

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS**  
**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA**

**SAULUS YURI MILLI RANGEL**

**UMA PROPOSTA DE UM PLANO COMPLEMENTAR DE**  
**ATIVIDADES CONTEXTUALIZADO NA EDUCAÇÃO**  
**PROFISSIONAL EM ELETROTÉCNICA PARA O ENSINO DOS**  
**PROCESSOS DE TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA E EFICIÊNCIA**  
**ENERGÉTICA**

VITÓRIA

2019

SAULUS YURI MILLI RANGEL

**UMA PROPOSTA DE UM PLANO COMPLEMENTAR DE ATIVIDADES  
CONTEXTUALIZADO NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL EM  
ELETROTÉCNICA PARA O ENSINO DOS PROCESSOS DE  
TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Giuseppi Gava Camiletti

VITÓRIA

2019

M654p Milli Rangel, Saulus Yuri, 1990-  
Uma proposta de um Plano Complementar de Atividades contextualizado na Educação Profissional em Eletrotécnica para o ensino dos processos de transformação de Energia e Eficiência Energética. / Saulus Yuri Milli Rangel. - 2019.  
196 f.

Orientador: Giuseppi Gava Camiletti.  
Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) -  
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas.

1. Eficiência Energética.. 2. Aprendizagem Significativa..  
3. Ensino de Física.. 4. Experimentos.. 5. Educação Profissional..  
I. Gava Camiletti, Giuseppi. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Exatas. III. Título.

CDU: 53

---



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

**"UMA PROPOSTA DE UM PLANO COMPLEMENTAR DE ATIVIDADES  
CONTEXTUALIZADO NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL EM ELETROTÉCNICA PARA  
O ENSINO DOS PROCESSOS DE TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA E EFICIÊNCIA  
ENERGÉTICA"**

**Saulus Yuri Milli Rangel**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física-Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Sociedade Brasileira de Física em parceria com a Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 19 de dezembro de 2019.

**Comissão Examinadora**

Prof. Dr. Giuseppe Gava Camiletti  
(Orientador PPGEnFis/UFES)

Prof. Dr. Paulo Henrique Dias Menezes  
(Membro Externo/UFJF)

Prof. Dr. Flávio Gimenes Alvarenga  
(Membro Interno PPGEnFis/UFES)

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço aos professores, colaboradores e funcionários da UFES que participaram da elaboração, aplicação e acompanhamento do desenvolvimento das atividades acadêmicas do Mestrado Profissional de Ensino de Física, que me ofereceu formação sólida e com conhecimentos científicos suficientes para elaboração desta dissertação. Agradeço ao meu orientador Giuseppe Gava Camiletti, pela persistência, parceria e confiança ao longo desta caminhada. Agradeço também a instituição de ensino SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL, unidade CIVIT que me oportunizou a intervenção na turma participante, disponibilizou materiais e equipamentos para a coleta de dados que foram aplicados neste trabalho. Agradeço a minha família que me deu apoio, acolhimento e me acompanhou nesta trajetória de desenvolvimento intelectual, aos colegas de classe e amigos que fiz durante a realização do mestrado, que diretamente ou indiretamente contribuíram para a minha formação. Agradeço à CAPES, FAPES e CNPq pelo fomento ao Programa de Pós-Graduação que me permitiu realizar este curso.

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

## RESUMO

Este estudo propõe a elaboração e aplicação de um Produto Educacional como sendo um Plano Complementar de Atividades, baseado nos pressupostos da Teoria de Aprendizagem Significativa e da Motivação para apoio ao ensino da unidade curricular de Eficiência Energética, visando a melhoria do aprendizado dos discentes do curso técnico de Eletrotécnica do Senai. Na perspectiva do referencial adotado, destaca-se o uso das seguintes ações práticas em sala de aula: 1 – Mapeamento das concepções prévias dos alunos, por meio de tarefas de leitura e de discussão de questões conceituais antes da abordagem do conteúdo; 2 – Uso de diferentes recursos, como os vídeos da série “Vida de República” explorando conceitos de Eficiência Energética, montagem de experimentos junto aos alunos e a realização de simulações na plataforma PhET; 3 – Consolidação dos conteúdos realizando testes conceituais de acordo com o método de instrução pelos colegas (IpC); 4 – Proposição de desafios, solicitando aos discentes que desenvolvessem maquetes sobre aos processos de transformação de energia e apresentando-as aos demais alunos da escola; 5 – A avaliação escrita com caráter formativo e recursivo, onde foram mostrados os erros dos alunos e foi dada oportunidade de refazer o que erraram. 6 - Feedback adequado, sendo positivo ou negativo, dependendo do caminho adotado pelo aluno na solução de tarefas de aula e extraclasse. O delineamento para avaliação deste trabalho foi o qualitativo, do tipo pré-experimental com uso de pré-testes, pós-testes, anotações do professor e questionário de opinião dos alunos. Os resultados da análise das notas do pré e pós-testes mostram que houve melhora no desempenho nas avaliações, que os alunos ampliaram o domínio conceitual, com ampliação do vocabulário científico. O mapeamento das opiniões dos alunos apresenta uma grande quantidade de opiniões positivas dos estudantes sobre a proposta desenvolvida ao longo da disciplina. As anotações do professor sugerem que as maquetes desenvolvidas tiveram impacto positivo na comunidade escolar, seja pela experiência em compartilhar os conceitos aprendidos, seja pela reflexão sobre o seu próprio aprendizado e como externaliza-lo em uma apresentação, seja pela participação dos alunos e professores de outras turmas.

**Palavras-chave:** Eficiência Energética, Aprendizagem Significativa, Ensino de Física, Experimentos, Educação Profissional.

## ABSTRACT

This study proposes the elaboration and application of an Educational Product as a Complementary Activity Plan, based on the assumptions of the Theory of Meaningful Learning and Motivation to support the teaching of the Energy Efficiency curricular unit, aiming at improving the learning of the students of the course Electrotechnical technician at Senai. In the perspective of the adopted framework, the use of the following practical actions in the classroom stands out: 1 - Mapping the students' previous conceptions, through reading tasks and discussion of conceptual issues before approaching the content; 2 - Use of different resources, such as the videos from the "Vida de República" series exploring concepts of Energy Efficiency, assembling experiments with students and conducting simulations on the PhET platform; 3 - Consolidation of contents by performing conceptual tests according to the Peer Instruction method; 4 - Proposition of challenges, asking students to develop models about the processes of energy transformation and presenting them to the other students of the school; 5 - Written assessment with formative and recursive character, where students' mistakes were shown and an opportunity was given to redo what they did wrong. 6 - Adequate feedback, whether positive or negative, depending on the path taken by the student in solving class and extra-class tasks. The design for evaluating this work was qualitative, of a pre-experimental type with the use of pre-tests, post-tests, teacher notes and students' opinion questionnaire. The results of the analysis of the pre and post-test scores show that there was an improvement in the performance in the evaluations, that the students expanded the conceptual domain, with the expansion of the scientific vocabulary. The mapping of students' opinions presents a large amount of positive opinions from students about the proposal developed throughout the discipline. The notes of the teacher suggest that the models developed had a positive impact on the school community, either through the experience of sharing the concepts learned, either by reflecting on their own learning and how to externalize it in a presentation, or by the participation of students and teachers. other classes.

**Keywords:** Energy Efficiency, Meaningful Learning, Physics Teaching, Experiments, Professional Education.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Esquema dos tipos de aprendizagem mecânica e significativa (MOREIRA, 2016, p.12). .....	20
<b>Figura 2</b> - Representação do processo de Assimilação. Moreira (2011 <sup>a</sup> , p.166). .....	20
<b>Figura 3</b> - Diagrama do processo de implementação do método de Instrução pelo Colega. RAUJO & MAZUR, 2013. ....	28
<b>Figura 4</b> - Gráfico de tensão e corrente contínua. (MORAES, M. B. S. A. & RIBEIRO-TEIXEIRA, R. M, 2006, p.16). .....	32
<b>Figura 5</b> - Gráfico de tensão e corrente alternada (NILSSON; RIEDEL, 2009, p.238).....	33
<b>Figura 6</b> - Representação fasorial de uma senóide. (NILSSON; RIEDEL, 2009, p.235) .....	34
<b>Figura 7</b> - Tensão e corrente senoidais em uma carga resistiva (NILSSON; RIEDEL, 2009, p.237). .....	34
<b>Figura 8</b> - Tensão e corrente senoidais em uma carga indutiva (NILSSON; RIEDEL, 2009, p.238). .....	35
<b>Figura 9</b> - Tensão e corrente senoidais em uma carga capacitiva (NILSSON; RIEDEL, 2009, p.238). .....	35
<b>Figura 10</b> - Capa da apostila de Eficiência Energética utilizada como material didático. Coleção PNEAD. Eficiência Energética / Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. SENAI/DN, 2015. ....	47
<b>Figura 11</b> - Protótipo do motor Stirling.....	51
<b>Figura 12</b> - Resposta dada por um aluno da turma participante a questão Q-2 do pré-teste. Produzido pelo próprio autor. ....	66
<b>Figura 13</b> - Resposta dada por um aluno da turma participante a questão Q-5 do pré-teste. Produzido pelo próprio autor. ....	67
<b>Figura 14</b> - Texto da questão Q-6 do pré-teste. Produzido pelo próprio autor. ....	68
<b>Figura 15</b> - Resposta dada por um aluno da turma participante a questão Q-7 do pré-teste. Produzido pelo próprio autor. ....	68
<b>Figura 16</b> - Texto da questão Q-10 do pré-teste. Produzido pelo próprio autor. ....	69
<b>Figura 17</b> - Resposta dada por um aluno da turma participante a questão Q-3 do pós-teste. Produzido pelo próprio autor. ....	74
<b>Figura 18</b> - Resposta dada por um aluno da turma participante a questão Q-7 do pós-teste. Produzido pelo próprio autor. ....	75



