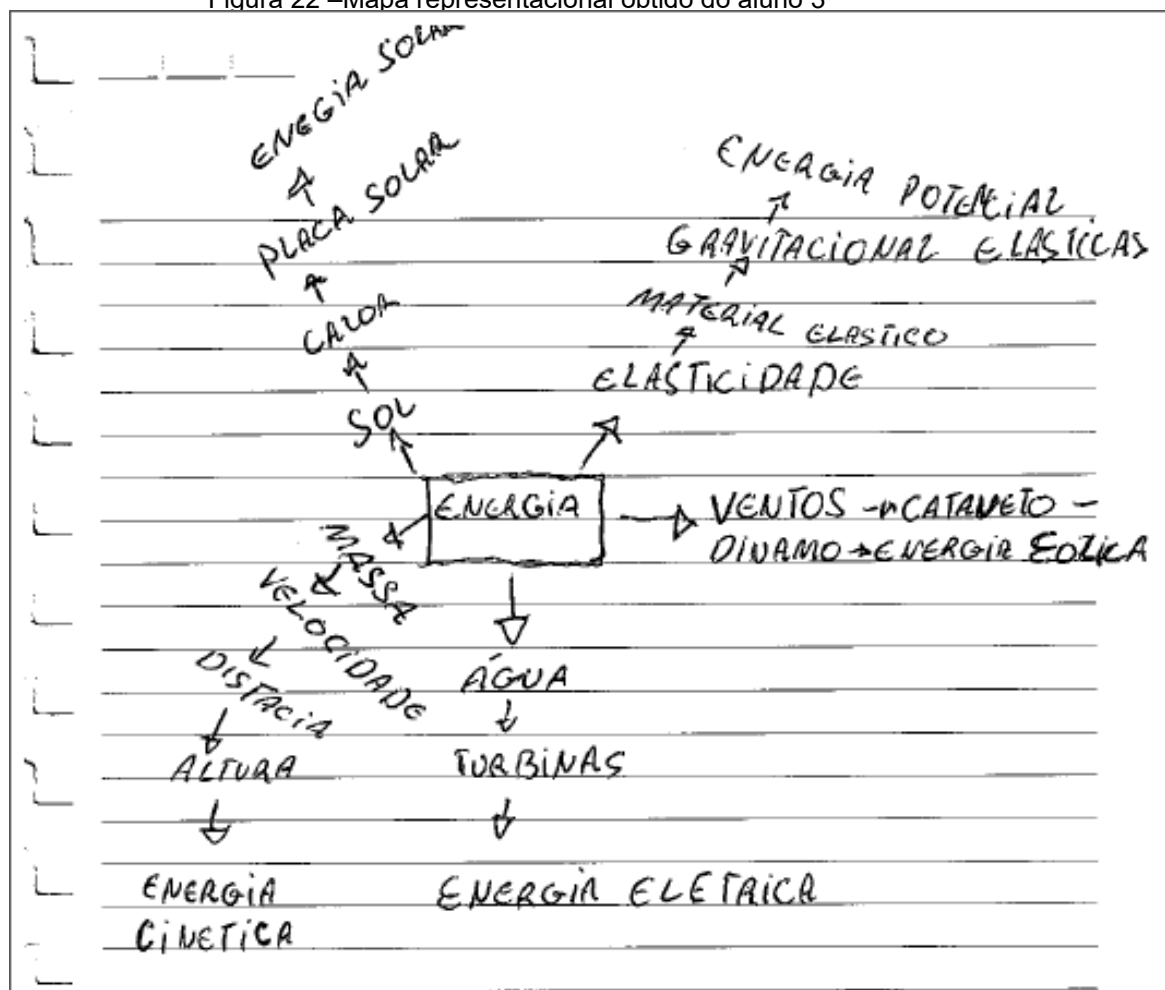
Embora a ideia tenha sido a de que os experimentos fossem suficientemente simples para serem reproduzidos em outras salas de aula alguns elementos poderiam ser melhorados como, por exemplo, a base dos cataventos que foi montada em uma escada de abrir poderia ter uma base mais portátil a fim de facilitar o transporte. O mecanismo das hélices dos cataventos também poderia ter sido aprimorado, por exemplo, de maneira a reduzir o atrito e consequentemente melhorar o rendimento. Isso poderia tornar o experimento mais desafiador ao aluno que estava verificando as perdas.

Os textos se apresentaram adequados ao público chamando a atenção e poderiam em outra oportunidade serem explorados para outras formas de energia como a térmica e a eletromagnética de forma a abranger outros assuntos de Física para o ensino médio.

As nuvens de palavras também foram bem recebidas e com a mesma ferramenta (*Wordclouds*) podem ser facilmente adaptados a outros conteúdos e apostilas.

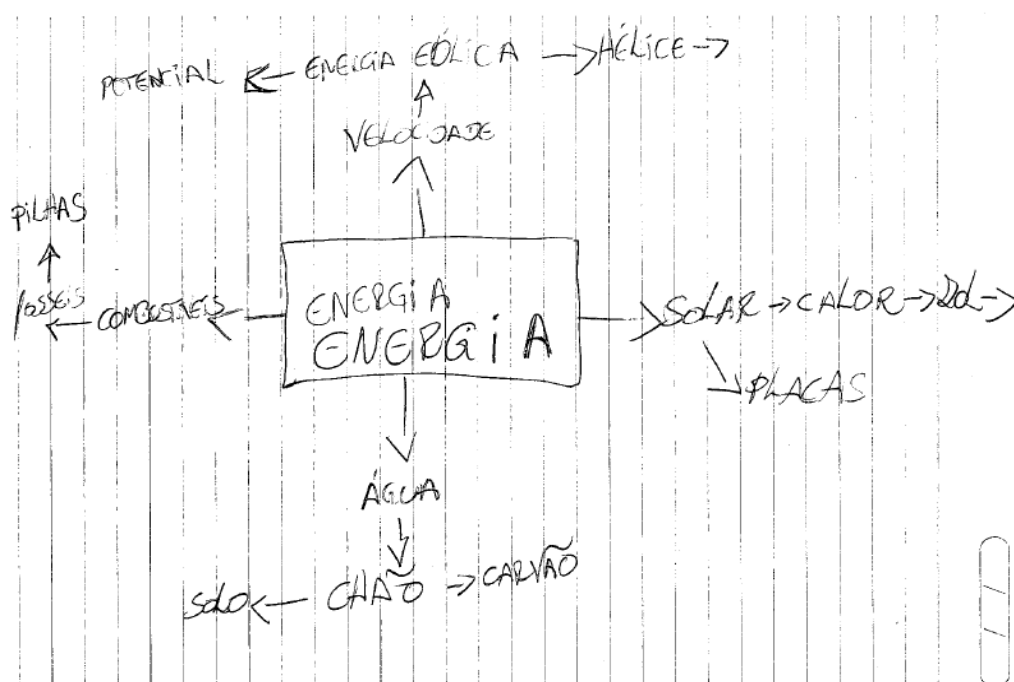
Dois exemplos obtidos durante a aplicação do projeto com os alunos estão representados pelas Figuras 22 e 23:

Figura 22 – Mapa representacional obtido do aluno 3



Fonte: O autor.

Figura 23 – Mapa representacional obtido do aluno 4



Fonte: O autor.

Para efeito de comparação, percebe-se certa evolução entre o momento anterior e o posterior às atividades realizadas por um mesmo aluno, conforme exemplos representados pelas Figuras 24 e 25:

No exemplo do aluno 5 a quantidade de conceitos identificados na nuvem de palavras foram 6 (Figura 24).

Já no Mapa representacional (Figura 25) passou para 20 conceitos, indicando numericamente uma evolução, além de critérios identificados:

- Conceitos foram identificados e estão de acordo com o tema explorado;
- Percebeu-se que os conceitos trabalhados foram apresentados de forma ordenada, indicando distinção dos mais gerais para os mais específicos;
- Foram apontadas ligações entre o conceito geral (energia) e específicos e entre 4 dos conceitos específicos (energia elétrica, energia eólica, energia potencial e energia renovável).

O mapa apresentou clareza para leitura.

Outro exemplo foi o do aluno 6 a quantidade de conceitos identificados na nuvem de palavras foram 9 (Figura 26).

Já no Mapa representacional (Figura 27) passou para 14 conceitos, indicando numericamente uma evolução, além de critérios identificados:

- Conceitos foram identificados e estão de acordo com o tema explorado;
- Percebeu-se que os conceitos trabalhados foram apresentados de forma parcialmente ordenada (associado o conceito de energia térmica diretamente ao de energia solar), indicando parcial distinção dos mais gerais para os mais específicos;
- Foram apontadas ligações entre o conceito geral (energia) e específicos e entre 4 dos conceitos específicos (energia elétrica, energia solar, energia térmica, e “elementos” da energia mecânica faltando este termo específico).

O mapa apresentou clareza para leitura.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Enquanto a Física explica e descreve os fenômenos de diferentes elementos da natureza, como eles funcionam e como eles reagem submetidos a diferentes situações, a tecnologia por sua vez nos ajuda a resolver problemas e a realizar tarefas utilizando-se do mundo ao nosso redor.

Por meio das pesquisas baseadas nos conceitos da Física, novos produtos têm surgido ou sido aprimorados para utilização no cotidiano das pessoas.

Com o avanço da tecnologia, a energia, como conceito, tornou-se parte de praticamente todos os aspectos de nossas vidas e torna-se cada vez mais importante no cotidiano. Ensinar o conceito de energia é desafiador, pois a maioria dos estudantes não o compreende adequadamente por tratar-se de um conceito abstrato no qual os professores de física necessitam desempenhar um importante papel.

Dentro das ciências naturais os experimentos científicos permitem aos alunos participarem de um ambiente propício para testar as teorias científicas e o de estabelecer as bases para o conhecimento científico.

O ensino experimental é também uma parte importante do trabalho no ensino médio, pois é uma das principais formas para cultivar a capacidade de analisar e resolver problemas que é uma das competências necessárias para os alunos.

Tornou-se comum observar as situações atuais nas quais o ensino de Física ocorre praticamente sem significado e exclusivamente por meio da utilização de conceitos memorizados, bem como leis e fórmulas, de forma desarticulada e distante da realidade vivida, tanto pelos alunos quanto dos próprios professores.

O conceito de energia quando é ensinado permite tornar cada aluno mais consciente quanto a formas utilização no cotidiano, buscando apresentá-lo não como um conhecimento científico pronto e definitivo, mas como uma área de estudo ainda em desenvolvimento e com vários desafios e necessidades.

Neste trabalho, procurou-se analisar as contribuições do tema “armazenamento de energia” para o ensino médio como forma de auxiliar na compreensão referente ao conceito de energia. Os resultados mostraram uma interessante ferramenta para o ensino e aprendizagem de Física.

Percebeu-se então que o produto gerado neste trabalho tem potencial para auxiliar o ensino de Física, especialmente na área Mecânica a qual foram aplicados os experimentos.

Proporcionou, portanto, uma abordagem de conteúdos sobre energia no Ensino Médio a partir de atividades práticas que normalmente são tratados de forma meramente teórica das discussões neste segmento de ensino.

Essa pesquisa em ensino de Física teve como um dos pontos principais a proposta da inserção de uma abordagem para o ensino do conceito de energia baseado nos desafios tecnológicos atuais, destinada a estudantes de Ensino Médio da Educação de Jovens e Adultos.

Foram priorizados os experimentos didáticos relacionados às atuais necessidades quanto ao armazenamento de energia, como forma de despertar nos alunos interesse e significado ao conteúdo estudado, especialmente tratando-se de alunos adultos já inseridos no mercado de trabalho com variadas profissões.

As atividades experimentais elaboradas foram relacionadas ao tema de Mecânica com a utilização de materiais acessíveis, baixo custo e fácil reprodução visando simplificar ao máximo aos professores que possuem tempo reduzido.

Os kits experimentais utilizados foram elaborados com a finalidade de relacionar cada parte do conteúdo selecionado ao correspondente dispositivo tecnológico discutido anteriormente no respectivo texto. Ainda houve esforço tanto na elaboração quanto na utilização de cada experimento para despertar nos estudantes uma expectativa para favorecer o ambiente de aprendizagem. Estão detalhados no Apêndice - Produto Educacional, tal como utilizados de acordo com os critérios previamente detalhados com a finalidade de reprodução das atividades pelos docentes que porventura se interessarem nesta pesquisa.

Tendo-se como objetivo a aproximação entre a teoria e o cotidiano dos alunos buscando tornar a aprendizagem significativa, percebeu-se que os experimentos permitiram observar os alunos mais atuantes no que diz respeito à construção de seus próprios conhecimentos. Na maioria dos alunos verificou-se que o estímulo despertou o interesse por esta sequência de aulas, bem como a interação entre professor-aluno e aluno-aluno.

Foi bastante importante considerar a análise de conteúdo, pois segundo (1999, MORAES, p.10) não se constitui numa simples técnica de análise, mas que

pode sim trata-se de uma metodologia variada e em permanente revisão. Possibilitou, agregar várias necessidades de forma a sistematizar a pesquisa tanto em uma abordagem quantitativa, bem como na qualitativa.