<b>Figura 19</b> - Resposta dada por um aluno da turma participante a questão Q-8 do pós-teste. .....	76
<b>Figura 20</b> - Resposta dada por um aluno da turma participante a questão Q-12 do pós-teste. Produzido pelo próprio autor. ....	78
<b>Figura 21</b> - Resposta dada por um aluno da turma participante a questão Q-14 do pós-teste. Produzido pelo próprio autor. ....	79
<b>Figura 22</b> - Atividade de investigação de concepções prévias dos alunos da turma participante. Produzido pelo próprio autor.....	87
<b>Figura 23</b> - Ambiente virtual de simulação da plataforma PhET. PhET Colorado.....	90
<b>Figura 24</b> - Alunos utilizando a pista de skate plataforma PhET. Do autor. ....	90
<b>Figura 25</b> - Resposta registrada por um aluno no formulário de análise do experimento do motor Stirling. Produzido pelo próprio autor.....	93
<b>Figura 26</b> - Determinação experimental do rendimento do motor Stirling. Produzido pelo próprio autor. ....	94

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> - Percentual total de acerto dos alunos no pré-teste e no pós-teste. Produzido pelo próprio autor.....	82
<b>Gráfico 2</b> - Percentual total de acerto dos alunos no pré-teste e no pós-teste. Produzido pelo próprio autor.....	83

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Quadro resumo do Plano Complementar com o detalhamento dos conteúdos, atividades realizadas, pressupostos teóricos que embasam o desenvolvimento das atividades e os instrumentos da coleta de dados e avaliações.....	48
<b>Quadro 2</b> - Detalhamento da série "Vida de República" .....	53
<b>Quadro 3</b> - Conceitos abordados nas questões do pré-teste.....	58
<b>Quadro 4</b> - Conceitos abordados nas questões do pós-teste. ....	59
<b>Quadro 5</b> - Questões correlatas entre o pré-teste e o pós-teste. ....	60
<b>Quadro 6</b> - Respostas dos alunos apresentadas no debate de ações de eficiência energética.....	86
<b>Quadro 7</b> - Respostas dos alunos apresentadas no debate de Eficiência Energética. ....	87
<b>Quadro 8</b> - Concepções dos estudantes relacionadas ao esquetismo.....	91
<b>Quadro 9</b> - Concepções dos estudantes relacionadas ao motor Stirling. ....	93

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Desempenho dos estudantes no pré-teste.....	65
<b>Tabela 2</b> - Desempenho dos estudantes no pós-teste.....	71
<b>Tabela 3</b> - Percentual de acerto dos alunos no pré-teste e pós teste. ....	73
<b>Tabela 4</b> – Correlação entre os percentuais de acerto no pré-teste e pós-teste .....	73
<b>Tabela 5</b> - Percentual total de acerto dos alunos no pré-teste e no pós-teste. ....	81
<b>Tabela 6</b> - Opinião dos estudantes da turma participante sobre o que mais gostaram na instrução.....	98
<b>Tabela 7</b> - Opinião dos estudantes da turma participante sobre o que mais gostaram na instrução. ....	98
<b>Tabela 8</b> - Opinião dos estudantes da turma participante sobre a utilidade do conteúdo apresentado.....	99
<b>Tabela 9</b> - Opinião dos estudantes da turma participante sobre o desafio proposto. ....	100

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
1.1	A METODOLOGIA SENAI DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL .....	13
1.2	DELIMITAÇÃO DO REFERENCIAL TEÓRICO DA PESQUISA.....	15
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	16
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>17</b>
2.1	O QUE É A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA?.....	17
2.2	CONDIÇÕES PARA OCORRÊNCIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA .....	20
2.3	AÇÕES PRÁTICAS PARA APLICAÇÃO DOS PRESSUPOSTOS TEÓRICOS .....	21
2.3.1	Identificar o Conhecimento Prévio do Aluno.....	22
2.3.2	A Pré-Disposição a Aprender .....	23
2.3.2.1	Mostrar a Utilidade do Conteúdo Estudado .....	24
2.3.2.2	Uso de Diferentes Recursos .....	24
2.3.2.3	Propor Desafios .....	25
2.3.2.4	Fornecer o Feedback Adequado.....	25
2.3.3	Consolidar o Conteúdo de Ensino .....	26
2.3.4	Avaliar com Caráter Formativo e Recursivo .....	29
2.4	CONCEITOS FÍSICOS APLICADOS .....	30
2.4.1	Corrente e Tensão Elétrica.....	30
2.4.1.1	Corrente contínua no tempo. ....	31
2.4.1.2	Corrente variável e alternada no tempo. ....	32
2.4.2	Potência e Energia em Circuitos Elétricos .....	36
2.4.2.1	Potência e Energia em Circuitos de Corrente Contínua.....	37
2.4.2.2	Potência e Energia em Circuitos de Corrente Alternada .....	38
2.4.3	Rendimento e Perdas nos Sistemas Elétricos.....	39
2.4.4	O conceito de Energia na Mecânica Clássica .....	40
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>43</b>
3.1	OBJETIVOS.....	43
3.1.1	Objetivo Geral.....	43
3.1.2	Objetivos Específicos.....	43
3.2	DELINEAMENTO DO ESTUDO E PESQUISA CIENTÍFICA .....	44

3.3 SUJEITOS DA PESQUISA E CONTEXTO DE APLICAÇÃO DO PRODUTO DESENVOLVIDO .....	44
3.4 DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL .....	46
3.4.1 Aspectos Práticos da Implementação dos Pressupostos Teóricos.....	49
3.5 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	57
3.6 TÉCNICAS DE ANÁLISE DE DADOS.....	61
<b>4 APRESENTAÇÃO, DISCUSSÃO DOS DADOS E RESULTADOS .....</b>	<b>63</b>
4.1 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DE PRÉ-TESTE.....	63
4.2 ANÁLISE DO PÓS-TESTE.....	70
4.2.1 Análise do Desempenho Geral dos Alunos no Pré-Teste e Pós-Teste.....	81
4.3 ANÁLISE DO DIÁRIO DE BORDO DO PROFESSOR.....	83
4.4 ANÁLISE DA OPINIÃO DOS ESTUDANTES.....	97
4.5 CONTRIBUIÇÕES DAS ATIVIDADES PARA O ENSINO DE FÍSICA .....	101
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS .....</b>	<b>104</b>
5.1 SÍNTESE DOS RESULTADOS ALCANÇADOS SEGUNDO A PROPOSTA DA PESQUISA.....	104
5.2 VISÃO PESSOAL SOBRE AS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	106
5.3 RECOMENDAÇÕES PRÁTICAS PARA O USO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	107
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>109</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>114</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Dentre as diversas etapas e caminhos percorridos por um estudante ao longo de sua formação acadêmica, o ingresso no ensino médio sem dúvida é um momento marcante nesta caminhada, isto porque começa-se a perceber com maior clareza qual a aptidão dentro das áreas de conhecimento disponíveis que será seguida. Quando eu ingressei no ensino médio articulado com a educação profissional de Eletrotécnica, desenvolvi em maior intensidade a aptidão para as Ciências Exatas devido ao contato com conteúdo específico de Matemática, Física e Eletrotécnica. Nesta fase, tive a oportunidade de atuar como monitor de algumas matérias da grade do curso técnico, o que oportunizou a percepção de outra vocação: “A docência”. Com a conclusão desta etapa, decidi ingressar na carreira de professor, buscando maior conhecimento técnico no curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica e posteriormente na Licenciatura em Física.

Nesta caminhada de muita dedicação e estudos, comecei a fazer uma reflexão sobre como meu aprendizado acontece, notei que aprendia de fato um conteúdo, quando identificava a aplicação deste em alguma situação do meu cotidiano, ou que denotava alguma utilidade dele ou explicava algum fato do meu universo. Posteriormente, quando assumi o papel de professor, me deparei com a necessidade de favorecer a ocorrência de aprendizagem dos meus discentes, despertando a necessidade de continuar a pesquisar e refletir sobre a prática docente, o que me levou a busca pelo programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.

Atuo como professor da educação profissional em Eletrotécnica no Senai a sete anos, ao longo deste período pude notar as carências, necessidades, dificuldades dos alunos na aprendizagem dos conteúdos tanto da educação profissional como conceitos do currículo básico do ensino médio, envolvendo operações matemáticas, conceitos da Física, interpretação de texto, entre outros. Este cenário me despertou a busca pela compreensão do que estava dando errado no processo de ensino e aprendizagem destes alunos e qual postura eu deveria assumir para mudar esta situação. De fato, o contexto tecnológico no qual estes alunos estão inseridos não é compatível com o modelo de educação tradicional que ainda está presente em grande parte das escolas, o que denota que insistir neste modelo significa contribuir para o fracasso desses alunos, desmotivando-os.

Logo, percebi que precisava mudar minhas estratégias, inserir tecnologia na sala de aula e tentar resgatar os conceitos deficientes destes alunos, não desenvolvidos no ensino médio, mesmo sabendo que além dessas questões didáticas pedagógicas já apresentadas, fatores como vulnerabilidade social, desmotivação, baixa renda, falta de moradia, conflitos familiares contribuem para a evasão escolar e para o insucesso desses alunos.

### 1.1 A METODOLOGIA SENAI DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL.

O Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial existe a 77 anos como a missão de promover a formação profissional de qualidade dos trabalhadores industriais, atendendo as demandas da indústria brasileira. Para cumprir esse papel, é fundamental a inovação e atualização das práticas didáticas pedagógicas, sendo constante a busca por excelência em ensino, otimização de seus ambientes de aprendizado, técnicos, professores e demais trabalhadores envolvidos.

Com a implementação da “Certificação Profissional Baseada em Competências” que teve início em 1999, a instituição passou por mudanças marcantes que culminaram no desenvolvimento da Metodologia Senai de Educação Profissional (MSEP), que consiste em um projeto didático pedagógico voltado para o atendimento das necessidades da indústria, tendo por base a certificação por competências. Os resultados observados ao longo de 20 anos de aplicação denotam um grau de maturidade desta metodologia, constituindo uma referência internacional de formação profissional, atendendo aos desafios e demandas da nova revolução industrial, tendo como preocupação o desenvolvimento de competências técnicas, socioemocionais, a integração de novas tecnologias e a necessidade de melhoria contínua. Segundo as perspectivas desta metodologia, o aluno deve assumir o papel de protagonista de seu aprendizado, assumindo postura ativa no processo de ensino aprendizagem, buscando o aperfeiçoamento profissional, a otimização de seus próprios ambientes de aprendizagem, de modo a estar em sintonia com as necessidades do mercado de trabalho.

O Senai participou na década de 1990 do comitê de Organização Internacional do Trabalho (OIT), discutindo as mudanças necessárias ao exercício das profissões e chegando à conclusão de que a formação profissional deve ser baseada em competências, abandonando o formato praticado anteriormente que era baseado no conteúdo técnico das disciplinas que integravam o currículo dos cursos profissionalizantes.



Após discussões e profunda reflexão sobre o novo cenário no qual os profissionais da indústria estão inseridos, em parceria com a OIT e com Centro Interamericano para o Desenvolvimento do Conhecimento e da Formação Profissional (Cinterfor) definem as diretrizes de três grandes métodos: A Elaboração de Perfis Profissionais, Elaboração de Desenhos Curriculares e Avaliação e Certificação por Competências.

Posteriormente, em 2006, esses métodos foram integrados e deram origem a “Metodologia Senai para Formação Profissional com Base em Competências”, que consiste em um documento resultante do método de elaboração dos Perfis Profissionais, junto ao método de Desenho Curricular e ao método de Avaliação e Certificação por Competências, incluindo um guia norteador da Prática Pedagógica intitulado como Prática Docente.

Após revisões feitas em 2009, 2012, 2013 e 2018 a metodologia é formada por três volumes, sendo o primeiro dedicado ao Perfil Profissional, que consiste em identificar junto as entidades patronais da indústria o perfil de cada ocupação, listando as capacidades e competências necessárias aos profissionais e técnicos industriais. O segundo, consiste no Desenho Curricular que agrupa em unidades curriculares de acordo com as capacidades e competências associadas a ocupação, definindo os módulos que compõem os cursos oferecidos pela instituição. O terceiro volume, corresponde a prática docente, que consiste de um guia de aplicação da metodologia pelo professor, objetivando sua mediação, definindo as estratégias didáticas pedagógicas a serem inseridas no planejamento de suas aulas, nos desafios propostos aos alunos por meio de situações de aprendizagem, no processo de avaliação, buscando características qualitativas e quantitativas do processo, avaliando por competências. O documento faz referência ainda a Aprendizagem Significativa, teoria de aprendizagem de Ausubel, como teoria de aprendizagem a ser seguida no planejamento das intervenções mediadoras do professor no decorrer do processo de Ensino e Aprendizagem. Pode-se citar como principais premissas de revisão da Metodologia Senai:

- Sintonia com o mundo do trabalho e entre as fases da metodologia: definição do Perfil Profissional, elaboração do Desenho Curricular e desenvolvimento da Prática Docente;
- Protagonismo do aluno;
- Competência do docente em planejar e desenvolver as capacidades e o protagonismo do aluno;

- Protagonismo do Senai em Educação Profissional;
- Criação de condições para desenvolvimento e inovação da indústria;
- Reconhecimento do Senai como excelência em educação profissional e tecnológica.

## 1.2 DELIMITAÇÃO DO REFERENCIAL TEÓRICO DA PESQUISA

As orientações dos documentos do Senai para o trabalho do professor apontam um alinhamento com uma das teorias de aprendizagem que tive contato ao longo da realização das disciplinas do mestrado, que foi a teoria de Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel. Esta teoria me permitiu identificar também aspectos de aprendizagem já vivenciados na incorporação de novos conceitos ligados a conhecimentos prévios.

Em 1968, David Paul Ausubel (AUSUBEL,1973) publicou seu primeiro trabalho, demonstrando como ocorre a assimilação de novos conceitos aprendidos pelos alunos, a importância de levar em consideração o conhecimento prévio do aluno e os demais fatores que influenciam o processo de aprendizagem. Posterior a seus trabalhos, importantes contribuições foram dadas por outros teóricos, como Joseph Novak, potencializando com aspectos práticos os trabalhos de Ausubel resultando em outra importante publicação (AUSUBEL,1980). Um fato interessante é que se trata de uma teoria de aprendizagem, não de cognição, o que possibilita a modelagem de ações práticas em sala de aula, sendo alcançável aos demais professores que optarem pelo uso das recomendações e resultados deste estudo.

Segundo a teoria de Aprendizagem Significativa, dois fatos são indispensáveis para a ocorrência de Aprendizagem Significativa: 1 - o material utilizado na instrução deve ser potencialmente significativo para os alunos, ou seja deve despertar no aluno a compreensão dos novos conceitos a partir de elementos do seu universo, de acordo com suas concepções prévias, fazendo sentido no contexto do aluno; 2 - aluno deve estar predisposto a aprender.

Portanto, para subsidiar como favorecer o processo de aprendizagem do aluno, a Teoria de Aprendizagem Significativa foi escolhida como norteadora para o desenvolvimento das atividades em sala de aula. Ao mesmo tempo, com a implementação de aulas diferenciadas, buscou-se o atendimento das recomendações da metodologia Senai. Assim, o objetivo principal deste trabalho é desenvolver um Plano Complementar de atividades baseado nos

pressupostos da Teoria de Aprendizagem Significativa e da Motivação para apoio ao ensino da unidade curricular de Eficiência Energética, visando a melhoria do aprendizado dos discentes do curso técnico de Eletrotécnica do Senai.

### 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta dissertação está organizada em 5 capítulos e dois apêndices como descrito neste tópico. O primeiro capítulo é dedicado a apresentar ao leitor o contexto em que o estudo foi desenvolvido, além de justificar as escolhas adotadas na composição do Produto Educacional.

O segundo capítulo apresenta o Referencial Teórico que apresenta as bases teóricas que sustentam esta investigação, que são a Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel, a Teoria da Motivação no contexto escolar de José de Aloyseo Bzuneck e o método de ensino ativo de Instrução pelos Colegas de Eric Mazur. Além de apresentar um tópico dedicado aos conceitos da Física que são abordados na instrução.

O terceiro capítulo apresenta a metodologia adotada na realização deste estudo, apresentando as ações implementadas, por meio da discussão de tópicos do referencial teórico no Plano Complementar de Atividades.

O quarto capítulo descreve a análise de dados coletados ao longo do estudo, por meio do uso de pré e pós teste, do questionário de opinião e diário de bordo que contém as anotações do professor-mestrando responsável por este estudo.

O quinto capítulo descreve as conclusões e considerações finais do estudo, apresentando perspectivas futuras para a pesquisa e um relato pessoal do professor-mestrando.

Nos Apêndices são apresentados os materiais discutidos ao longo da dissertação, sendo eles: o Questionário de Opinião, o Termo de Livre Consentimento e o Plano Complementar de Atividades.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo será apresentada a fundamentação teórica que embasa este estudo, que foi a Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) de David Paul Ausubel (2003) e a Teoria da Motivação (BZUNECK,2010). Essas teorias foram escolhidas para nortear as ações deste estudo, pois os seus pressupostos podem ser facilmente aplicados a sala de aula, considerando as características dos sujeitos da pesquisa e do contexto escolar ao qual eles estão inseridos. De maneira complementar, foram inseridas atividades baseadas nas estratégias do *Ensino sob Medida* e da *Instrução pelos Colegas*, propostos por Araújo & Mazur (2013), e de utilização de experimentos para o ensino de Física, propostos por Gaspar (2014).

### 2.1 O QUE É A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA?

Na perspectiva de Ausubel, a Aprendizagem Significativa ocorre por meio da interação entre uma nova informação e um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, que ele expressa como subsunçor<sup>1</sup>. Entende-se por subsunçor o conhecimento prévio do sujeito que se relaciona ao novo conceito a ser aprendido durante o processo de Aprendizagem Significativa.

#### Segundo Ausubel (2003)

A essência do processo de aprendizagem significativa, tal como já se verificou, consiste no facto de que novas ideias expressas de forma simbólica (a tarefa de aprendizagem) se relaciona àquilo que o aprendiz já sabe (a estrutura cognitiva deste numa determinada área de conhecimento), de forma não arbitrária e não literal, e que o produto desta interação activa e integradora é o surgimento de um novo significado, que reflecte a natureza substantiva e denotativa deste produto interactivo. Ou seja, o material de instrução relaciona-se quer a algum aspecto ou conteúdo existente especificamente relevante da estrutura cognitiva do aprendiz, i.e., a uma imagem, um símbolo já significativo, um conceito ou uma proposição, quer a algumas ideias anteriores, de carácter menos específico, mas geralmente relevantes, existentes na estrutura de conhecimentos do mesmo (AUSUBEL, 2003,p. 71-72).

A assimilação desses novos conceitos na mente do indivíduo ocorre pelo processo de ancoragem a estrutura cognitiva. Compreende-se como estrutura cognitiva a organização

---

<sup>1</sup> A palavra “subsunçor” não existe em português; trata-se de uma tentativa de aporuguesar a palavra inglesa “*subsumer*”. Seria mais ou menos equivalente a inseridor, facilitador ou subordinador (MOREIRA, 2015).

dos conhecimentos adquiridos ao longo de experiências de aprendizagens anteriores e armazenados na mente do aprendiz, sendo ela formada por um conjunto de variáveis que

[...] se referem a propriedades significativas substanciais e organizacionais do conhecimento total do aprendiz num dado campo de conhecimentos que influenciam o seu desempenho acadêmico geral futuro na mesma área de conhecimentos (AUSUBEL; NOVAK E HANESIAN, 1980, p.141).

Logo, o conhecimento adquirido pelo aluno em aprendizagens anteriores que ocorreram ao longo de sua vida constitui o ponto de partida para a aquisição de novos conceitos. Ou seja, aprender significativamente é ampliar a compreensão de conceitos mais gerais que estão presentes na estrutura cognitiva do aluno, reorganizando-os de modo a relacionar e acessar facilmente novos conteúdos.