Verificou-se também que o uso dos experimentos auxiliou no desenvolvimento dos conceitos físicos com relativa progressão na compreensão dos conteúdos, considerando certa defasagem de uma turma da EJA.

Na primeira aula a nuvem de palavras apresentada permitiu uma rápida verificação dos termos e conceitos previamente conhecidos e relacionados ao tema pelo professor. Essa mesma atividade também foi interessante, pois permitiu uma percepção das formas de energia mais conhecidas pelo aluno (Gráfico 01).

Apurou-se que a maioria dos alunos associava o tema energia com a forma de energia solar poucos com a energia mecânica, ressaltando a necessidade de esmiuçar mais a segunda que já estava prevista para os experimentos já planejados. Se houvesse mais aulas disponíveis para esta sequência didática seria possível trabalhar mais formas de energia aproveitando estas informações levantadas.

Na segunda aula foram utilizados os três textos prévios (Flywheel, Armazenamento Hidrelétrico Bombeado e Compressed Air Energy Storage), relacionados respectivamente aos experimentos permitiu correlacionar o atual estágio de tecnologia em armazenamento de energia com a Física em sala de aula.

O organizador prévio permite a criação de um elo entre o conhecimento atual do aluno e o que é necessário que ele já saiba. Desta maneira espera-se que o novo conteúdo poderá ser compreendido de forma significativa. Assim, a estratégia desta atividade era estabelecer o uso desses textos, bem como a nuvem de palavras, como organizadores prévios para os conceitos utilizados posteriormente nos experimentos a fim de facilitar ao aluno no encontro do significado.

Na terceira aula, a primeira experimental, os estudantes observaram com atenção a demonstração experimental da lata mágica, o qual despertou muito interesse e curiosidade nos alunos. Todos os alunos conseguiram associar o experimento ao respectivo texto. Essa atividade permitiu a discussão dos conceitos de energia cinética e energia potencial com a posterior avaliação por meio dos mapas conceituais.

Na quarta aula, a segunda experimental, os estudantes observaram com atenção a demonstração experimental dos dois cataventos, o qual despertou muito

interesse e curiosidade nos alunos. Todos os alunos conseguiram associar o experimento ao respectivo texto. Essa atividade permitiu a discussão dos conceitos de energia cinética e energia potencial com a posterior avaliação por meio dos mapas conceituais.

Na quinta aula, a terceira experimental, os estudantes observaram com atenção o experimento da bexiga e do catavento, o qual despertou muito interesse e curiosidade nos alunos. Todos os alunos conseguiram associar o experimento ao respectivo texto. Essa atividade permitiu a discussão dos conceitos de energia cinética e energia potencial com a posterior avaliação por meio dos mapas conceituais. Ao fim dessas três aulas experimentais os estudantes já tinham vivenciado as experiências e possuíam os pré-requisitos para uma abordagem mais quantitativa dos fenômenos observados.

Na sexta aula foram aplicados os mapas conceituais para posterior análise, conforme detalhamento no Capítulo 7. Esta atividade mostrou ainda que, naquela avaliação, alguns estudantes trouxeram referências ao fenômeno e aos experimentos realizados, evidenciando a aprendizagem e, portanto, a validade da atividade. Também, percebeu-se que alguns alunos apresentaram um acréscimo de palavras, comparando a primeira atividade (nuvem de palavras) com a última (mapa representacional).

Como exemplos dos fatores que interferiram negativamente no processo de ensino e aprendizado, são eles: acentuada defasagem dos alunos da EJA, a reduzida carga horária presencial (20% da carga horária da disciplina presencial) e a tendência elevada para evasão escolar nesta modalidade de ensino.

Entretanto, um dos desafios deste trabalho era justamente trabalhar com as dificuldades acima em comum acordo com a equipe pedagógica. As aulas previstas no planejamento das atividades deveriam ter sido executadas para que pudesse obter resultados a respeito deste processo de aprendizagem.

Comparando-se a atividade inicial da nuvem de palavras com a posterior elaboração de mapas conceituais ao final, procurou-se identificar avanços conceituais e evidências da aprendizagem significativa. Os mapas conceituais permitiram, portanto, a verificação de como o aluno organizou os assuntos, considerando a limitação de tempo de uma hora-aula e conseqüentemente os possíveis resultados que poderiam ser obtidos.

Considera-se ainda como ponto positivo o uso da linguagem na qual foram utilizadas diferentes ferramentas didáticas (nuvem de palavras, leitura de textos, experimentos e mapas conceituais), pois raramente percebeu-se situação tediosa nos alunos, ou seja, houve considerável predisposição dos alunos para o aprendizado.

Em conjunto estas atividades serviram para a organização do manual destinado a professores do Ensino Médio, composto de: textos de apoio, experimentos e da descrição dos kits experimentais, constituindo o produto deste mestrado.

7.1 TRABALHOS FUTUROS

Nesta oportunidade de elaboração deste conteúdo cuja temática foi relacionada ao assunto de “armazenamento de energia” foi possível obter novas perspectivas que poderão contribuir para possíveis trabalhos futuros.

Esse produto também poderá ser a sua aplicação experimental ampliada aos demais conteúdos como a Termodinâmica e o Eletromagnetismo, o que deverá contribuir na formação dos profissionais de Física, tanto nos recursos de ensino e de aprendizagem como os kits experimentais, ambos elencados neste produto educacional gerado neste trabalho.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, Beatriz, MÁXIMO, Antonio. **Curso de Física Volume Único**. São Paulo, Ed. Scipione, 2002.

APPTUTS. **Mapas mentais ENEM: onde encontrar e fazer?** [2021]. Disponível em: https://www.apptuts.net/wp-content/webpc-passthru.php?src=https://www.apptuts.net/wp-content/uploads/2020/04/mapa_mental-1.jpg&nocache=1. Acesso em: 10 abr. 2021.

AUSUBEL, P. D. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. Plátano Edições Técnicas. Lisboa, 2000.

BURATTINI, Maria Paula T. de Castro. **Energia: uma abordagem multidisciplinar**. São Paulo: Livraria da Física, 2008.

BARBOSA, J, P. V.; BORGES, A. T. **O Entendimento dos estudantes sobre energia no início do ensino médio**. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n.2, agosto 2006. Páginas 182-217.

BRASIL. **Constituição (1988)**. **Constituição** da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado **Federal**: Centro Gráfico, **1988**.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDBEN**, Lei nº 9394/96 - 20 de dez. 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Diário Oficial da União. 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, SEB, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wpcontent/uploads/2018/04/BNCC_19mar2018_versaofinal.pdf. Acesso em: 07 de junho de 2018.

BUZAN, T. **Dominando a técnica dos mapas mentais**. São Paulo: Pensamento-Cultrix, 2019.

CARR, Nicholas. **A geração superficial: o que a internet está fazendo com os nossos cérebros**. Rio de Janeiro: Agir, 2011.

CASTELLS, M. **A sociedade em rede**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.
DIMENSTEIN, Gilberto. **Aprendiz do futuro: cidadania hoje a amanhã**. São Paulo: Ática, 2003.

DIAGRAMAS de classes da uml. In: Aprenda a interpretar Diagramas de Classes da UML – Parte 2. [2021]. Disponível em: <https://arquivo.devmedia.com.br/revistas/easyjava/imagens/51/1/image001.gif>. Acesso em: 10 abr. 2019. Acesso em: 10 abr. 2021.

DREAMSTIME. **Ilustração do diagrama do conceito da gerência de negócio da pirâmide da estratégia hierárquica**. [2021]. Disponível em: <https://thumbs.dreamstime.com/z/diagrama-da-pir%C3%A2mide-da-estrat%C3%A9gia-hier%C3%A1rquica-19360223.jpg>. Acesso em: 10 abr. 2021.

EDRAWSOFT. **A simple spidergram template with a brief guide about its features**. [2021]. Disponível em: <https://www.edrawsoft.com/howto/spidergram.png>. Acesso em: 10 abr. 2021.

FERNANDES, João Paulo. O tema energia e a perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) no Ensino de física: possíveis articulações nos documentos oficiais curriculares. **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC**, Águas de Lindóia, SP – 10 a 14 de Novembro de 2013.

FEYNMANN diagram gluon radiation. In: WIKIPÉDIA: a enciclopédia livre. Wikimedia, 2021. Disponível em: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1f/Feynmann_Diagram_Gluon_Radiation.svg/1024px-Feynmann_Diagram_Gluon_Radiation.svg.png. Acesso em: 10 abr. 2021.

GASPAR, Alberto; MONTEIRO, Isabel Cristina de Castro. **Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky**. Investigações em Ensino de Ciências V10(2), pp. 227-254, 2005.

KAWAMURA, Maria Regina Dubeux; HOSOUKE, Yassuko. **A contribuição da Física para um Novo Ensino Médio**. Física na Escola, v. 4, n. 2, 2003.

LEFRANÇOIS, Guy. R. **Teorias da Aprendizagem**. São Paulo: CENGAGE Learning, 2016.

LAKATOS, E. M. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Atlas, 2001.
MORAN, José. **A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá**. 5ª ed. Campinas: Papirus, 2012.

LEONARDI, Ana Carolina. Em terra de homem, bactéria é rainha: conheça a nova árvore da vida. **Super Interessante**, 2016. Disponível em: https://super.abril.com.br/wp-content/uploads/2016/10/super_imgarvore_da_vida.jpg. Acesso em: 10 abr. 2019. Acesso em: 12 abr. 2021.

MALAGOLINI, Anny. **Já ouviu falar dos cadernos de Leonardo da Vinci?** Taccbook, 2020. Disponível em: https://blog.taccbook.com.br/wp-content/uploads/2020/08/CodexForster_07-e1597354520612-1024x606.jpg. Acesso em: 10 abr. 2019.

MAPAS conceituais. In: Mapas conceituais e a Aprendizagem Significativa. Jorge Horácio "Kotick" Audy, 2021. Disponível em: <https://jorgekotickaudy.files.wordpress.com/2014/06/mapas.png>. Acesso em: 20 mar. 2021.

MORAES, Roque. **Análise de conteúdo**. *Revista Educação*, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MOREIRA, M. A. “**Aprendizagem significativa**: um conceito subjacente”. In: Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, 1997, Burgos, Espanha. Actas. Burgos: ENAS, 1997.

NETTO, Arthur Prado; COSTA, Orlando Santana. **A Importância Da Psicologia Da Aprendizagem E Suas Teorias Para O Campo Do Ensino-Aprendizagem**. Goiânia: Fragmentos de Cultura, v. 27, n. 2, p. 216-224, abr./jun, 2017.

NOVAK J. D.; GOWIN, D. B. **Aprendiendo a aprender**. Barcelona: Ediciones Martínez Roca. 1988.

PORPHYRIAN trees gallery. In: WIKIPÉDIA: a enciclopédia livre. Wikimedia, 2007. Disponível em: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5b/Porphyrian_Trees_Gallery_sm.all.png. Acesso em: 12 abr. 2021.

SANCHEZ FILHO, Saul Edgardo Mendez. **Assimilando a evolução tecnológica: vídeos e caleidoscópios na pós-modernidade**. *Revista Lumina*, Juíz de Fora, v. 8, n. 1/2, p. 79-100, jan./dez., 2005. Disponível em: http://www.uesc.br/icer/artigos/assimilando_evolucao_tecnologica.pdf. Acesso: 20, dez. 2018.

SERRA, Eduardo T.; ORLANDO, Alcir de Faro; MOSSÉ, Acher; MARTINS, Nelson Martins. **Armazenamento de Energia: Situação atual, perspectivas e recomendações**. Comitê de Energia da Academia Nacional de Engenharia, 2016. Disponível em <http://anebrasil.org.br/wp-content/uploads/2020/10/1.-ESTRATEGIA-PARA-SOLUCOES-DE-MITIGACAO.pdf>. Acesso em 20/11/2020.

SOUSA, H. Castells, M. (2002). *A Era da Informação: Economia, Sociedade e Cultura*, Vol. I, *A Sociedade em Rede*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. Castells, M. (2003). *A Era da Informação: Economia, Sociedade e Cultura*. Vol. II, *O Poder da Identidade*. Lisboa: Fu. **Comunicação e Sociedade**, [S. l.], v. 5, p. 168-171, 2004. DOI: 10.17231/comsoc.5(2004).1256. Disponível em: <https://revistacomsoc.pt/index.php/revistacomsoc/article/view/1248>. Acesso em: 8 out. 2021.

SOUZA JÚNIOR, Marinaldo Vilar et al. **Mapas conceituais no ensino de física como estratégia de avaliação**. *Scientia Plena*, v. 13, n. 1, p. 1-11, 2017.

TEIXEIRA, Odinei. I. **Entre-lugar no discurso de professores e alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA): Identidade e representação**. Dissertação (Mestrado em Letras) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS. Três Lagoas, p. 42. 2010.

TOZONI-REIS, Marília Freitas de Campos. **A interdisciplinaridade como alternativa à organização dos currículos escolares:** algumas contribuições. ComCiência [online]. 2012, n.138, pp. 0-0. ISSN 1519-7654.