Para Ausubel, o conhecimento é muito organizado, sendo que elementos mais específicos do conhecimento se conectam de maneira hierárquica aos conceitos mais gerais. A estrutura cognitiva é dinâmica, podendo ser bastante influenciadas pelos processos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora. A diferenciação progressiva ocorre quando a produção de novos significados para um conceito mais geral na estrutura cognitiva leva a diferentes ancoragens de novos conceitos. Na reconciliação integradora, são eliminadas as diferenças aparentes, resolvendo inconsistências e integrando novos significados a estrutura cognitiva. Vale ressaltar que os dois processos anteriormente descritos ocorrem de maneira simultânea na mente do estudante.

Com relação aos processos de reconciliação integrativa e diferenciação progressiva, Moreira compreende que

[...] são dois processos relacionados que ocorrem no curso da aprendizagem significativa. Toda aprendizagem que resultar em uma reconciliação integradora resultará em diferenciação progressiva adicional de conceitos e proposições. A reconciliação integradora é uma forma de diferenciação progressiva da estrutura cognitiva. É um processo cujo resultado é o explícito delineamento de diferenças e similaridades entre ideias relacionadas (MOREIRA, 2006, p.37).

Logo, pode-se inferir que um processo depende do outro, uma vez que na diferenciação progressiva novos subsunçores são produzidos a partir de um conceito prévio mais geral no processo de assimilação. Que aparentemente formaria um conjunto de vários outros subsunçores e que são integrados no processo de reconciliação integrativa, podendo originar dois ou mais conceitos gerais na estrutura cognitiva do estudante, o que evidencia uma nova diferenciação progressiva de conceitos mais gerais.

Ausubel também apresenta a definição de aprendizagem mecânica, como sendo o processo que ocorre sem a assimilação de novos conceitos, o conteúdo de informação desta aprendizagem é armazenado na memória de curta duração do aluno, de forma arbitrária e com pouca ou nenhuma interação com a estrutura cognitiva do estudante. (Moreira, 2010; Moreira, 2015).

A razão mais importante para a superioridade da aprendizagem significativa sobre a pura memorização reside, como é óbvio, no facto de, na aprendizagem significativa, a tarefa como um todo ser potencialmente significativa e, por conseguinte, poder relacionar-se de forma não-arbitrária e não-literal à estrutura cognitiva (Ausubel, 2003, p.144).

Vale ressaltar que no processo de aprendizagem as duas formas podem ocorrer, cabendo ao professor o uso de estratégias que favorecem da aprendizagem significativa de modo que o ensino seja potencialmente significativo para os alunos.

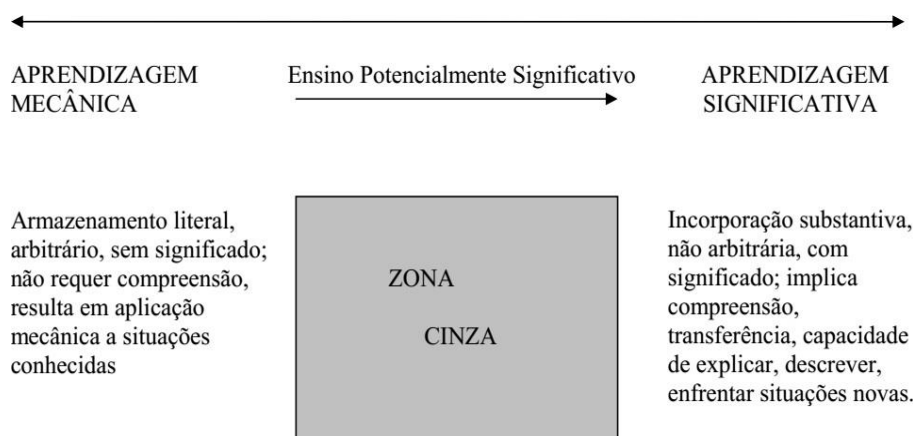
Caso o aluno não possua os subsunçores necessários para a ancoragem de novos conhecimentos pode-se recorrer ao uso de organizadores prévios, que podem ser materiais introdutórios como: vídeos relacionados, um exemplo de aplicação cotidiana do conceito a ser ensinado, um texto que apresentada temática relacionada ao que se pretende ensinar, entre outros recursos semelhantes.

O uso de Organizadores Prévios é uma estratégia proposta por Ausubel para, deliberadamente, manipular a estrutura cognitiva a fim de facilitar a aprendizagem significativa. Organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do próprio material a ser aprendido (MOREIRA, 2016, p.21).

Esses recursos desempenham o papel de “pontes cognitivas” que inicialmente provocam o contato com novos conceitos por aprendizagem mecânica, mas que ao longo da interação com materiais potencialmente significativos podem vir a serem absorvidos por aprendizagem significativa.

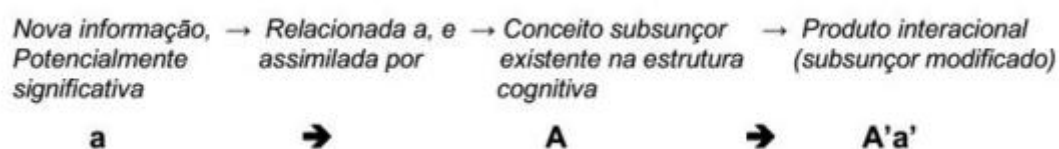
Ausubel também apresenta a definição de aprendizagem mecânica, como sendo o processo que ocorre sem a assimilação de novos conceitos, o conteúdo de informação desta aprendizagem é armazenado na memória de curta duração do aluno, de forma arbitrária e com pouca ou nenhuma interação com a estrutura cognitiva do estudante. (Moreira, 2010; Moreira, 2015). A Figura 1 apresenta um esquema que ilustra este processo. A passagem da aprendizagem mecânica para aprendizagem significativa pode ocorrer, porém esse processo não ocorre de forma automática, ele precisa transpor a zona cinza, sendo que esta tarefa só é possível através da exposição do aluno a um ensino potencialmente significativo (MOREIRA, 2010).

Vale ressaltar também que no processo de aprendizagem as duas formas podem ocorrer, cabendo ao professor o uso de estratégias que favorecem da aprendizagem significativa de modo que o ensino seja potencialmente significativo para os alunos.



**Figura 1** - Esquema dos tipos de aprendizagem mecânica e significativa (MOREIRA, 2016, p.12).

Ainda sobre o processo de aprendizagem, Ausubel propõe um esquema de assimilação, conforme esquematizado na Figura 2, que evidencia como ocorre a ancoragem de novos conceitos a estrutura cognitiva do aluno.



**Figura 2** - Representação do processo de Assimilação. Moreira (2011<sup>a</sup>, p.166).

É possível notar que o novo conhecimento formado na interação tem características tanto do conhecimento prévio do aluno quanto do novo conhecimento incorporado, formando um subsunçor modificado. O que sugere que cada indivíduo assimila novos conceitos de uma forma única e muito dependente do que ele já conhecia sobre o conceito novo a ser aprendido.

## 2.2 CONDIÇÕES PARA OCORRÊNCIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Ausubel apresenta três condições necessárias para a ocorrência de aprendizagem significativa: 1- o conhecimento prévio do aluno deve ser considerado; 2- o material deve ser

potencialmente significativo; 3 - o aluno deve estar pré-disposto a aprender. Entende-se como material potencialmente significativo aquele que favorece a assimilação dos conceitos novos que se pretende ensinar, facilitando a conexão de forma não arbitrária e não literal com os conhecimentos prévios que o aluno possui em sua estrutura cognitiva. Em sua obra, Ausubel define que

[...] a aprendizagem por recepção significativa envolve, principalmente, a aquisição de novos significados a partir de material de aprendizagem apresentado. Exige quer um mecanismo de aprendizagem significativa, quer a apresentação de material potencialmente significativo para o aprendiz. Por sua vez, a última condição pressupõe (1) que o próprio material de aprendizagem possa estar relacionado de forma não arbitrária (plausível, sensível e não aleatória) e não literal com qualquer estrutura cognitiva apropriada e relevante (i.e., que possui significado 'lógico') e (2) que a estrutura cognitiva particular do aprendiz contenha ideias ancoradas relevantes, com as quais se possa relacionar o novo material. A interação entre novos significados potenciais e ideias relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz dá origem a significados verdadeiros ou psicológicos. Devido à estrutura cognitiva de cada aprendiz ser única, todos os novos significados adquiridos são, também eles, obrigatoriamente únicos (AUSUBEL, 2003, p.1).

Portanto, o material utilizado no ensino de novos conceitos deve levar em consideração as concepções prévias dos estudantes favorecendo a interação com a estrutura cognitiva do aluno.

A condição de que o material seja potencialmente significativo envolve dois fatores principais, ou duas condições subjacentes, quais sejam, a natureza do material, em si, e a natureza da estrutura cognitiva do aprendiz. Quanto à natureza do material, ele deve ser "logicamente significativo" ou ter "significado lógico", i.e., ser suficientemente não arbitrário e não-aleatório, de modo que possa ser relacionado, de forma substantiva e não-arbitrária, a ideias, correspondentemente relevantes, que se situem dentro do domínio da capacidade humana de aprender. No que se refere à natureza da estrutura cognitiva do aprendiz, nela devem estar disponíveis os conceitos subsunçores específicos, com os quais o novo material é relacionável. (MOREIRA, 2016, p.11).

O que denota também a necessidade deste material contribuir para o envolvimento do aluno no processo de aprendizagem, pois a presença do conhecimento prévio no conteúdo que compõem este material, confere maior sentido lógico para quem com ele interage.

Percebe-se que a condição do material ser potencialmente significativo leva necessariamente ao cumprimento das outros dois pilares do processo de Aprendizagem Significativa.

### 2.3 AÇÕES PRÁTICAS PARA APLICAÇÃO DOS PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

Neste tópico será descrito um conjunto de ações práticas que podem ser implementadas na prática de sala de aula com objetivo de favorecer a ocorrência de aprendizagem dos alunos.



### 2.3.1 Identificar o Conhecimento Prévio do Aluno

Para possibilitar a aplicação prática dessa ação proposta na TAS no contexto da sala de aula, foi considerado neste estudo as orientações do *Ensino Sob Medida* (ARAUJO & MAZUR, 2013). De modo que o professor possa incluir em suas aulas ações que busquem o conhecimento prévio de seus estudantes.

O Ensino sob Medida (EsM) apresenta 3 etapas distintas para busca do conhecimento prévio dos alunos que consistem em: 1- propor tarefas de leitura prévia sobre os assuntos abordados na aula seguinte; 2- Discutir em sala conceitos relacionados as tarefas de leitura; 3- propor atividades em grupo envolvendo os conceitos trabalhados nas tarefas de leitura e na discussão em aula.

- I. A primeira etapa consiste na proposição de tarefas de leitura. O professor pode fornecer um material de apoio para a leitura complementar (pode ser um capítulo do livro-texto, ou texto relacionado) e logo após propor questões conceituais sobre esta leitura. Segundo Araújo e Mazur (2013), pode-se utilizar um meio eletrônico para que os alunos respondam a estas questões, utilizando e-mail ou moodle, ou ainda se for mais adequado a condição dos alunos, pode-se solicitar o uso de folhas de respostas avulsa. A manifestação das respostas dos alunos deve ocorrer com antecedência a aula em que os conceitos serão apresentados, de modo que o professor consiga preparar sua aula a partir das respostas fornecidas e das principais dificuldades encontradas. Segundo Araújo e Mazur (2013) é interessante que estas tarefas de leitura sejam contextualizadas aos interesses dos alunos, sendo que a avaliação desta tarefa deve ser pela dedicação do aluno em fazer a atividade e não pelo êxito nas respostas apresentadas em relação ao conhecimento científico aplicado.
- II. A segunda etapa consiste em propor as discussões em sala de aula sobre as tarefas de leitura, abordando os tópicos de maior dificuldade indica pelos alunos na leitura anterior a aula. O professor deve propor atividades que possibilite aos alunos superar as dificuldades apontadas. Em sala de aula, o professor reapresenta as questões propostas na tarefa de leitura e transcreve algumas respostas dos alunos, tendo o cuidado de não evidenciar o autor para não o constranger. A escolha das respostas apresentadas deve ser de modo a provocar discussões entre os alunos, confrontando o senso comum com o conhecimento científico aplicado quando for possível,

mostrando o motivo pelo qual a argumentação pelo senso comum não é suficiente no contexto da matéria que se pretende ensinar.

- III.** Na terceira etapa deve-se realizar tarefas em grupo envolvendo os conceitos trabalhados nas etapas I e II. O professor pode propor a realização de atividades em grupo envolvendo os conceitos trabalhados nas tarefas de leitura e nos debates em sala de aula. O professor deve propor atividades que promovam o envolvimento voluntário dos alunos, tomando cuidado para que ocorra sempre uma mudança nas atividades que os alunos realizam, evitando que fiquem monótonas. As apresentações orais devem ser curtas (aproximadamente 10 minutos), intercaladas com atividades individuais e/ou colaborativas, renovando assim a atenção do aluno.

Após as ações descritas nas três etapas de busca pelo conhecimento prévio dos alunos, o professor deve propor novos exercícios relacionados aos conteúdos trabalhados em sala de aula. Esses exercícios devem provocar a reflexão nos estudantes, desafiando-os na busca pela solução dos problemas apresentados nas questões. O professor pode avaliar o aluno baseando-se na capacidade de solucionar novas situações propostas com o uso do conhecimento adquirido em sala de aula.

### 2.3.2 A Pré-Disposição a Aprender

Segundo Ausubel (2003), uma das condições para a ocorrência de aprendizagem consiste no aprendiz manifestar predisposição para aprender. No entanto, Ausubel não propõe atividades ou estratégias para despertar essa intencionalidade no aluno. Assim, buscou-se sugestões de como motivar o aluno no contexto da sala de aula no trabalho de Bzuneck e colaboradores (2010), que apresenta quatro sugestões práticas para a motivação do aluno em sala de aula, sendo elas: mostrar a utilidade dos conteúdos, propor desafios, usar diferentes recursos e dar o feedback adequado. Os autores destacam ainda que para motivar seus alunos

[...] um importante fator de convencimento do valor ou importância de uma disciplina por parte dos alunos consiste em o próprio professor mostrar que acredita nessa importância e assim atuar como modelo para seus alunos. Tal valorização transparece em comportamentos como de dedicação, trabalho sério na preparação de aulas e avaliações, pontualidade e, acima de tudo, evidencia-se no entusiasmo e vitalidade com que trata os assuntos relacionados à sua disciplina (BERGIN, 1999; PATRICK; HISLEY & KEMPLER, 2000). A suposição é de que haverá um contágio afetivo, que facilitaria inclusive a emergência de motivação intrínseca entre os alunos (BZUNECK, et. al., 2010, p.19).

Portanto, o primeiro a estar motivado deve ser o professor, pois espera-se que os alunos sejam influenciados por esta postura.

### 2.3.2.1 Mostrar a Utilidade do Conteúdo Estudado

Bzuneck (2010) apresenta uma poderosa fonte de motivação que consiste em o aluno ver significado, utilidade ou importância das atividades prescritas. Portanto deve-se inserir ações que mostrem a utilidade dos conteúdos que serão apresentados, caso uma tarefa ou conteúdo seja entendido como não necessário, estas têm o poder de despertar tédio ou indiferença ao invés de motivar o estudante. Por tanto é fundamental que as tarefas tenham significado ou relevância para o aluno.

### 2.3.2.2 Uso de Diferentes Recursos

Na perspectiva de Bzuneck (2010) o termo “*Embelezamento*” é entendido como estratégia de ensino que contribui para o engajamento dos alunos. Na sala de aula o uso de experimentos, laboratórios virtuais, metodologias ativas de ensino, recursos tecnológicos envolvendo computadores, smartphones podem ser entendidos como embelezamentos. Segundo Bzuneck (2010) Embelezamentos são estratégias de ensino que contribuem para se conseguir melhor envolvimento dos alunos nas atividades de aprendizagem. Embelezamentos são indicados para provocar o interesse pelas atividades de aprendizagem e, adicionalmente, para quebrar a mesmice, para suavizar o caráter de obrigatoriedade das tarefas, para combater o tédio e a para corrigir aridez de certos assuntos.

O uso de diferentes recursos é corroborado por diversos outros autores. Na visão de Moreira (2011), o professor deve utilizar de diferentes materiais instrucionais, que podem ser experimentos, vídeos, simulações, aplicativos. Essa recomendação também aparece no *Ensino sob Medida* apresentado anteriormente. Segundo Gaspar (2014), todo conteúdo de ciências humanas, exatas ou biológicas pode ser ensinado e aprendido por meio das mais variadas estratégias pedagógicas, desde que elas possibilitem o desencadeamento de interações sociais das quais participe o professor ou, eventualmente, outro parceiro mais capaz que domine cognitivamente o conteúdo que é o objeto de ensino dessa interação.

Portanto, o professor deve inserir em suas aulas recursos diversos, em momentos distintos e com objetivos bem definidos para cada estratégia adotada. Estes objetivos podem ser: 1- demonstração prática do fenômeno estudado; 2- demonstrar a utilidade do conteúdo a ser

estudado; 3- auxiliar na explicação de conteúdos em sala de aula. Recomenda-se que nos experimentos práticos, o professor deixe que o aluno manipule o experimento durante a realização da prática experimental, ou no caso de simuladores computacionais, deixe o aluno interagir com o simulador antes que o experimento seja realizado, de modo que ele possa compreender como manipular o simulador.

Como apoio a explicação de conceitos em sala de aula, o uso de diferentes recursos favorece o desenvolvimento de habilidades e competências do método científico, como a observação criteriosa do fenômeno, formulação de hipóteses, montagem correta de aparato experimental, adoção de procedimentos experimentais coerentes, realização de medidas adequadas, análise de dados, obtenção de resultados e apresentação dos dados.

### 2.3.2.3 Propor Desafios

Ainda na perspectiva de motivar o aluno, o professor pode propor desafios, desde que seja observado o grau de complexidade da tarefa proposta de acordo com as características do público alvo. Tarefas muito fáceis ou muito difíceis podem produzir o efeito contrário ao esperado, desmotivando os alunos.

Bzuneck (2010) afirma que além de demonstrar a utilidade do que se deseja ensinar o professor deve utilizar atividades estimulantes, com características de desafios para combater o tédio e apatia dos alunos. Essas tarefas desafiadoras devem ter um grau de dificuldade intermediário de dificuldade, pois tarefas muito fáceis não são estimulantes para alunos podendo levar ao tédio, por outro lado, tarefas muito difíceis podem causar ansiedade, fracasso, frustração, irritação e sentimento de inferioridade. Os desafios devem ter um grau de complexidade compatível com o perfil do estudante levando em consideração seu grau de maturidade e as experiências de aprendizagem que ele possui.

Considerando o contexto da sala de aula, atividades como resolução de questões, construção de experimentos pelos alunos ou dinâmicas em sala de aula são exemplos de atividades desafiadoras.

### 2.3.2.4 Fornecer o Feedback Adequado

Considerando o processo de motivação do aluno, que leva a pré-disposição a aprender, pode-se afirmar que o *feedback* dado pelo professor tem impacto direto no processo de aprendizagem e na motivação dos seus aprendizes (ibid.). Portanto, o professor deve ter

cuidado ao dar *feedback* para que sua ação não prejudique o processo de aprendizagem dos alunos. Segundo Bzuneck (2010), o *feedback* positivo é uma reação de confirmação do êxito do aluno no cumprimento da tarefa proposta. O professor pode utilizar elogios direcionados reconhecimento do esforço e comportamento dos alunos. Não se deve atribuir estes elogios a capacidade ou inteligência do aluno.