UNIVERSO PROJETO. **Diagrama de Ishikawa – Causa e Efeito (Espinha de Peixe).** [2014]. Disponível em: https://universoprojeto.files.wordpress.com/2014/01/diagrama_ishikawa_causa_efeito.png. Acesso em: 10 abr. 2021.

VYGOTSKI, L. S. **A formação Social da Mente.** São Paulo: Martins Fontes, 1991.

APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL

ARMAZENAMENTO DE ENERGIA NO ENSINO MÉDIO

JAIRO RODRIGO CORRÊA

Produto educacional gerado a partir do desenvolvimento e aplicação do projeto “Armazenamento e produção de energia elétrica: uma abordagem para seu estudo no Ensino Médio” no Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física, Polo 35, da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG.

Orientador: Prof. Dr. Silvio Luiz Rutz da Silva

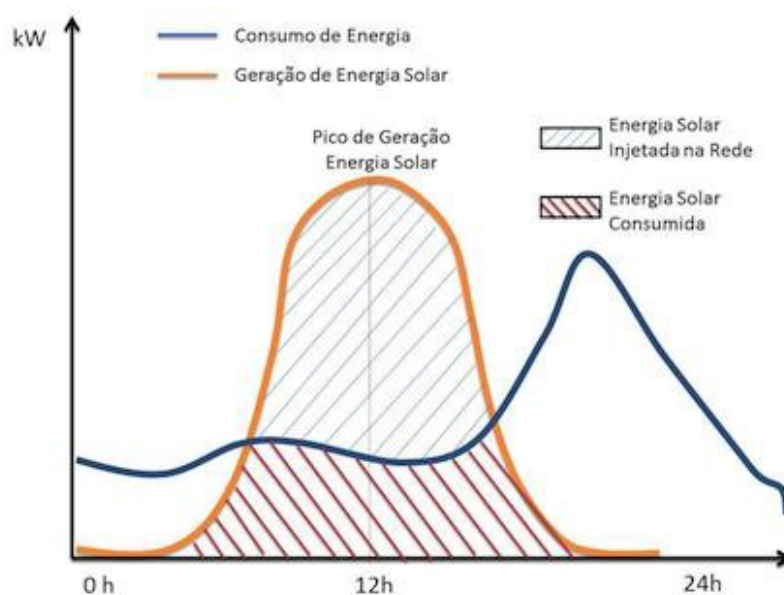
PONTA GROSSA
2020

INTRODUÇÃO

O presente produto refere-se ao armazenamento de energia, a produção de energia, e a transposição destas tecnologias para o estudo da Física no nível de ensino médio em uma turma de Educação de Jovens e Adultos (EJA), buscando dar maior significado ao estudo dos conceitos que envolvem energia.

O armazenamento de energia pode permitir a utilização de diversas fontes renováveis de energia para a produção de energia elétrica, assim como que esta seja mais próxima ao consumidor que em algumas situações ainda reside ou trabalha em regiões conectadas à rede elétrica. Enquanto algumas tecnologias de armazenamento já se encontram em utilização em diversas aplicações para o setor elétrico como, por exemplo, as usinas hidráulicas reversíveis, algumas tecnologias de baterias de grande porte, outras tecnologias de armazenamento ainda se encontram em estágios iniciais de desenvolvimento com custos e falta de competitividade (SERRA; ORLANDO; MOSSÉ, 2016). Na Figura 001 ilustra-se esse fato.

Figura 001 – Consumo de energia e geração de energia solar



Fonte: PORTAL ENERGIA SOLAR. Fotovoltaico + Gerenciamento de energia. [2015]. Disponível em: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQeRPVI8uROwQiS6XmYp6SX7H6HCR6htOzXKoUc9z0M mMfAY7Hg&s>. Acesso em: 10 set. 2019.

Atualmente, as redes fornecem eletricidade em tempo real, o que significa que a eletricidade está sendo constantemente produzida para atender à demanda do consumidor. Como resultado, os sistemas de geração de eletricidade são construídos para atender ao pico de demanda.

Dentre várias possibilidades, o armazenamento de energia permite:

- Armazenar energia para ser utilizada em períodos de maior demanda.
- Atenuar as pequenas flutuações na produção de energia em pequenas e/ou grandes fontes de geração.
- Utilização na área de transportes por: veículos elétricos, trens, bicicletas, dentre outros.

Os sistemas de armazenamento de energia têm sido tradicionalmente inviáveis economicamente, quando em escala comercial, o que tem sido contornado por evoluções nas tecnologias de armazenamento de energia elétrica.

Atualmente a viabilidade do emprego deste tipo de tecnologia considera três tipos de informações:

- a) Produção e consumo de eletricidade (perfis de carga);
- b) Características da bateria (armazenador), incluindo preço e desempenho;
- c) Preços e tarifas de eletricidade.

Alguns consumidores são cobrados a mais pelo uso de energia durante os horários de pico (prática conhecida como cobrança por demanda). O armazenamento de energia pode ser localmente usado para diminuir o pico de consumo (a maior quantidade de energia que um consumidor consome da rede), reduzindo assim a demanda e consequentemente o valor que os consumidores pagam pelos encargos de demanda.

Em nível residencial, a combinação de energia solar e de armazenamento só vale a pena quando existem condições específicas para tornar o valor do armazenamento maior que o custo de instalá-lo. Isso pode acontecer, por exemplo, quando o excesso de produção pode ser armazenado para consumo posterior; nesse caso, os consumidores precisam comprar menos energia empresa fornecedora e, assim, reduzir seus custos.

Dentre variadas possibilidades de utilização do armazenamento de energia existem os sistemas que se utilizam de tecnologias mecânicas baseadas volantes de inércia, no bombeamento de água em reservatórios (energia potencial gravitacional) e na compressão de ar.

O volante de inércia armazena energia rotacional através da aceleração de seu rotor de momento de inércia elevado de um motor que também funciona como gerador durante os períodos em que a energia elétrica está com custo reduzido (normalmente no período da madrugada).

No bombeamento de água em reservatórios a água é bombeada para o reservatório superior nos períodos de menor demanda de eletricidade e descarregada para o reservatório inferior gerando energia nos períodos de maior demanda (SERRA; ORLANDO; MOSSÉ, 2016).

A compressão de ar é utilizada atualmente como uma reserva para consumidores industriais e tem como objetivo basicamente nivelar a característica intermitente potência variável da geração de energia de fonte eólica.

Este sistema baseia-se na compressão em cavernas rochosas ou de sal durante os períodos de eletricidade de baixo custo. A energia armazenada é liberada utilizando-se gás natural para promover o aquecimento e a ignição desta mistura durante os períodos de pico de demanda nos quais o custo da energia elétrica é mais elevado. A mistura passa por uma turbina de expansão onde é queimada para acionar o gerador elétrico (SERRA; ORLANDO; MOSSÉ, 2016).

As novas tecnologias de armazenamento requerem investimentos com a finalidade de comprovar a viabilidade e consequente inserção no mercado. Este tipo de ação tem sido pesquisado para aprimorar o uso das novas energias renováveis na matriz energética brasileira.

Somente mediante toda a experimentação científica, brevemente sintetizada anteriormente, possibilitou todo o decorrente desenvolvimento tecnológico para a produção de energia elétrica. Percebeu-se que neste formato de energia permitiu grande flexibilidade para a sua utilização final (BURATTINI, 2008, p.47).

A energia proveniente de uma hidroelétrica tem como princípio de funcionamento a utilização da energia potencial gravitacional da água contida em um reservatório mais elevado convertida em energia cinética durante o escoamento por meio de dutos.

A energia eólica já era utilizada para a realização de trabalhos mecânicos ao longo da história como, por exemplo, na utilização dos moinhos. Atualmente também são utilizados os aerogeradores nos quais o vento gira as suas pás e estas por fim, fornecem energia mecânica para o gerador elétrico.

No ensino médio é de grande importância à relação entre a Física e outras áreas como, por exemplo, as Ciências Humanas. Desta forma espera-se melhorar a predisposição do aluno no processo de ensino-aprendizagem, pois os conteúdos passam a obter maior contextualização sociocultural para os conhecimentos de Física aos fatos históricos e sociais relacionados podem fornecer maior relevância aos assuntos aprendidos. Também é necessário considerar que o aluno será um futuro profissional e em qualquer área que seja escolhida necessitará conviver e interagir em um universo complexo, permeado pela tecnologia em constantes mudanças. Será de relevante importância que este futuro profissional utilize das competências em Física para lidar com sua atual realidade (KAWAMURA; HOSOUME, 2003).

Segundo as teorias de Vygotsky, a atividade de aprendizagem que envolva a conscientização e a vontade dos alunos, lhes permite assumir o controle de sua atenção e memória, o que é essencial para o processo de aprendizagem.

Este trabalho foi planejado sob o ponto de vista da psicologia cognitiva, a qual prioriza o processo mental superior, que abrange: a percepção, o pensamento, a formação de conceitos e a memória.

Portanto foram consideradas as representações mentais (construção e uso) e o processamento da informação especialmente nas atividades com a nuvem de palavras e os mapas conceituais.

Por se tratar de uma turma de alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA), todos trabalhadores e na maioria, foi abordada a questão da energia no ensino médio, ressaltando também o seu papel econômico na sociedade, visando reforçar a relevância deste conteúdo.

Por fim, foram realizadas demonstrações experimentais com o objetivo de proporcionar mais momentos de aprendizagem, em complemento às aulas tradicionais. Assim, o aluno foi levado a assumir uma participação mais ativa no processo de aprendizagem, sendo estimulado a descobrir e analisar os fenômenos envolvidos para chegar aos conceitos e organizá-los em sua memória.

De uma forma geral, dentre os fundamentos nos quais se baseiam as teorias cognitivas, temos o fato de que cada indivíduo, neste caso “o aluno”, traz consigo determinadas informações, normalmente de acordo com os seus interesses próprios, meios nos quais conviveu e até mesmo suas características pessoais. Na tentativa de mapear e quantificar esses conhecimentos prévios, muitas vezes utiliza-se a nuvem de palavras, algo que tem se mostrado ágil e apropriado para esta tarefa.

De uma maneira geral, as teorias cognitivas consideram como pontos principais: a natureza da representação mental (os processos envolvidos na sua construção e no seu uso) assim como no processamento da informação pelo aluno (LEFRANÇOIS, 2016, p.218).

Compreender o conceito de energia, suas várias formas, como pode ser convertida de uma forma em outra, requer do estudante certo grau de abstração e conhecimentos específicos em áreas relacionadas à Física. Conceitos apresentados em áreas tais como: Mecânica, Termodinâmica e Eletromagnetismo são fundamentais para a compreensão desse tipo de assunto.

3 FUNDAMENTOS SOBRE AS TEORIAS FÍSICAS

Neste capítulo, abordam-se os fundamentos dos fenômenos Físicos associados ao tema da proposta.

3.1 O QUE É ENERGIA

A palavra energia é empregada em muitas áreas do conhecimento, tais como: Física, Biologia, História, Tecnologia, Geopolítica, Ecologia, etc. Em cada uma dessas áreas, apesar de se tratar de um mesmo conceito, é apresentada de diferentes formas a depender do contexto na qual aparece.

O primeiro emprego registrado para esta palavra foi por volta do século III a.C. pelo filósofo grego Aristóteles com a expressão “energéia” no sentido de “força de expressão ou de manifestação”. Nessa época passou a ser relacionada com as máquinas simples e cujas fontes de energia eram a própria força física do homem ou de animais e o termo “energéia” passou a ser associado a “algo” que deve estar sendo “transferido” do homem ou animal para a máquina, pois do contrário nada seria realizado (BURATTINI, 2008. P103).

A Física passou a adotar esta palavra originária da Filosofia e que passou a ter a seguinte conceituação: “Energia é a capacidade que um sistema tem, de realizar trabalho” (BURATTINI, 2008, p. 25).

Na Natureza a energia pode se apresentar sob algumas diferentes formas como, por exemplo, química, térmica, cinética, elétrica, nuclear, etc.

Trabalho de uma Força

O trabalho de uma força é definido como a quantidade de energia consumida na execução de uma tarefa. Hoje em dia, por se tratar de uma quantidade de energia, sua unidade de medida no Sistema Internacional é o Joule (**J**).

Se cálculo do trabalho realizado for uma força constante “F”, aplicada em um corpo, durante um determinado deslocamento “d” é realizado pela resolução da equação (1), apresentada a seguir:

$$T = \vec{F} \cdot \vec{d} \quad (1)$$

Na qual, ***T*** representa o trabalho, ***d*** o deslocamento do corpo durante a aplicação de uma força constante ***F***.

Na equação, há a necessidade do cálculo de um produto escalar entre a força e o deslocamento, ambos tomados como sendo quantidades vetoriais. Como resultado desse produto, dá-se origem a uma quantidade escalar, o trabalho.

Potência

A capacidade de realizar um trabalho com maior ou menor rapidez define a grandeza conhecida como potência, cuja unidade no SI é o Watt (W).