Por outro lado, quando o aluno apresenta um conceito errado ou se expressa de forma equivocado sobre os conteúdos em estudo, o professor deve se manifestar, esclarecendo os equívocos cometidos, de modo a evitar a absorção de informações erradas, tidas como verdadeiras para os alunos. No entanto, deve-se ter cuidado com a evidenciação dos erros cometidos pelos alunos, isto porque eles podem se frustrar e ficarem desestimulados, ao ponto de desistirem de aprender. Logo, o professor deve ter cuidado ao dar um *feedback* negativo ou também chamado de corretivo, de modo que o aluno não associe esta falha com falta de capacidade ou de esforço. Para evitar tal situação, o professor deve estender a busca das causas dos erros, acrescentando informações, correções de conhecimentos equivocados e sugerindo novas estratégias de estudo.

### 2.3.3 Consolidar o Conteúdo de Ensino

Moreira (2012) afirma que para facilitar a ocorrência de aprendizagem significativa, a apresentação de novos conceitos a serem assimilados pelos aprendizes deve ocorrer primeiro de conceitos mais gerais, chegando a conceitos mais específicos. Isto porque, os alunos organizam seus subsunçores hierarquicamente, logo se a matéria de ensino for apresentada em tópicos sequenciados em termos de suas dependências naturais, ou seja, de modo que certos tópicos dependam naturalmente daqueles que o antecedem, aumenta-se a chance de ocorrência de aprendizagem significativa.

Pelas contribuições de Moreira (2012) é possível associar a consolidação com o domínio de conhecimentos prévios, sendo uma consequência imediata do fato de ser o conhecimento prévio a variável que mais influencia a aquisição de novos conhecimentos, por tanto, do processo de aprendizagem significativa. “O fato de Ausubel chamar atenção para a consolidação é coerente com sua premissa básica de que o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é o que o aprendiz já sabe (MOREIRA, 2016, p.7)”.

Considerando a abordagem sequencial do ensino, como cada etapa de ensino constitui um pré-requisito para o avanço no processo e na incorporação de novos conceitos na etapa

seguinte, a consolidação sempre deve ser considerada na organização do ensino. Ausubel (citado por MOREIRA, 2015) afirma que as tarefas que promovam a consolidação do conteúdo de estudo, asseguram contínua prontidão na matéria de ensino e contribuem para o sucesso da aprendizagem sequencial e organizada, pois um conteúdo bem consolidado na etapa anterior se torna um subsunçor que poderá ancorar novos conceitos na etapa seguinte. A consolidação de conceitos pode ser provocada pela proposição de diversas formas de atividades em sala de aula, tais como a resolução de exercícios, resoluções de situações-problema, entre outras.

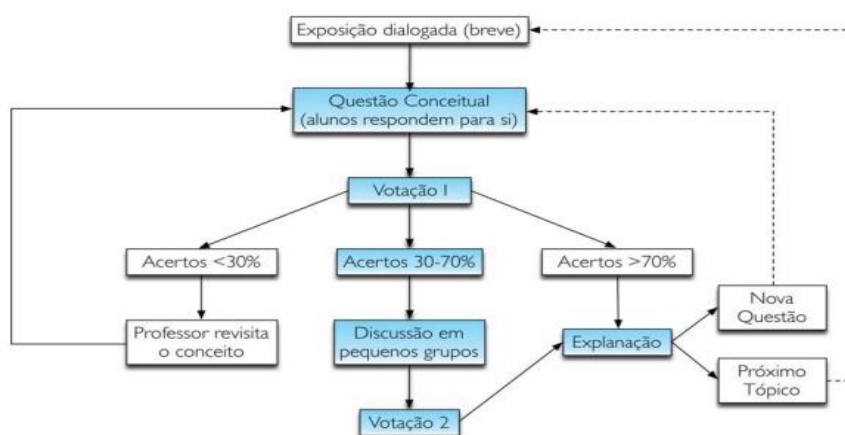
Dentre os recursos adotados no Plano Complementar desenvolvido pode-se destacar o uso do método de Instrução pelos Colegas (Araújo & Mazur, 2013) com a finalidade de promover a consolidação de conteúdo. A escolha deste método ocorreu devido a ele apresentar orientações claras e úteis que conduzem ao professor ao cumprimento eficiente deste propósito e por esta ser uma metodologia ativa de ensino que promove a interação entre os colegas de classe, o que favorece a ocorrência de negociação de significados entre os alunos. Considerando as várias inovações das ferramentas de ensino, dado o avanço tecnológico que vivenciamos no século XXI, torna-se necessário a ruptura com o modelo clássico de ensino que atribui uma postura passiva para o aluno que participa do processo de aprendizagem. As metodologias ativas de ensino surgem com objetivo de trazer o aluno para o centro do processo de aprendizagem, conferindo-lhe papel ativo na aquisição de novas informações.

Uma das alternativas ao ensino tradicional está na adoção de metodologias construtivistas, as quais apresentam um contraponto àquele, visto que teorias construtivistas pregam que o ser humano organiza e constrói seu conhecimento a partir de interações tanto com outros seres humanos, quanto com o meio em que está inserido (Braz, 2014, p.21).

O método de Instrução pelos colegas pode ser entendido, em uma primeira abordagem, como metodologia ativa de ensino, isto porque durante sua aplicação, com a formação de grupos na sala de aula, os estudantes assumem papel ativo em sua aprendizagem, pois ocorrem discussões, questionamentos, diálogos e negociação de significados. Sendo o conhecimento compartilhado entre os membros da classe, o que difere da postura passiva dos alunos no processo tradicional de ensino, baseado em exposições orais por parte do professor (ARAÚJO & MAZUR, 2013).

Para a aplicação do método de Instrução pelos Colegas deve ser fornecido aos alunos materiais instrucionais prévios que apresentem conceitos fundamentais que serão explorados no método por meio da proposição de questões conceituais relacionadas aos

materiais instrucionais fornecidos no começo do processo de ensino. O principal objetivo deste método é promover a aprendizagem de conceitos principais, através da interação entre os estudantes (ibid.). As questões conceituais devem ser objetivas sendo apresentadas aos alunos de duas formas: no primeiro contato com as questões, o aluno responde individualmente e no segundo contato, eles têm a oportunidade de discutir em grupo a resposta para cada questão. A Figura 3 apresenta um diagrama de como aplicar o método, mediante ao desempenho dos estudantes.



**Figura 3** - Diagrama do processo de implementação do método de Instrução pelo Colega. RAUJO & MAZUR, 2013.

De acordo com o método, inicialmente deve ser apresentada uma exposição dialogada sobre o conteúdo que contempla as questões utilizadas no teste, o tempo gasto nesta apresentação não deve exceder a 20 minutos. Após esta exposição, deve ser apresentada uma questão de múltipla escolha que o aluno deve responder individualmente, tendo um tempo de reflexão de 2 minutos, aproximadamente, após o termino do prazo de reflexão, o aluno deve indicar uma resposta a questão apresentada, o aluno pode utilizar flashcards (cartões de resposta), clickers, aplicativos de smartfone, *tablets*, *notebooks* ou mesmo os dedos da mão (pouco aconselhado, mas em casos extremos pode funcionar).

Concluída a votação, o professor deve verificar o desempenho dos estudantes na questão proposta, o que definirá qual a próxima ação a ser executada, conforme as condições apresentadas a seguir:

- I. Se o número de alunos que acertaram a questão for inferior a 30% dos votantes, é necessária uma nova exposição do conteúdo com posterior reapresentação de outra questão conceitual, reiniciando o processo;
- II. Se o número de alunos que acertaram a questão for superior a 70% dos votantes, o professor deve explicar sobre a questão apresentada e posteriormente, apresentar uma nova questão que aborde o mesmo conceito, caso seja mantido o percentual de acerto maior que 70%, o professor deve prosseguir para o próximo tópico.
- III. Se o número de alunos que acertaram for superior a 30% e inferior a 70% dos votantes, o professor deve solicitar a formação de pequenos grupos (até 5 alunos), preferencialmente que tenham escolhidos respostas distintas, pedindo que eles discutam entre si para chegarem a uma resposta consensual, mediante as justificativas apresentadas para suas respostas individuais e socialmente aceita no grupo após o debate que dever durar no máximo 5 minutos. Posterior à esta discussão, o professor reapresenta a questão para votação. Caso o resultado não seja satisfatório, o professor pode apresentar uma nova questão sobre o mesmo tópico ou passar para o próximo tópico, caso o resultado seja satisfatório. Reiniciado o processo.

As caixas pintadas em azul na Figura 3 indicam o trecho do método em que ocorre a negociação de significados, sendo a essência deste método que promove a consolidação de conceitos.

#### 2.3.4 Avaliar com Caráter Formativo e Recursivo

Segundo Moreira (2012), o processo de avaliação também constitui um momento de aprendizagem para os alunos, logo para que a aprendizagem significativa de conceitos ocorra, além de ações como: mapear o conhecimento prévio do aluno, propor situações contextualizadas, propor desafios, aplicar tarefas de consolidação de conceitos com uso de metodologias ativas de ensino e organização sequencial do ensino. Deve-se usar novas maneiras de avaliar, rompendo com o formato behaviorista tradicionalmente aplicado nas escolas, que favorece a ocorrência de aprendizagem mecânica.

Na perspectiva de Ausubel proposta na TAS, deve-se buscar evidências da assimilação dos novos conceitos aprendidos pelos alunos por meio da exposição do aprendiz a uma nova situação, que exija o uso destes novos conceitos aprendidos. O enfoque dado no processo de



avaliação deve ser outro, buscando avaliar a compreensão, a captação de significados, a capacidade de transferência do conhecimento a situações não-conhecidas, não rotineiras.

Para identificar as evidências de aprendizagem significativa, deve-se conferir aos instrumentos de avaliação o caráter formativo e recursivo, para que os alunos tenham a oportunidade de externalizar os significados que ele compreendeu nos novos conceitos assimilados.