Empregando-se a grandeza escalar trabalho (***T***) realizado durante um intervalo de tempo (Δt), temos a expressão para a potência (***P***) cuja magnitude é apresentada na equação (2):

$$P = \frac{T}{\Delta t} \quad (2)$$

Quanto maior o trabalho realizado pela força em um dado intervalo de tempo, maior será a potência, ou seja, ***P*** e ***T*** são diretamente proporcionais.

O quilowatt-hora

Embora a unidade de energia no Sistema Internacional de Unidades (SI) seja o Joule (***J***), as concessionárias de energia elétrica utilizam o quilowatt-hora (kWh) nas suas faturas entregues aos consumidores para mensurar a quantidade de energia utilizada por um consumidor. Utilizando a equação (2), podemos reescrevê-la assim (3):

$$T = P \cdot \Delta t \quad (3)$$

Podemos transformar o que é fornecido como leitura pela concessionária de energia para o Sistema Internacional (SI) da seguinte maneira (4):

$$1\text{ kWh} = 1\text{ kW} \cdot 1\text{ h} = 1000\text{ W} \times 3600\text{ s} \quad (4)$$

Na utilização da unidade kWh, embora não seja uma unidade do SI, os menores valores numéricos tornam-na mais prática para o cotidiano das pessoas.

Energia cinética

Intuitivamente, ao observar vários fenômenos da natureza tais como: ventos, água em movimento, cachoeiras, etc., as pessoas associam a energia a algo que está em movimento.

Denomina-se energia cinética a energia que um corpo possui quando se encontra em movimento.

Percebe-se também, a partir de algumas observações, que a energia dos corpos em movimento está associada com a sua velocidade. Por exemplo, um acidente de automóvel em baixa velocidade e outro em alta velocidade produzem efeitos completamente distintos. Qual causa mais danos ao veículo e aos seus passageiros? Com certeza irá se responder que é o segundo caso, o dos veículos em alta velocidade.

Utilizando-se outro exemplo semelhante, agora não em relação às velocidades, mas sim considerando as massas: um acidente envolvendo, por exemplo, dois carros de passeio e um envolvendo um carro de passeio e um caminhão. Ambos ocorrendo à mesma velocidade. Qual deles teria maior potencial de produzir danos?

Estas percepções são sintetizadas na fórmula da energia cinética, apresentada na equação (5):

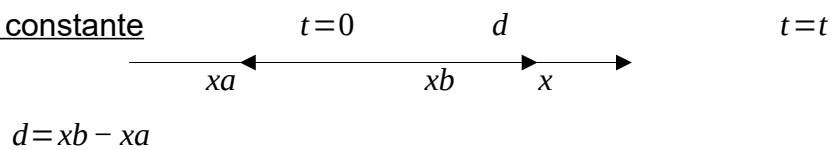
$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad (5)$$

Trabalho e variação de energia cinética

De acordo com a definição do trabalho realizado por uma força constante (Equação 2) ao mover um objeto sobre um plano, de um primeiro ponto hipotético “a” até outro “b” (6).

$$T = F \cdot d$$

Força constante



$$vb = va + \frac{F}{m} \cdot \Delta t = va + \frac{F}{m} \cdot t \rightarrow \frac{vb - va}{\frac{F}{m}} = t$$

$$xb = xa + va \cdot t + \frac{1}{2} \cdot \frac{F}{m} \cdot t^2 \rightarrow$$

$$\rightarrow d = va \cdot t + \frac{1}{2} \cdot \frac{F}{m} \cdot t^2 = t \left(va + \frac{1}{2} \cdot \frac{F}{m} \cdot t \right)$$

$$d = \frac{vb - va}{\frac{F}{m}} = \left[va + \frac{1}{2} \cdot (vb - va) \right] =$$

$$= -) =$$

$$Fd = \frac{m}{2} (vb - va) \cdot (vb + va) =$$

$$\frac{m}{2} (vb^2 - va^2) = \frac{m}{2} \cdot vb^2 - \frac{m}{2} \cdot va^2 =$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot vb^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot va^2$$

$$Fd = \Delta E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_b^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_a^2 \quad (6)$$

Portanto concluímos que o trabalho de uma força constante tem como resultado a variação de energia cinética de um objeto entre dois pontos arbitrários: a e b.

É possível perceber que a energia cinética no ponto “b” (E_{cb}) é a mesma que o objeto possuía quando estava no ponto “a” (E_{ca}), acrescida do valor da energia que pela realização de um trabalho (Tab) pela força constante F (7):

$$Tab = F \cdot d \quad (7)$$

Temos, portanto (8):

$$E_{cb} = E_{ca} + Tab$$

$$Tab = E_{cb} - E_{ca}$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_b^2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_a^2 + \frac{2 \cdot m \cdot a}{2} \cdot d \quad (8)$$

Esse resultado é bem mais fundamental e vale mesmo no caso de forças que não permanecem constantes durante o percurso do objeto entre os dois pontos arbitrários quaisquer. Muitas vezes esse resultado é denominado de “Teorema do Trabalho energia”.

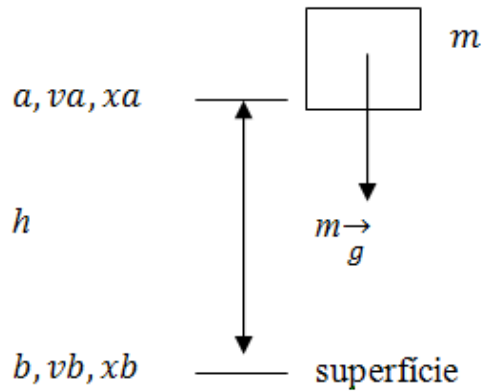
Como resultado geral, o trabalho realizado pela resultante das forças atuantes em um objeto é igual à sua variação de energia cinética.

Energia Potencial gravitacional

A energia potencial gravitacional é uma forma de energia associada à posição particular que um objeto está em relação a um referencial denominado de “Referencial Gravitacional”.

Analise a situação em que um objeto encontra-se a uma determinada distância (altura) h de uma superfície qualquer, como na Figura 002:

Figura 002 – Queda livre



Fonte: O autor.

Força constante ($F=m.g$) (9)

$$A = \frac{F}{m} = g$$

$$v_b = v_a + at = v_a + \frac{F}{m}t \rightarrow v_b - v_a = \frac{F}{m}t \rightarrow t = \frac{(v_b - v_a)}{\frac{F}{m}}$$

$$x_b = x_a + v_a t + \frac{1}{2} a t^2 \rightarrow x_b - x_a = h = v_a t + \frac{1}{2} \left(\frac{F}{m} \right) t^2$$

$$= \frac{v_b - v_a}{\left(\frac{F}{m} \right)} \left[v_a + \frac{1}{2} (v_b - v_a) \right] \quad (9)$$

4

Do resultado apresentado anteriormente temos que (10):

$$F \cdot h = \Delta E_c \rightarrow mgh = \Delta E_c = Tab \quad (10)$$

Nas proximidades da superfície terrestre, esse objeto, cuja massa é igual a m , está sujeito à força gravitacional, cujo módulo é dado por $F_G = mg$. No caso de ser essa a única força a atuar no objeto, esse é acelerado (“cai”) em direção à superfície da Terra. Esse é frequentemente um assunto abordado nos cursos de Mecânica e é denominado de o “Problema de um corpo em queda livre”

De acordo com o equacionamento apresentado anteriormente, o resultado do Teorema trabalho energia para essa situação fica expresso como (11):

$$E_{pg} = \Delta E_c = m \cdot g \cdot h \quad (11)$$

A quantidade, assim como a cinética, é um tipo de energia. Denomina-se a quantidade de energia potencial do tipo gravitacional, a qual depende da configuração do sistema. No caso, sua posição em relação à superfície considerada. Como resultado mais fundamental, a situação é interpretada como, havendo-se um processo de transformação da energia potencial gravitacional em energia cinética do corpo à medida que esse se move em direção à superfície terrestre. Em geral, essa superfície é tomada como sendo o referencial gravitacional, no qual a energia potencial é tomada como sendo zero.

Então, a energia potencial gravitacional “ E_{pg} ” de um corpo, em relação a esse referencial gravitacional é dada por (12):

$$E_{pg} = m \cdot g \cdot h \quad (12)$$

Energia Potencial elétrica

De forma também análoga, para a definição da energia potencial elétrica podemos considerar a situação mais simples de uma carga colocada em um campo elétrico constante, tal como o que é criado por duas placas e paralelas uniformemente carregadas.

Ao colocar uma carga elétrica puntiforme entre essas placas, a carga elétrica se deslocará de um ponto “a” ao ponto “b” sob a ação da força elétrica (13):

$$F = q \cdot E \quad (13)$$

Durante seu percurso entre os pontos arbitrários “a” e “b”, o trabalho (***Tab***) realizado pela força elétrica é dado por (14):

$$Tab = q \cdot E \cdot d \quad (14)$$

A quantidade Ed é associada à variação do potencial elétrico V , quando a carga se desloca entre os pontos arbitrários escolhidos. Então (15):

$$Tab = q \cdot \Delta V = \Delta Ec \quad (15)$$

O resultado é interpretado como o de haver uma transformação da energia potencial elétrica em energia cinética da carga em questão. Essa transformação é a que é capaz de produzir corrente elétrica em um circuito elétrico fechado.

Produção de corrente elétrica por um fluxo magnético variável

O fenômeno do estabelecimento de uma corrente elétrica em um circuito fechado, a partir da variação do fluxo magnético em seu interior, é denominado de indução eletromagnética. A corrente assim estabelecida recebe a denominação de corrente induzida.

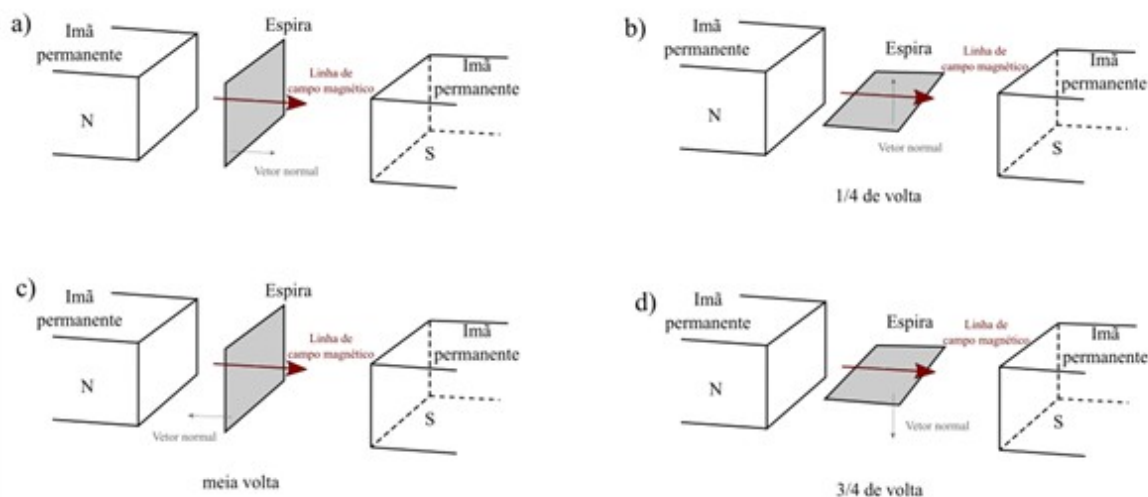
O fluxo magnético através de uma superfície está ligado à quantidade de linhas de indução que penetram.

Observa-se que sempre que ocorre uma variação desse fluxo magnético através desse ou de um circuito fechado é estabelecida nesse circuito uma corrente induzida. Além disso, observa-se também que o sentido da corrente elétrica estabelecida no circuito quando o fluxo aumenta é contrário ao que é estabelecido quando o fluxo é diminuído.

Esse fenômeno é fundamental para se gerar corrente elétrica pelo dispositivo mostrado na Figura 2, uma simplificação de um dispositivo conhecido como “alternador”.

O dispositivo é constituído basicamente de uma espira, a qual é posta a girar em uma região de campo magnético, estabelecida por um par de ímãs permanentes, dispostos como mostrado na Figura 003 e por uma questão de simplicidade, apenas uma linha de campo magnético é apresentada.

Figura 003 – Geração de corrente em uma bobina



Fonte: O autor.

Imaginemos que a espira inicialmente está com sua superfície perpendicular à direção do campo como mostrado na Figura 2a (o vetor normal à superfície paralelo ao campo magnético). Neste ponto o fluxo do campo magnético é máximo.

Ao se rotacionar a espira no sentido anti-horário, como mostrado na Figura 2b, o fluxo decresce, até que se torna nulo, na situação em que a superfície da bobina fica paralela à direção do campo, Figura 2b (vetor normal perpendicular à direção do campo magnético).

Continuando o movimento de rotação, o fluxo volta a aumentar até que se torna máximo novamente, na situação em que a espira gira de meia volta. No entanto, nesta situação, o vetor normal à superfície da espira é antiparalelo à direção do campo magnético. Seguindo a análise, ao continuar seu giro, o fluxo na espira decresce novamente até que se anula no momento em que a espira completa três quartos de volta, Figura 2d (vetor normal perpendicular ao vetor campo magnético). Ao continuar seu giro, o fluxo do campo magnético na espira volta a

aumentar e atinge seu valor máximo novamente. Ao continuar seu giro, tudo o que foi apresentado anteriormente se repete.

Como dito anteriormente, a corrente na espira possui direções diferentes no caso do aumento ou diminuição do fluxo do campo magnético que a atravessa. Portanto, quando o fluxo diminui, a corrente flui em um sentido, e quando diminui no sentido oposto. Estabelece-se na espira uma corrente dita alternada.

Na usina hidrelétrica, por exemplo, a energia potencial da água armazenada em uma represa se transforma em energia cinética durante sua queda pela tubulação. Essa energia é usada para fazer girar uma turbina ligada a um conjunto de espiras, as quais estão imersas em uma região de campo magnético. Esse conjunto possui comportamento semelhante ao da espira da Figura 2 e, portanto, ligado a um circuito elétrico (redes de transmissão e de distribuição), é capaz de gerar uma corrente elétrica alternada, a qual é transmitida para o consumo residencial ou industrial pelo país.

2 REFERENCIAIS TECNOLÓGICOS

ARMAZENAMENTO DE ENERGIA

A energia é fundamental para o desenvolvimento humano e a prosperidade. Sob essa perspectiva, vale ressaltar a invenção do motor a vapor com a consequente revolução industrial e o uso de energia pela civilização.

No ensino médio o conceito de energia é considerado um dos mais complexos no processo de ensino-aprendizagem, pois é empregado em várias disciplinas e sob diferentes aspectos. Os conceitos básicos procuram descrever e explicar como o mundo funciona. O ensino científico no ensino médio dificilmente promove uma compreensão de fácil assimilação desse conceito. Muitas vezes os alunos aprendem a usar expressões que “resolvem” determinadas situações, sem entender o significado de energia.

O conceito de energia é muito utilizado no cotidiano científico e acadêmico dos estudantes. No entanto, muitas vezes é colocado de lado por eles quando tentam explicar os vários fenômenos naturais que observam diariamente. Existem cinco estruturas principais para a interpretação do conceito de energia:

Sobrevivência de seres vivos. Considerada essencial para a preservação da vida, como se tivéssemos um equilíbrio entre ganhos e perdas de energia.

Força e energia. Alguns estudos mostram que os alunos costumam usar os termos força e energia como sinônimos e que, se puderem distingui-los, o fazem de maneira a manter um relacionamento entre eles.

Combustível. Concepção associada ao senso comum sobre o esgotamento futuro de fontes de energia usadas pelo homem.

Fluido. A energia é vista como algo que pode fluir de um corpo para outro ou como algo que lhe é latente.

Energia armazenada. Um modelo de armazenamento de energia que requer objetos capazes de armazenar a energia necessária para promover alterações em outros objetos que entrem em contato com eles.

A energia elétrica é uma das formas mais comuns de energia usada no planeta cuja descoberta permitiu um grande desenvolvimento tecnológico, transformando a eletricidade em outras formas de energia (BARBOSA, 2006, p.22).

Existem muitas formas de armazenamento de energia. Dentre elas destacam-se as que utilizam:

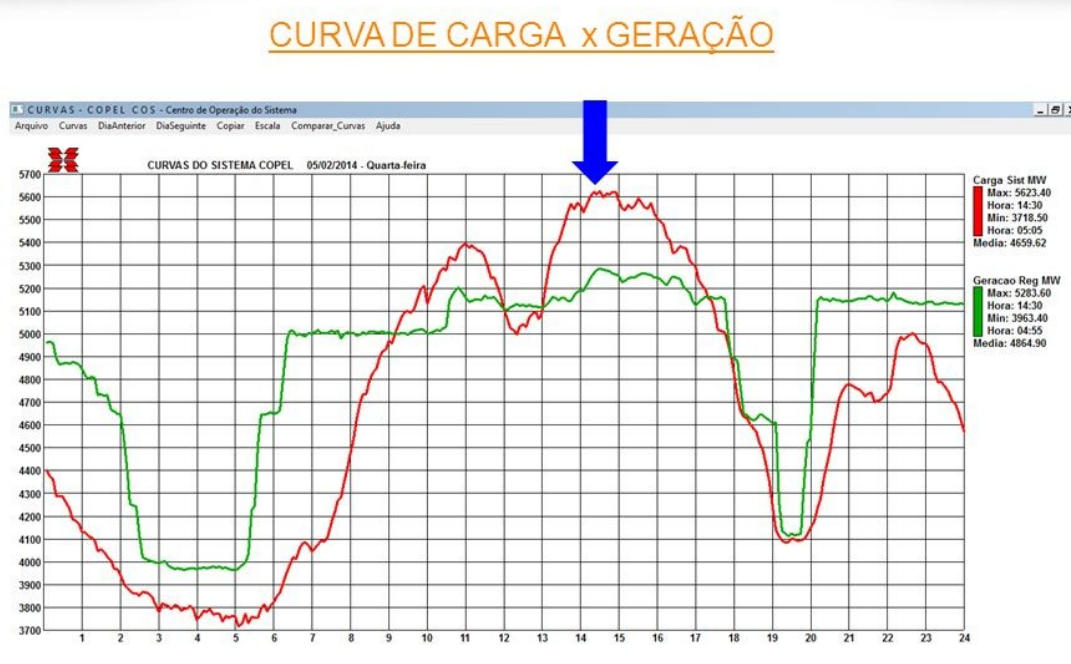
- Baterias que empregam uma variedade de soluções de armazenamento eletroquímico.
- Baterias de fluxo nas quais a energia é armazenada diretamente na solução de eletrólitos, permitindo ciclos de carga e descarga.
- Térmica na qual calor é convertido em energia elétrica.
- Volantes, os quais são dispositivos mecânicos que transformam a energia rotacional em elétrica.
- Ar comprimido, o qual pode gerar energia elétrica pela rotação de sistemas que envolvem bobinas elétricas.
- Hidrelétrica bombeada a qual converte energia potencial hidráulica em energia elétrica, pela rotação de turbinas.

A escolha da tecnologia de armazenamento de energia é tipicamente ditada pela aplicação, economia, integração ao sistema e disponibilidade de recursos.

O armazenamento de energia tem muitos benefícios. É particularmente importante para o desenvolvimento e integração de tecnologias que envolvam fontes renováveis de energia. Algumas fontes de energia renovável têm perfis de geração intermitentes, o que significa que a eletricidade só é produzida quando, por exemplo, o sol está brilhando ou quando o vento está soprando. Isso cria discrepâncias entre oferta e demanda, uma vez que pode haver a necessidade de energia elétrica, mesmo na ausência de sua produção por fontes renováveis. Na Figura 005 ilustra-se esse fato.

Atualmente, as redes fornecem eletricidade em tempo real, o que significa que a eletricidade está sendo constantemente produzida para atender à demanda do consumidor. Como resultado, os sistemas de geração de eletricidade são construídos para atender ao pico de demanda.

Figura 004 – Curva de carga x geração



Mercado COPEL : 4 milhões de consumidores

Demanda Máxima Verificada: 5668 MW (05/02/2014 – 14h57min) T=33 °C



Fonte: SLIDEPLAYER. Planejamento, coordenação e operação.
 [2016]. Disponível em:
<https://slideplayer.com.br/slide/10704968/37/images/37/CURVA+DE+CARGA+x+GERA%C3%87%C3%83O.jpg>.
 Acesso em: 12 abr. 2021.

Dentre várias possibilidades, o armazenamento de energia permite:

- 1.1 Armazenar energia para ser utilizada em períodos de maior demanda.
- 2.1 Atenuar as pequenas flutuações na produção de energia em pequenas e/ou grandes fontes de geração.
- 3.1 Utilização na área de transportes por: veículos elétricos, trens, bicicletas, dentre outros.

Os sistemas de armazenamento de energia têm sido tradicionalmente inviáveis economicamente, quando em escala comercial, o que tem sido contornado por evoluções nas tecnologias de armazenamento de energia elétrica.

Atualmente a viabilidade do emprego deste tipo de tecnologia considera três tipos de informações:

- Produção e consumo de eletricidade (perfis de carga);
- Características da bateria (armazenador), incluindo preço e desempenho;
- Preços e tarifas de eletricidade.

Alguns consumidores são cobrados a mais pelo uso de energia durante os horários de pico (prática conhecida como cobrança por demanda). O armazenamento de energia pode ser localmente usado para diminuir o pico de consumo (a maior quantidade de energia que um consumidor consome da rede), reduzindo assim a demanda e consequentemente o valor que os consumidores pagam pelos encargos de demanda.

Em nível residencial, a combinação de energia solar e de armazenamento só vale a pena quando existem condições específicas para tornar o valor do armazenamento maior que o custo de instalá-lo. Isso pode acontecer, por exemplo, quando o excesso de produção pode ser armazenado para consumo posterior; nesse caso, os consumidores precisam comprar menos energia empresa fornecedora e, assim, reduzir seus custos.

ATIVIDADE: Nuvem de palavras

As TIC ou Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação – TDIC consistem em ferramentas que podem ser úteis no aprimoramento do trabalho do professor na articulação de atividades e interações dentro ou mesmo fora da sala de aula, realizado em um ambiente virtual de aprendizagem. Permite ao professor ter uma noção de maneira ágil quanto ao conhecimento acumulado pelo aluno.

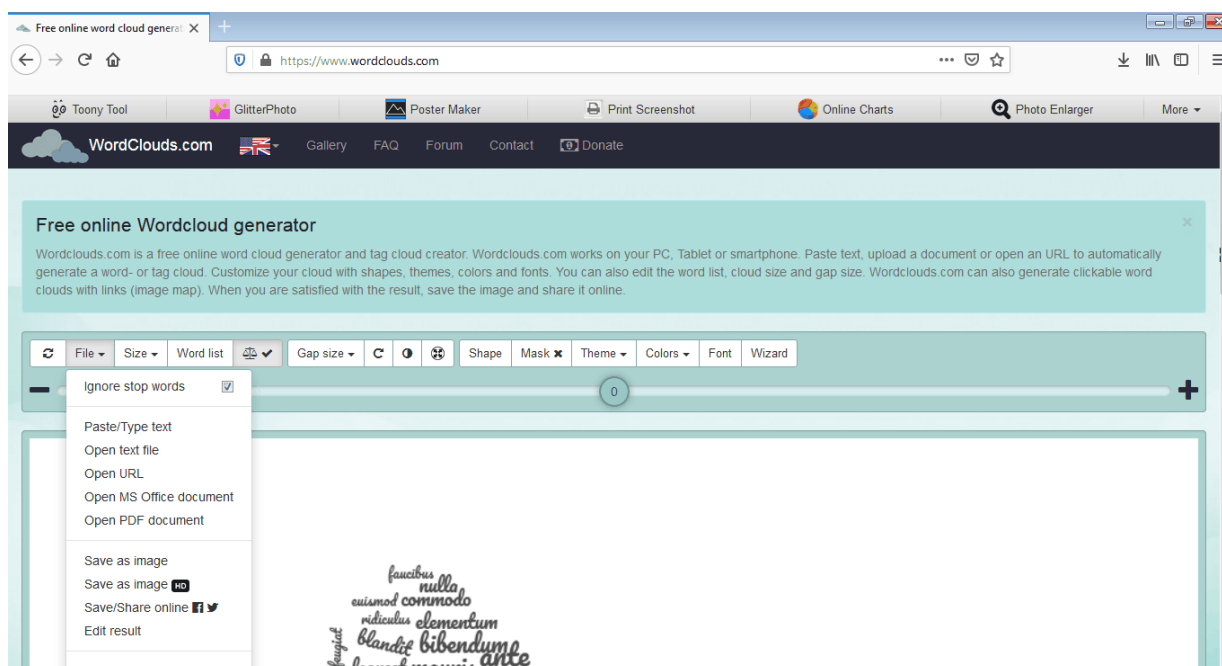
No caso específico dos cursos de física da Educação de Jovens e Adultos (EJA) no ensino médio, estas novas tecnologias podem ser aliadas importantes no processo de ensino e aprendizagem de conteúdo. De maneira geral, o uso das TIC pelos professores pode permitir o enriquecimento de recursos didáticos para a interação entre o aluno e o professor.

Apresenta ainda um ganho na redução do tempo utilizado, pois, um material didático inteiro, como, por exemplo, uma apostila em formato digital pode ser convertida sinteticamente em uma nuvem de palavras. O resultado é apresentado em apenas uma página, na qual a relevância ou incidência de cada palavra ou conceito dentro do tema abordado é ressaltada pelo tamanho da fonte a ser utilizada, em geral um maior tamanho da fonte está associado a um conceito que se pretende dar maior visibilidade ou importância.

Assim, o professor consegue visualizar rapidamente as principais lacunas ou deficiências apresentadas pelo aluno.