Portanto, a avaliação da aprendizagem significativa deve ser predominantemente formativa e recursiva. É necessário buscar evidências de aprendizagem significativa, ao invés de querer determinar se ocorreu ou não. É importante a recursividade, ou seja, permitir que o aprendiz refaça, mais uma vez se for o caso, as tarefas de aprendizagem (MOREIRA, 2011a, p.52).

Na prática de sala de aula, pode-se inferir que o caráter formativo, segundo Luckesi (2004), consiste em dar suporte a construção de melhores resultados no contexto em que a ferramenta de avaliação está inserida. Pode-se entender os resultados do processo avaliativo como um feedback para o professor e para o aluno sobre os conceitos não assimilados e que precisam de reapresentação no processo de ensino. O caráter recursivo consiste em oferecer aos alunos novas oportunidades de demonstrar o domínio de conceitos, permitindo que o aprendiz refaça, pelo menos mais uma vez, se for o caso, as tarefas de aprendizagem (MOREIRA, 2012).

## 2.4 CONCEITOS FÍSICOS APLICADOS

Este tópico dedica-se a apresentar o embasamento teórico sobre os conceitos de tensão, corrente, potência e energia em equipamentos elétricos, e sua respectiva modelagem matemática, em nível de Graduação. Procura-se relacionar estes conceitos físicos com a abordagem do ensino desenvolvida neste estudo, aplicando-os no contexto da unidade curricular de Eficiência Energética do curso técnico em Eletrotécnica. Logo, optou-se pela escolha de obras da literatura técnica aplicada a engenharia como referência do texto.

### 2.4.1 Corrente e Tensão Elétrica

Para que ocorra transporte de energia elétrica em um meio condutor, é necessário a presença de três elementos básicos que compõem um circuito elétrico: fonte, meio condutor e um equipamento.

Em aplicações da área técnica de Eficiência Energética, os fenômenos que envolvem a circulação de corrente elétrica ocorrem tipicamente em condutores sólidos formados de

cobre, prata, liga de alumínio, aço e diversas combinações destes materiais, dependendo das características elétricas e mecânicas desejáveis ao projeto do condutor a ser utilizado. Nestes meios condutores, as partículas transportadoras de cargas são denominadas de elétrons livres, que segundo o modelo atômico de Bohr, ocupam a camada de valência dos átomos do condutor sólido. Ao receber energia de uma fonte de tensão elétrica, estes elétrons entram em movimento ordenado na estrutura cristalina do condutor devido ao campo elétrico estabelecido pela diferença de potencial imposta pela fonte. Este movimento de partículas portadoras de carga origina a corrente elétrica que circula em um caminho fechado entre os componentes do circuito elétrico. O equipamento recebe a energia transportada da fonte pelos elétrons livres e a transforma em trabalho útil, dependendo da aplicação e do tipo de equipamento utilizado.

Segundo o livro “Circuitos Elétricos” (NILSSON e RIEDEL 2009, p.9), que discute aplicações à Engenharia, define-se como diferença de potencial elétrico a taxa de energia transferida por unidade de carga elétrica, em volts (v) e a corrente elétrica é dada pela taxa de transferência de carga por unidade de tempo como corrente elétrica (i) em ampères (A). Conforme o apresentado nas Equações 1 e 2.

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (1)$$

$$v = \frac{dw}{dt} \quad (2)$$

Onde

$i$  = a corrente em ampere [A],

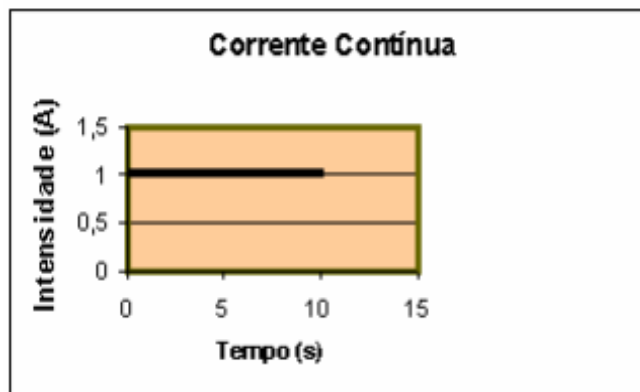
$v$  = diferença de potencial elétrico em volts [V],

$q$  = a carga elétrica em coulomb [C],

$w$  = a energia em joules [J].

#### 2.4.1.1 Corrente contínua no tempo.

Este tipo de corrente elétrica é constituído por um movimento constante e uniforme de partículas portadoras de carga, sempre com mesma direção e sentido. A Figura 4 apresenta a evolução temporal de uma corrente contínua de 1 A (ampere).



**Figura 4** - Gráfico de tensão e corrente contínua. (MORAES, M. B. S. A. & RIBEIRO-TEIXEIRA, R. M, 2006, p.16).

As fontes de tensão aplicadas a estes circuitos têm polaridade definida, do qual segundo o sentido convencional da corrente elétrica, as partículas portadoras de cargas se movimentam do polo positivo em direção ao negativo. A representação das intensidades de tensão e corrente nestes circuitos pode ser feita por um número real, visto que estes valores são constantes no tempo. Em oposição a convenção adotada pelo sentido convencional, o sentido real considera que os elétrons são partículas com carga negativa, portanto quando submetidas ao campo elétrico estabelecido pela diferença de potencial da fonte de energia elétrica são repelidos pelo polo negativo caminhando em direção ao polo positivo que os atrai. São exemplos de dispositivos de corrente contínua as pilhas, baterias, circuitos eletrônicos e alguns motores elétricos.

#### 2.4.1.2 Corrente variável e alternada no tempo.

Nos circuitos de corrente alternada, diferente dos circuitos de corrente contínua, a intensidade e o sentido de movimentação das cargas elétricas muda ao longo do tempo. As variações de módulo e de sentido nestes circuitos ocorrem de forma periódica, assim como ocorre no gráfico das funções trigonométricas seno e cosseno. As grandezas de tensão e corrente são representadas por funções senoidais da variável  $t$  (tempo em segundos), conforme apresentado no livro de Circuitos Elétricos (NILSSON; RIEDEL, 2009, p.231), conforme as Equações 3 e 4.

$$v(t) = V_m \cos \omega t \quad (3)$$

$$i(t) = I_m \cos(\omega t \pm \phi) \quad (4)$$

Onde

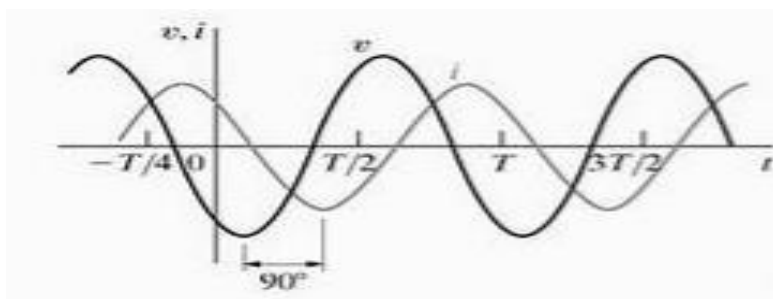
$V_m$  = valor máximo de tensão em volts [V],

$I_m$  = valores máximos de tensão e corrente em ampere [A],

$\omega$  = frequência angular em radianos por segundo [rad./s],

$\phi$  = defasagem entre tensão e corrente em radianos [rad.].

A Figura 5 apresenta o gráfico de tensão e corrente cossenoidais com defasagem de  $90^\circ$  de atraso na corrente. Nestes circuitos, a cada instante de tempo, as grandezas tensão e corrente assumem valores distintos, o que torna um pouco mais trabalhosa a obtenção da potência e a energia associada a estas variáveis.



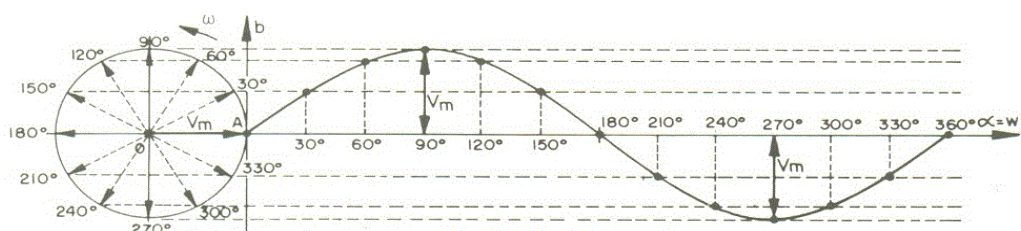
**Figura 5** - Gráfico de tensão e corrente alternada (NILSSON; RIEDEL, 2009, p.238).

O comportamento variável destas grandezas senoidais no tempo impede a utilização de números reais em sua representação e o uso de funções trigonométricas dificulta a interpretação do comportamento destes circuitos na prática, contudo pode-se utilizar uma transformada fasorial que utiliza a relação de Euler, apresentada na Equação 5.

$$e^{\pm j\omega t} = \cos\omega t \pm j \sin \omega t \quad (5)$$

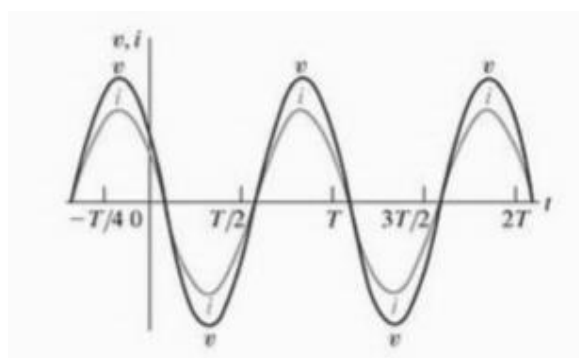
Um Fasor pode ser apresentado por um número complexo que contém as informações de amplitude e ângulo de defasagem de uma grandeza senoidal, equivalentes ao módulo e ângulo respectivamente, deste número representado na forma polar. A aplicação desta relação nas funções senoidais permite fazer uma representação única para o conjunto de valores assumidos pela grandeza alternada. A obtenção dos valores instantâneos de tensão e corrente é feita pelo movimento circular deste Fasor em sentido anti-horário, de modo que a cada instante de tempo, o Fasor ocupa uma posição em sua trajetória circular, cuja projeção em relação ao eixo vertical corresponde a um valor instantâneo da grandeza alternada. A

Figura 6 apresenta essa relação, cada ponto marcado no gráfico é obtido pela multiplicação do módulo do Fasor e o seno do ângulo formado com a referência indicada no ponto A.