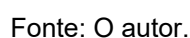
O “Wordcloud” foi escolhido por ser um programa online e gratuito que cria nuvens de palavras. Além de ser de fácil utilização existem vários recursos como: importação de arquivos de texto em diferentes formatos, definição de resolução, edição manual da lista de palavras, etc. Permite ao usuário um tipo de visualização gráfica muito empregada atualmente. A tela inicial do Wordcloud é apresentada na Figura 03.

Figura 009 – Nuvem de palavras



Fonte: O autor.

Na Figura 010 está apresentada como exemplo a nuvem de palavras que pode ser utilizada para o preenchimento pelos alunos.



Aplicação da nuvem de palavras

Na atividade 1 serão verificados os conhecimentos prévios sobre o tema energia. Para isso foi montada a nuvem de palavras apresentada na Figura 011, a qual foi desenvolvida utilizando-se o aplicativo “Wordcloud”. A nuvem de palavras será entregue individualmente a cada um dos alunos, pedindo-se que eles a olhem cuidadosamente. Após a visualização inicial, deverá ser solicitado que eles circulem os assuntos que ao menos já tido contato no nível fundamental e tenham condições de explicá-los ao colega vizinho. Ao término da atividade serão recolhidas as folhas com o nome do aluno.

Na atividade 2 será realizada a análise dos resultados a fim de verificar de maneira geral o entendimento que os alunos possuam quanto ao tema energia.

Leitura dos textos

Na atividade 3 será entregue o texto impresso (*Flywheel*) para leitura e discussão.

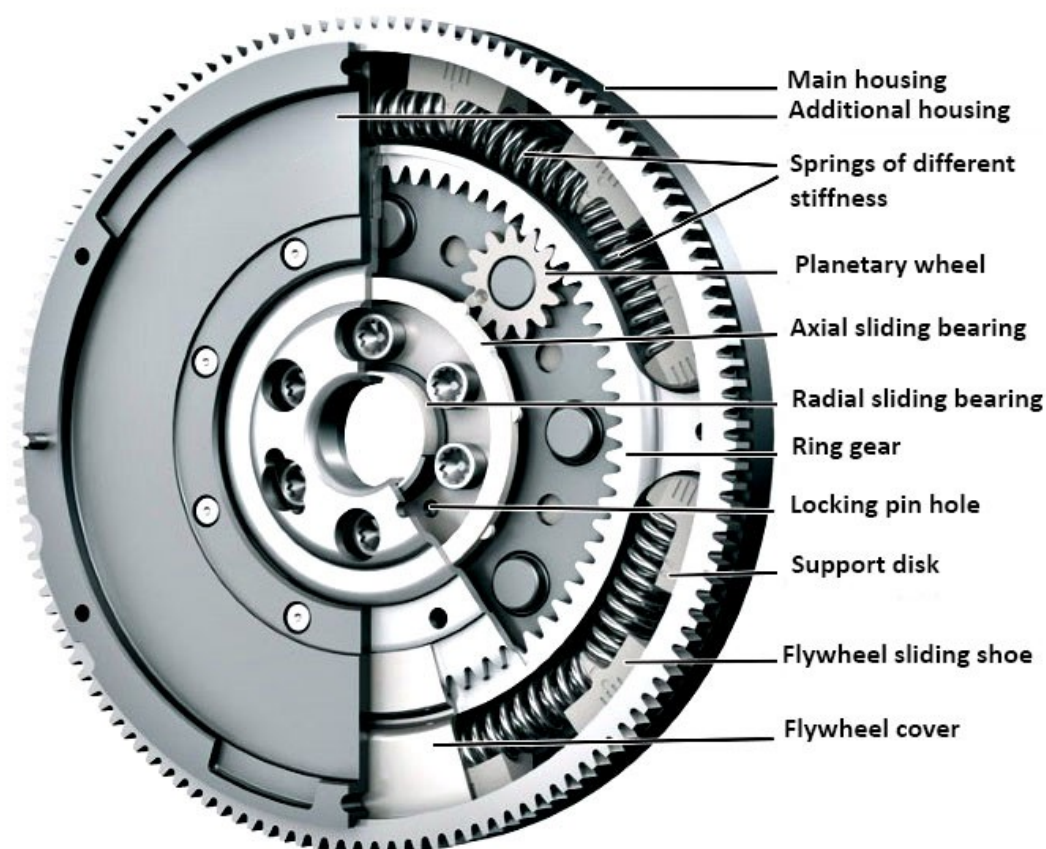
Na atividade 4 será entregue o texto impresso (Armazenamento Hidrelétrico Bombeado) para leitura e discussão.

Na atividade 5 será entregue o texto impresso (Geração de energia usando-se ar comprimido) para leitura e discussão.

TEXTO: Flywheel

Um Flywheel (volante) (Figura 011) é um dispositivo mecânico rotativo usado para transformar energia rotacional em elétrica. Basicamente, um volante aciona um dispositivo semelhante a uma turbina para produzir eletricidade.

Figura 011 – Flywheel (volante)



FLYWHEEL CONSTRUCTION

Fonte: NEWKIDSCAR. Engine Construction. [2021]. Disponível em: <https://www.newkidscar.com/wp-content/uploads/2019/08/flywheel-construction.jpg>. Acesso em: 05 mai. 2021.

A tecnologia do volante possui propriedades que permitem melhorar nossa atual rede elétrica. Um volante é capaz de receber energia de fontes intermitentes e injetá-las na rede elétrica.

Os volantes são tradicionalmente feitos de aço e giram em rolamentos convencionais; estes são geralmente limitados a uma taxa de revolução de alguns milhares de rotações por minuto (RPM). Nos projetos mais avançados, os volantes são feitos de materiais como fibra de carbono, armazenados em vácuo para reduzir o arrasto e empregam levitação magnética em vez de rolamentos convencionais.

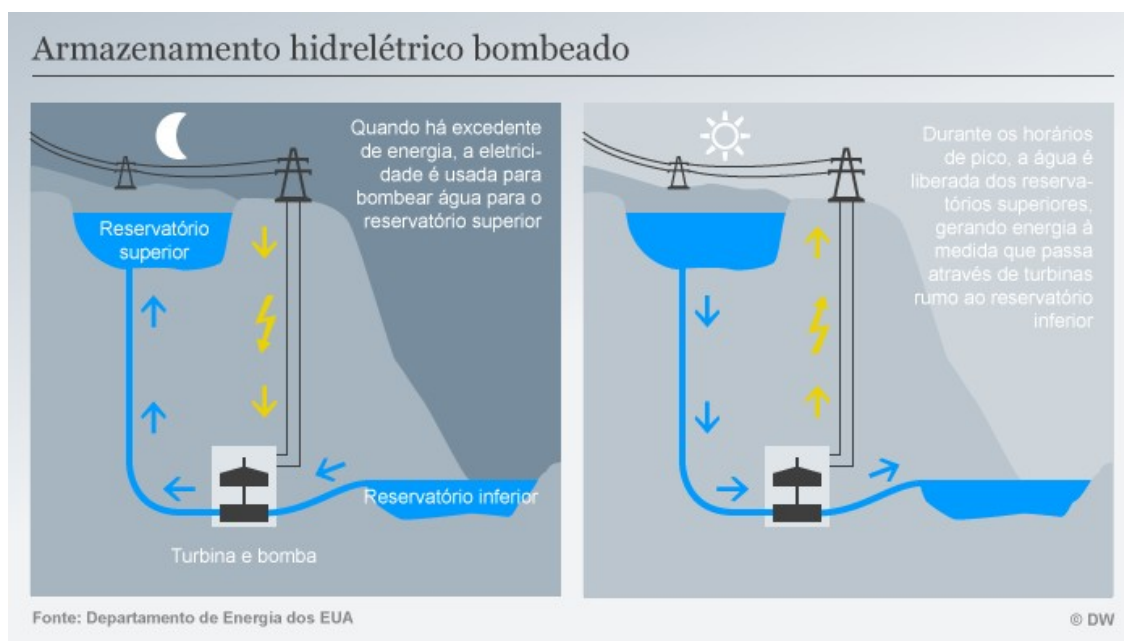
TEXTO: Armazenamento Hidrelétrico Bombeado

A força gravitacional é de fundamental importância para sustentar uma das tecnologias de geração de energia mais utilizadas no Brasil: a hidrelétrica bombeada.

Uma barragem hidrelétrica convencional utiliza um fluxo de água através de uma turbina, quando esta se desloca de um nível mais alto para um mais baixo de um reservatório. No processo, energia potencial gravitacional armazenada pela água é convertida em energia cinética do movimento das pás de uma turbina a qual finalmente é energia elétrica injetada na rede elétrica conectada às residências e indústrias de um local.

Durante períodos de alta demanda de eletricidade, a energia elétrica assim produzida é liberada. Durante períodos de baixa demanda, o reservatório superior é recarregado por bombeamento usando eletricidade armazenada na rede elétrica. O processo é mostrado esquematicamente na Figura 012.

Figura 012 – Armazenamento hidrelétrico bombeado



Fonte: INFRAROI. Análise: Mudanças climáticas podem acabar com hidrelétricas? [2018].
Disponível em: https://www.dw.com/image/42812457_401.png.
Acesso em: 8 jun. 2021.

Essa geração de energia é, muitas vezes, bastante eficiente (a eficiência por ciclo chega a mais de 80%).

Embora as instalações de armazenamento por bombeamento em um primeiro momento não pareçam fazer muito sentido, podem ser muito econômicas, pois a diferença de preço do kWh pode chegar a ser 16 vezes menor dependendo com o horário de consumo, conforme mostrado na Figura 013.

Figura 013 – Custo da energia elétrica de acordo com o horário

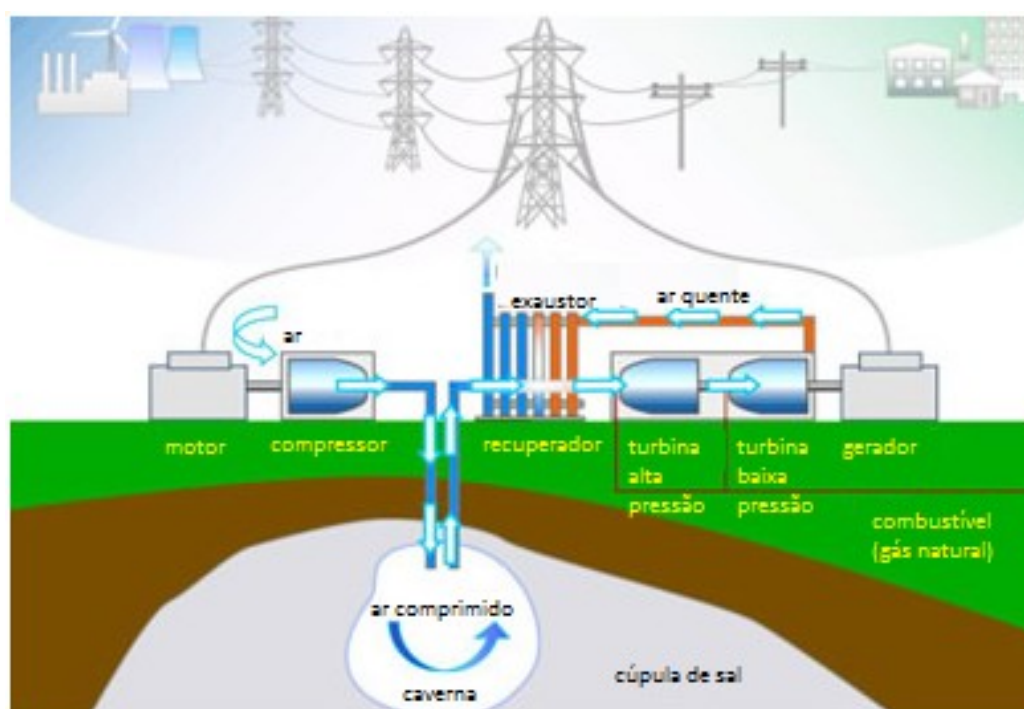
MODALIDADES TARIFARIAS HORARIAS											
Modalidade Tarifária Azul - Grupo A											
SUBGRUPO	TUSD			TE							
	DEMANDA PONTA	DEMANDA FORA DE PONTA	R\$/kWh	PONTA				FORA DE PONTA			
				TE	BAND. * AMARELA	BAND. VERM. 1	BAND. VERM. 2	TE	BAND. * AMARELA	BAND. VERM. 1	BAND. VERM. 2
	R\$/kW	R\$/kW		R\$/kWh	R\$/kWh	R\$/kWh	R\$/kWh	R\$/kWh	R\$/kWh	R\$/kWh	R\$/kWh
A3 (69kV)	14,25	5,88	0,06359	0,43245	0,015	0,040	0,060	0,25950	0,015	0,040	0,060
A3a (30 a 44kV)	31,83	13,75	0,07979	0,43245	0,015	0,040	0,060	0,25950	0,015	0,040	0,060
A4 (2,3 a 25kV)	31,83	13,75	0,07979	0,43245	0,015	0,040	0,060	0,25950	0,015	0,040	0,060
A5 (Subterrâneo)	63,86	14,10	0,10741	0,43245	0,015	0,040	0,060	0,25950	0,015	0,040	0,060
Modalidade Tarifária Verde - Grupo A											
SUBGRUPO	TUSD			TE							
	DEMANDA R\$/kW	PONTA	FORA DE PONTA	PONTA				FORA DE PONTA			
				TE	BAND. * AMARELA	BAND. VERM. 1	BAND. VERM. 2	TE	BAND. * AMARELA	BAND. VERM. 1	BAND. VERM. 2
	R\$/kWh	R\$/kWh	R\$/kWh	R\$/kWh	R\$/kWh	R\$/kWh	R\$/kWh	R\$/kWh	R\$/kWh	R\$/kWh	R\$/kWh
A3a (30 a 44kV)	13,75	0,85456	0,07979	0,43245	0,015	0,040	0,060	0,25950	0,015	0,040	0,060
A4 (2,3 a 25kV)	13,75	0,85456	0,07979	0,43245	0,015	0,040	0,060	0,25950	0,015	0,040	0,060
A5 (Subterrâneo)	14,10	1,66291	0,10741	0,43245	0,015	0,040	0,060	0,25950	0,015	0,040	0,060
Modalidade Tarifária Branca - Grupo B											
SUBGRUPO	ENERGIA ELÉTRICA CONSUMO R\$/kWh			ADICIONAL BANDEIRAS R\$/kWh			Condições para opção tarifária em Baixa Tensão: transformador até 112,5kVA. Modalidade Tarifária Convencional: extinta em 24/06/2016. Solicitação de mudança tarifária somente após 12 faturamentos completos na modalidade anterior ou até o 3º faturamento após reajuste tarifário.				
	Ponta	Intermed.	Fora Ponta	Amarela	Verde 1	Verde 2					
B1 Residencial	0,94276	0,60704	0,44426	0,015	0,040	0,060	Consulta a débitos, históricos de faturamento, consumo, demanda contratada e medida, fator de potência ou gráficos correlatos, simulação modalidades tarifária e 2ª via de fatura, acessar: http://www.copel.com > Agência Virtual.				
B2 Rural	0,71650	0,46135	0,33764	0,015	0,040	0,060					
B3 Com/Industr.	0,98486	0,63230	0,45268	0,015	0,040	0,060					
TUSD - TARIFA DE USO DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO. TE - TARIFA DE ENERGIA, COMPOSTAS PELA PARCELA DE TRANSPORTE, PERDAS E ENCARGOS, TERMOS DA RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 464/11. AS TARIFAS TUSD E TE ESTÃO APRESENTADAS DE FORMA UNIFICADA NAS FATURAS A PARTIR DE 01/05/2015. * BANDEIRAS TARIFÁRIAS APLICAÇÃO A PARTIR DE 01/01/2015. INFORMAÇÕES: www.aneel.gov.br HORÁRIO DE PONTA: DAS 18H ÀS 20H59 - 2ª A 6ª FEIRAS (DAS 19H ÀS 21H59 NO HORÁRIO DE VERÃO). HORÁRIO FORA DE PONTA: DEMAIS HORAS DO DIAS, FINAIS DE SEMANA E FERIADOS NACIONAIS.											

Fonte: COPEL. Taxas e tarifas. [2019]. Disponível em: [https://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/tabela_tarifas.jpg/\\$FILE/tabela_tarifas.jpg](https://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/tabela_tarifas.jpg/$FILE/tabela_tarifas.jpg). Acesso em: 13 out. 2019.

TEXTO: Geração de energia usando-se ar comprimido

A geração de energia elétrica pela utilização de ar comprimido é um método eficiente, limpo e econômico. Em 1973 a CAES (Compressed Air Energy Storage) instalou na Alemanha, a primeira usina de geração de energia usando ar comprimido. Esse ar é comprimido em cavernas subterrâneas nas imediações da planta, usando-se energia elétrica de baixo custo (a que é gerada fora dos horários de pico). Nos horários de maior demanda, o ar armazenado é liberado através de dutos para a movimentação das pás de turbinas, as quais gerarão energia elétrica, processo semelhante ao que ocorre em uma usina hidroelétrica. O processo é descrito esquematicamente na Figura 014.

Figura 014 –Compressed air energy storage



Fonte: MESSINA, John. Compressed Air Energy Storage: Renewable Energy. Phys.org, 2010. Disponível em: <https://scx1.b-cdn.net/csz/news/800/compressedai.jpg>. Acesso em: 12 abr. 2021.

Demonstrações Experimentais

Demonstração experimental da lata mágica

Na atividade 6 será realizado o experimento demonstrativo da lata mágica para observação e discussão.

Este experimento terá por finalidade demonstrar as transformações de energia cinética em potencial e vice-versa.

Sua confecção é bastante simples e são necessários os seguintes itens:

- a) 1 lata vazia;
- b) 1 objeto com aproximadamente 0,15 kg (nesse experimento utilizou-se uma porca de parafuso;
- c) 2 dois cliques de papel;
- d) 1 elástico;
- e) fita adesiva.

Inicialmente são feitos furos nas extremidades superior e inferior da lata, respectivamente, sua tampa e seu fundo. Por esses furos, passa-se o elástico. Feito isso, amarra-se o objeto escolhido no elástico de forma que este fique no centro e do elástico esticado. Por fim, utilizar os cliques para se segurar o elástico tanto na tampa quanto no fundo da lata. Vide Figura 015.

Figura 015 – Detalhe da lata mágica



Fonte: O autor.

No experimento, a lata mágica é posta a rolar sobre uma superfície plana qualquer. Ou seja, é fornecida energia cinética inicial à mesma. Por inércia, a porca inicialmente fica parada torcendo o elástico, o qual armazena energia na forma de energia potencial elástica. Ao final do rolamento, a energia potencial elástica armazenada no elástico é convertida novamente em energia cinética da lata, o que produz seu rolamento no sentido oposto ao do movimento inicial. Esse processo de conversão de uma energia em outra permanece até que a energia do sistema seja dissipada (pela produção de som, atrito, aquecimento das superfícies e etc.) até cessar o seu movimento de vai e vem.

Demonstração experimental dos dois cataventos

Na atividade 7 será realizado o experimento demonstrativo dos dois cataventos para observação e discussão.

Neste experimento será possível verificar-se as perdas que ocorrem nos processos de transformação de energia.

O experimento consiste em dois cataventos afixados em uma escada, cada um com uma polia adaptada ao seu eixo de rotação. Em cada uma das polias foi enrolado um fio de determinado comprimento, ao qual foi atada uma porca de parafuso.

Quando uma das porcas é solta de sua posição mais elevada em relação ao solo, faz-se com que o catavento gire, produzindo energia eólica que é utilizada pelo outro catavento colocado em suas proximidades.

Os alunos verificam que quaisquer que fossem os ajustes feitos nesse sistema, em nenhuma hipótese a energia era totalmente recuperada pelo catavento inicialmente em repouso, algo semelhante ao que ocorre sistema hidroelétrico bombeado.

Figura 016 – Demonstração experimental com dois cataventos



Fonte: O autor.

Ao final da demonstração calcula-se o trabalho realizado pela força gravitacional na porca que se desloca desde sua posição inicial até a posição em que o fio encontrar-se esticado totalmente. Além disso, serão discutidos os processos de perdas de energia envolvidas no processo e ainda as possibilidades tecnológicas necessárias na tentativa de armazenar a energia para uma posterior utilização.

Demonstração experimental com a bexiga e os cataventos

Na atividade 8 será realizado o experimento demonstrativo bexiga e cataventos para observação e discussão. Neste experimento será utilizada a mesma montagem do experimento anterior, acrescentando uma bexiga inflável e uma bomba manual, semelhante às que são utilizadas para o enchimento de bexigas de festa:

Figura 017 – Materiais para o experimento com a bexiga



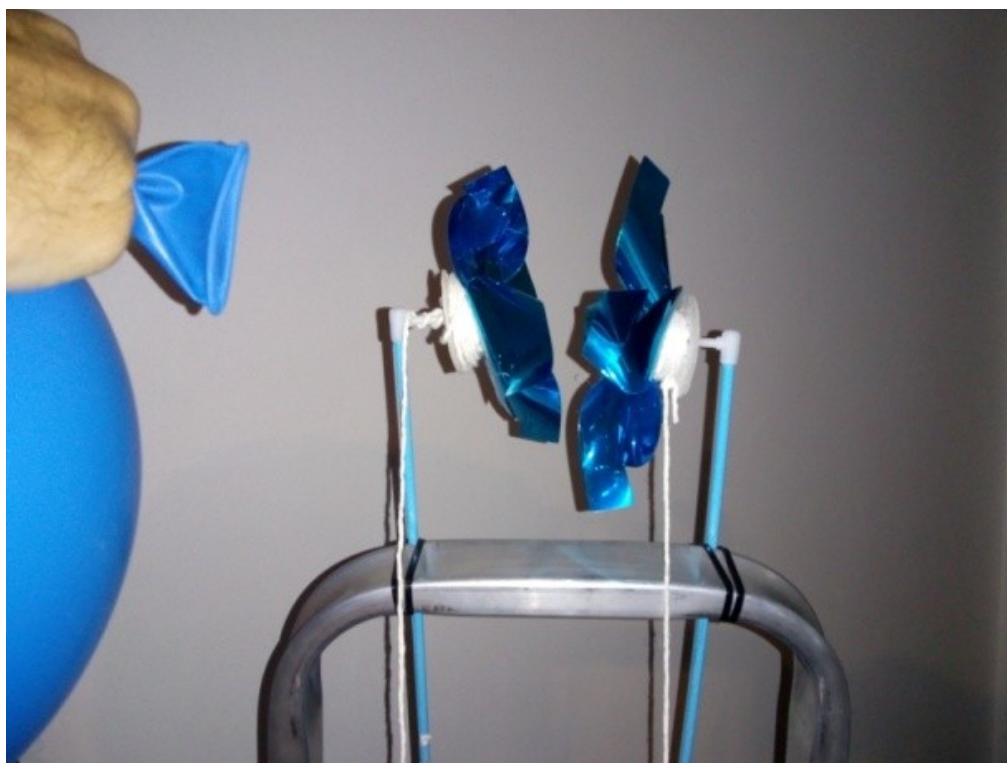
Fonte: O autor.

Será demonstrado que, deve-se fornecer energia à bomba para se preencher a bexiga de ar, e que essa pode ser em parte recuperada, quando a bexiga se esvazia, devido às suas propriedades elásticas. Ao ser expelido, o ar do interior da bexiga pode produzir movimento dos cataventos, um processo de transformação de energia elástica em cinética do ar e das pás do catavento.

Neste processo o catavento girará, fazendo com que o objeto amarrado ao fio suba, armazenando energia potencial gravitacional. Como no experimento anterior será possível calcular o trabalho da força gravitacional sobre o objeto

amarrado ao fio e será possível a discussão das semelhanças e diferenças desse sistema com o de geração de energia por armazenamento de ar comprimido.

Figura 018 – Demonstração experimental com a bexiga e os cataventos



Fonte: O autor.

ATIVIDADE: Mapas conceituais

Os mapas conceituais têm como finalidade representar da forma mais detalhada possível, a relação entre vários conceitos sobre determinado assunto, quando estes se encontram fragmentados ou dispersos.

Esta ferramenta permite apresentar ideias por meio de ilustrações ou figuras, dentro de um contexto específico, relacionar causa e efeito, por semelhança ou simetria e assim tentar dar mais clareza a um assunto.

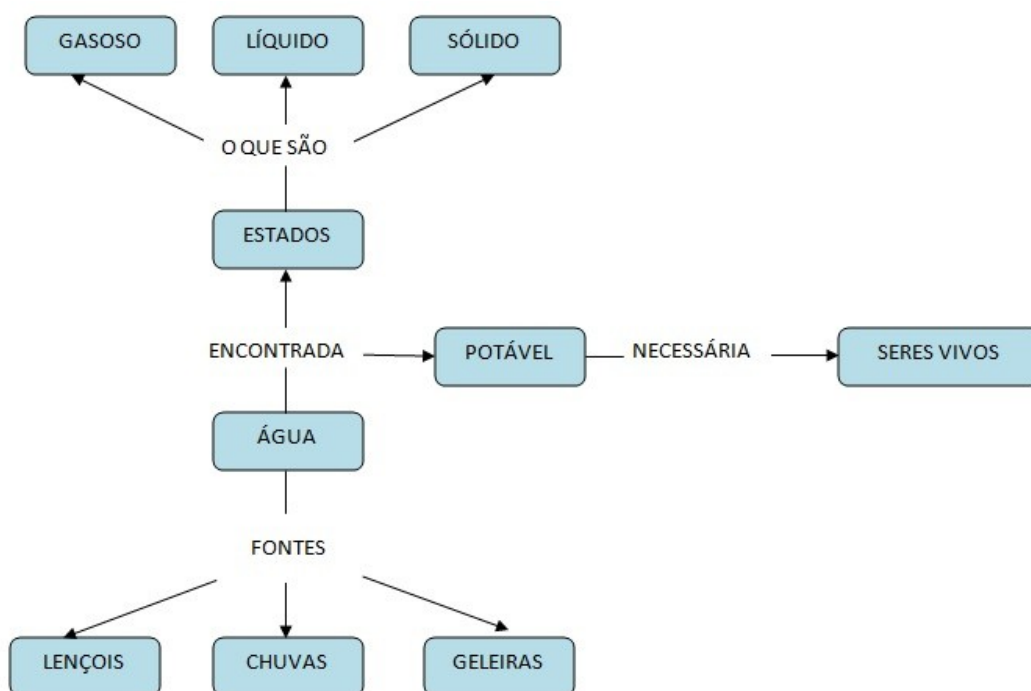
Os desenhos feitos em um mapa conceitual partem de um único centro a partir do qual as informações relacionadas são irradiadas. Eles podem ser feitos manualmente com canetas e folhas de papel ou com o auxílio de programas específicos de computador.

Este método de planejamento e gravação gráfica está cada vez mais sendo utilizado em todas as áreas do conhecimento humano.

No contexto deste trabalho serviu para os alunos expressarem a estrutura das suas ideias ao final dos assuntos abordados.

Na Figura 013 está apresentado um mapa conceitual que foi utilizado como exemplo para os alunos.

Figura 019 – Exemplo de mapa conceitual



Fonte: O autor.

Na atividade 9 será entregue um exemplo de mapa conceitual (Figura 12) para cada um dos alunos e lhes solicitar a construção de um mapa conceitual com os assuntos vistos nos experimentos descritos anteriormente.

Os mapas conceituais foram posteriormente analisados pelo professor e são apresentados na Atividade 10.

AVALIAÇÃO DOS MAPAS CONCEITUAIS

Segundo Souza Júnior (2017, p.6), pode ser utilizado como critérios para avaliação de mapas conceituais feitos por alunos os seguintes aspectos:

Conceito:

- a) Nenhum conceito relevante;
- b) Conceitos identificados, mas sem relação ao mapa proposto;
- c) Conceitos são identificados conforme o tema do mapa proposto.

Hierarquização:

- a) Conceitos trabalhados de forma ordenada com distinção dos conceitos mais gerais e o mais específicos

Relacionamento entre os conceitos:

1. Ligação inexistente entre os conceitos gerais e os específicos;
 2. Existe ligação entre os conceitos gerais e específicos.
- Clareza ao leitor:
 - Não existe clareza alguma no mapa ao leitor;
 - Existe clareza de leitura.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Enquanto a Física explica e descreve os fenômenos de diferentes elementos da natureza, como eles funcionam e como eles reagem submetidos a diferentes situações, a tecnologia por sua vez nos ajuda a resolver problemas e a realizar tarefas utilizando-se do mundo ao nosso redor.

Por meio das pesquisas baseadas nos conceitos da Física, novos produtos têm surgido ou sido aprimorados para utilização no cotidiano das pessoas.

Com o avanço da tecnologia, a energia, como conceito, tornou-se parte de praticamente todos os aspectos de nossas vidas e torna-se cada vez mais importante no cotidiano. Ensinar o conceito de energia é desafiador, pois a maioria dos estudantes não o compreende adequadamente por tratar-se de um conceito abstrato no qual os professores de física necessitam desempenhar um importante papel.

Dentro das ciências naturais os experimentos científicos permitem aos alunos participarem de um ambiente propício para testar as teorias científicas e o de estabelecer as bases para o conhecimento científico.

O ensino experimental é também uma parte importante do trabalho no ensino médio, pois é uma das principais formas para cultivar a capacidade de analisar e resolver problemas que é uma das competências necessárias para os alunos.

Tornou-se comum observar as situações atuais nas quais o ensino de Física ocorre praticamente sem significado e exclusivamente por meio da utilização de conceitos memorizados, bem como leis e fórmulas, de forma desarticulada e distante da realidade vivida, tanto pelos alunos quanto dos próprios professores.

O conceito de energia quando é ensinado permite tornar cada aluno mais consciente quanto a formas utilização no cotidiano, buscando apresentá-lo não como um conhecimento científico pronto e definitivo, mas como uma área de estudo ainda em desenvolvimento e com vários desafios e necessidades.

Neste trabalho, procurou-se analisar as contribuições do tema “armazenamento de energia” para o ensino médio como forma de auxiliar na compreensão referente ao conceito de energia. Os resultados mostraram uma interessante ferramenta para o ensino e aprendizagem de Física.

Percebeu-se então que o produto gerado neste trabalho tem potencial para auxiliar o ensino de Física, especialmente na área Mecânica a qual foram aplicados os experimentos.

Proporcionou, portanto, uma abordagem de conteúdos sobre energia no Ensino Médio a partir de atividades práticas que normalmente são tratados de forma meramente teórica das discussões neste segmento de ensino.

Essa pesquisa em ensino de Física teve como um dos pontos principais a proposta da inserção de uma abordagem para o ensino do conceito de energia baseado nos desafios tecnológicos atuais, destinada a estudantes de Ensino Médio da Educação de Jovens e Adultos.

Foram priorizados os experimentos didáticos relacionados às atuais necessidades quanto ao armazenamento de energia, como forma de despertar nos alunos interesse e significado ao conteúdo estudado, especialmente tratando-se de alunos adultos já inseridos no mercado de trabalho com variadas profissões.

As atividades experimentais elaboradas foram relacionadas ao tema de Mecânica com a utilização de materiais acessíveis, baixo custo e fácil reprodução visando simplificar ao máximo aos professores que possuem tempo reduzido.

Os kits experimentais utilizados foram elaborados com a finalidade de relacionar cada parte do conteúdo selecionado ao correspondente dispositivo tecnológico discutido anteriormente no respectivo no texto. Ainda houve esforço tanto na elaboração quanto na utilização de cada experimento para despertar nos estudantes uma expectativa para favorecer o ambiente de aprendizagem. Estão detalhados no Apêndice - Produto Educacional, tal como utilizados de acordo com os critérios previamente detalhados com a finalidade de reprodução das atividades pelos docentes que porventura se interessarem nesta pesquisa.

Tendo-se como objetivo a aproximação entre a teoria e o cotidiano dos alunos buscando tornar a aprendizagem significativa, percebeu-se que os experimentos permitiram observar os alunos mais atuantes no que diz respeito à construção de seus próprios conhecimentos. Na maioria dos alunos verificou-se que o estímulo despertou o interesse por esta sequência de aulas, bem como a interação entre professor-aluno e aluno-aluno.

Verificou-se também que o uso dos experimentos auxiliou no desenvolvimento dos conceitos físicos com relativa progressão na compreensão dos conteúdos, considerando certa defasagem de uma turma da EJA.

Na primeira aula a nuvem de palavras apresentada permitiu uma rápida verificação dos termos e conceitos previamente conhecidos e relacionados ao tema pelo professor. Essa mesma atividade também foi interessante, pois permitiu uma percepção das formas de energia mais conhecidas pelo aluno (Gráfico 01).

Apurou-se que a maioria dos alunos associava o tema energia com a forma de energia solar poucos com a energia mecânica, ressaltando a necessidade de esmiuçar mais a segunda que já estava prevista para os experimentos já planejados. Se houvessem mais aulas disponíveis para esta sequência didática seria possível trabalhar mais formas de energia aproveitando estas informações levantadas.

Na segunda aula foram utilizados os três textos prévios (Flywheel, Armazenamento Hidrelétrico Bombeado e Compressed Air Energy Storage), relacionados respectivamente aos experimentos, permitiram correlacionar o atual estágio de tecnologia em armazenamento de energia com a Física em sala de aula.

Assim, a estratégia desta atividade era estabelecer o uso desses textos como organizadores prévios para os conceitos utilizados posteriormente nos experimentos a fim de facilitar ao aluno no encontro do significado.

Na terceira aula, a primeira experimental, os estudantes observaram com atenção a demonstração experimental da lata mágica, o qual despertou muito interesse e curiosidade nos alunos. Todos os alunos conseguiram associar o experimento ao respectivo texto. Essa atividade permitiu a discussão dos conceitos de energia cinética e energia potencial com a posterior avaliação por meio dos mapas conceituais.

Na quarta aula, a segunda experimental, os estudantes observaram com atenção a demonstração experimental dos dois cataventos, o qual despertou muito interesse e curiosidade nos alunos. Todos os alunos conseguiram associar o experimento ao respectivo texto. Essa atividade permitiu a discussão dos conceitos de energia cinética e energia potencial com a posterior avaliação por meio dos mapas conceituais.

Na quinta aula, a terceira experimental, os estudantes observaram com atenção o experimento da bexiga e do catavento, o qual despertou muito interesse e

curiosidade nos alunos. Todos os alunos conseguiram associar o experimento ao respectivo texto. Essa atividade permitiu a discussão dos conceitos de energia cinética e energia potencial com a posterior avaliação por meio dos mapas conceituais. Ao fim dessas três aulas experimentais os estudantes já tinham vivenciado as experiências e possuíam os pré-requisitos para uma abordagem mais quantitativa dos fenômenos observados.

Na sexta aula foram aplicados os mapas conceituais para posterior análise, conforme detalhamento no Capítulo 7. Esta atividade mostrou ainda que, naquela avaliação, alguns estudantes trouxeram referências ao fenômeno e aos experimentos realizados, evidenciando a aprendizagem e, portanto, a validade da atividade. Também, percebeu-se que alguns alunos apresentaram um acréscimo de palavras, comparando a primeira atividade (nuvem de palavras) com a última (mapa conceitual).

Como exemplos dos fatores que interferiram negativamente no processo de ensino e aprendizado, são eles: acentuada defasagem dos alunos da EJA, a reduzida carga horária presencial (20% da carga horária da disciplina presencial) e a tendência elevada para evasão escolar nesta modalidade de ensino.

Entretanto, um dos desafios deste trabalho era justamente trabalhar com as dificuldades acima em comum acordo com a equipe pedagógica. As aulas previstas no planejamento das atividades deveriam ter sido executadas para que pudesse obter resultados a respeito deste processo de aprendizagem.

Comparando-se a atividade inicial da nuvem de palavras com a posterior elaboração de mapas conceituais ao final, procurou-se identificar avanços conceituais e evidências da aprendizagem significativa. Os mapas conceituais permitiram, portanto, a verificação de como o aluno organizou os assuntos, considerando a limitação de tempo de uma hora-aula e conseqüentemente os possíveis resultados que poderiam ser obtidos.

Considera-se ainda como ponto positivo o uso da linguagem na qual foram utilizadas diferentes ferramentas didáticas (nuvem de palavras, leitura de textos, experimentos e mapas conceituais), pois raramente percebeu-se situação tediosa nos alunos, ou seja, houve considerável predisposição dos alunos para o aprendizado.

REFERÊNCIAS

BURATTINI, Maria Paula T. de Castro. **Energia: uma abordagem multidisciplinar**. São Paulo: Livraria da Física, 2008.

COPEL. Taxas e tarifas. [2019]. Disponível em: [https://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/tabela_tarifas.jpg/\\$FILE/tabela_tarifas.jpg](https://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/tabela_tarifas.jpg/$FILE/tabela_tarifas.jpg). Acesso em: 13 out. 2019.

INFRAROI. Análise: Mudanças climáticas podem acabar com hidrelétricas? [2018]. Disponível em: https://www.dw.com/image/42812457_401.png. Acesso em: 8 jun. 2021.

KAWAMURA, Maria Regina Dubeux; HOSOUKE, Yassuko. **A contribuição da Física para um Novo Ensino Médio**. Física na Escola, v. 4, n. 2, 2003.

LEFRANÇOIS, Guy. R. **Teorias da Aprendizagem**. São Paulo: CENGAGE Learning, 2016.

MESSINA, John. Compressed Air Energy Storage: Renewable Energy. Phys.org, 2010. Disponível em: <https://scx1.b-cdn.net/csz/news/800/compressedai.jpg>. Acesso em: 11 fev. 2019.

NEWKIDSCAR. Engine Construction. [2021]. Disponível em: <https://www.newkidscar.com/wp-content/uploads/2019/08/flywheel-construction.jpg>. Acesso em: 05 mai. 2021.

PORTAL ENERGIA SOLAR. Fotovoltaico + Gerenciamento de energia. [2015]. Disponível em: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQeRPVI8uROwQiS6XmYp6SX7H6HCR6htOzXKoUc9z0MmMfAY7Hg&s>. Acesso em: 10 set. 2019.

SERRA, Eduardo T.; ORLANDO, Alcir de Faro; MOSSÉ, Acher; MARTINS, Nelson Martins. **Armazenamento de Energia: Situação atual, perspectivas e recomendações**. Comitê de Energia da Academia Nacional de Engenharia, 2016.

SLIDEPLAYER. Planejamento, coordenação e operação. [2016]. Disponível em: <https://slideplayer.com.br/slide/10704968/37/images/37/CURVA+DE+CARGA+x+GE RA%C3%87%C3%83O.jpg>. Acesso em: 12 abr. 2021.

SOUZA JÚNIOR, Marinaldo Vilar et al. Mapas conceituais no ensino de física como estratégia de avaliação. Scientia Plena, v. 13, n. 1, p. 1-11, 2017.