**Figura 6** – Representação fasorial de uma senóide. (NILSSON; RIEDEL, 2009, p.235)

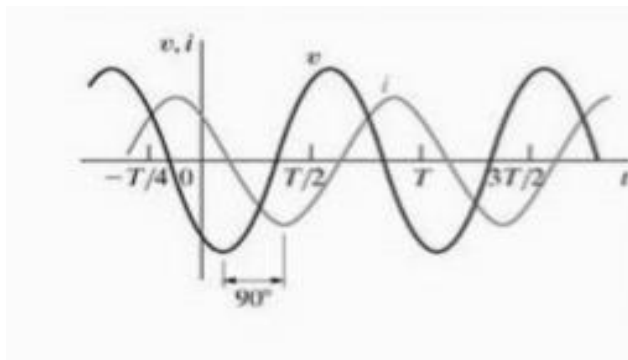
Nos circuitos de corrente alternada, dependendo da natureza da carga alimentada por uma fonte de tensão senoidal, a corrente solicitada pela carga pode sofrer defasagem, sendo este um atraso angular, quando a carga tiver característica indutiva e um avanço, quando a carga tiver característica capacitiva. A magnitude desta defasagem depende da relação entre os efeitos resistivo, indutivo e capacitivo para cada tipo de carga. Em circuito ideal puramente resistivo, por exemplo, a tensão e a corrente estão em fase, o que significa que estas grandezas iniciam com valor nulo, atingem amplitude máxima e mínima ao mesmo tempo, conforme a Figura 7.



**Figura 7** - Tensão e corrente senoidais em uma carga resistiva (NILSSON; RIEDEL, 2009, p.237).

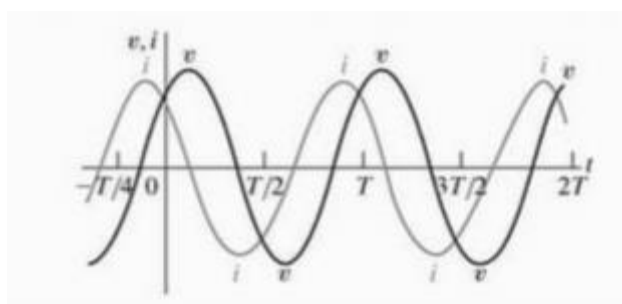
Nos circuitos puramente indutivos, a corrente sofre atraso de  $90^\circ$  em relação a tensão devido ao efeito de carregamento do indutor, que armazena energia reativa no circuito magnético dos equipamentos, em locais onde há a presença de bobinas e materiais ferromagnéticos que contribuem no armazenamento do campo magnético induzido no material. Na Figura 8,

nota-se que o atraso de  $90^\circ$  da corrente se traduz em um tempo de atraso para atingir os valores mínimos e máximos de amplitude, ou seja, a tensão atinge o valor mínimo no tempo  $t_i$  e a corrente atinge o mínimo em  $t_i + \text{atraso}$ .



**Figura 8** - Tensão e corrente senoidais em uma carga indutiva (NILSSON; RIEDEL, 2009, p.238).

Nos circuitos puramente capacitivos, a corrente sofre um avanço de  $90^\circ$  em relação a tensão, devido ao efeito capacitivo que fornece energia reativa a carga. Energia esta que advém do carregamento do capacitor com a diferença de potencial imposta pela fonte. Na Figura 9, nota-se que o avanço de  $90^\circ$  da corrente se traduz em um tempo de avanço para atingir os valores mínimos e máximos de amplitude, ou seja, a corrente atinge o valor mínimo no tempo  $t_i$  e a tensão atinge o mínimo em  $t_i + \text{atraso}$ .



**Figura 9** - Tensão e corrente senoidais em uma carga capacitiva (NILSSON; RIEDEL, 2009, p.238).

Na prática, os efeitos resistivo, indutivo e capacitivo podem ocorrer nos equipamentos de corrente alternada, cujas proporções entre esses efeitos dependerá da natureza do equipamento. Um ventilador portátil por exemplo, é acionado por um motor elétrico com bobinas enroladas com fio de cobre e desenvolve torque mecânico de rotação no eixo. Sua

modelagem é feita pelos efeitos resistivo e indutivo, o que significa que a corrente alternada que aciona este equipamento será atrasada em relação a tensão, o valor desta defasagem em graus dependerá da proporção entre os dois efeitos citados.

#### 2.4.2 Potência e Energia em Circuitos Elétricos

O cálculo da potência elétrica desenvolvida em um circuito elétrico pode ser obtido pela taxa de variação da função de energia transferida nos condutores por unidade de tempo (NILSSON; RIEDEL, 2009, p.9). A Equação 6 permite a obter este valor.

$$p = \frac{dw}{dt} \quad (6)$$

Onde

$$\begin{aligned} p &= \text{a potência em watts [W]}, \\ w &= \text{a energia em joules [J]}, \\ t &= \text{o tempo em segundos [s]}. \end{aligned}$$

Contudo, a taxa de variação da energia em relação ao tempo depende da taxa de variação da energia em relação a carga elétrica que atravessa a seção transversal do condutor e a taxa de variação de carga elétrica depende do tempo (NILSSON; RIEDEL, 2009, p.9). Que resulta na Equação 7.

$$p = \frac{dw}{dt} = \frac{dw}{dq} \frac{dq}{dt} \quad (7)$$

Onde

$$q = \text{a carga elétrica em coulomb.}$$

Porém, a taxa de energia transferida por unidade de carga elétrica é conhecida por potencial elétrico ( $v$ ) e a taxa de transferência de carga por unidade de tempo como corrente elétrica ( $i$ ) (NILSSON; RIEDEL, 2009, p.9).

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (8)$$

$$v = \frac{dw}{dq} \quad (9)$$

Onde

$i$  = a corrente em ampere [A],

$v$  = diferença de potencial elétrico em volts [V].

Substituindo as Equações 8 e 9, em 7, temos

$$p = \frac{dw}{dt} = \frac{dw}{dq} \frac{dq}{dt} = v \cdot i \quad (10)$$

Ou seja, o cálculo de potência elétrica pode ser obtido multiplicando a corrente que circula no condutor pela diferença de potencial aplicada. A energia transferida pelos condutores em um circuito elétrico pode ser obtida pela manipulação da equação 7. Pois,  $dw = p \cdot dt$  e integrando dos dois lados temos:

$$p = \frac{dw}{dt} \qquad dw = p \cdot dt \qquad \int dw = \int p \cdot dt$$

Que nos leva a uma nova equação na forma integral apresentada na Equação 11.

$$w = \int P dt \quad (11)$$

Ou seja, conhecendo a função potência elétrica em função da variável  $t$ , basta integrá-la para encontrar a energia transferida.

#### 2.4.2.1 Potência e Energia em Circuitos de Corrente Contínua

Nos circuitos de corrente contínua, a tensão ( $V$ ) e a corrente ( $I$ ) são valores constantes no tempo, logo sua definição pode ser feita por números racionais, assim o cálculo de potência nestes circuitos é obtido pela adaptação da Equação 12.

$$P = V \cdot I \quad (12)$$

Como  $P$  será um número racional e constante no tempo, pode-se encontrar uma versão simplificada para o cálculo da energia transferida no circuito elétrico apresentada na Equação 13.



$$w = \int p dt = p \int dt = P \cdot t \quad (13)$$

#### 2.4.2.2 Potência e Energia em Circuitos de Corrente Alternada

Devido a reposta dos circuitos elétricos ao regime permanente senoidal que contém efeitos representados por elementos armazenadores de energia (capacitor e indutor). Como saída para as dificuldades apresentadas, pode-se utilizar os valores médios quadráticos (valores eficazes) de tensão e corrente, com auxílio das Equações 14 e 15 retiradas do capítulo 9 do livro de Circuitos Elétricos (NILSSON; RIEDEL, 2009, p.232).

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} V_m^2 \cos(\omega t)^2 dt} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \quad (14)$$

$$I_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} I_m^2 \cos(\omega t \pm \phi)^2 dt} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \quad (15)$$

Utilizando os valores médios quadráticos das Equações 14 e 15 é possível calcular três tipos distintos de potências médias no circuito de corrente alternada, desde que sejam conhecidos os valores de  $V_{rms}$ ,  $I_{rms}$  e  $\phi$  (defasagem entre tensão e corrente no circuito).

A potência ativa (P) representa a potência fornecida pela fonte alternada que é transformada em trabalho útil pelo equipamento elétrico na realização de seu trabalho. A potência reativa (Q) corresponde a potência associada nos campos magnético (efeito indutivo) e campos elétricos (efeito capacitivo) dos equipamentos elétricos. A potência aparente (S) é a total do circuito, representando as duas parcelas anteriores. As Equações 16, 17 e 18 possibilitam calcular estas potências.

$$S = V_{rms} \cdot I_{rms} \quad (16)$$

$$P = V_{rms} \cdot I_{rms} \cdot \cos\phi \quad (17)$$

$$Q = V_{rms} \cdot I_{rms} \cdot \sin\phi \quad (18)$$

Onde

$S$  = potência aparente em volt-ampere [VA],

$P$  = potência ativa watts [w],

$Q$  = potência reativa em volt-ampere-reativo [Var],

As relações matemáticas descritas nas Equações 17 e 18 são obtidas aplicando as relações trigonométricas de seno e cosseno no triângulo retângulo formado entre as potências  $P$ ,  $Q$  (catetos) e  $S$  (hipotenusa).

A energia elétrica ativa fornecida pela fonte de alternada para o equipamento pode ser obtida com a mesma Equação 19 aplicada para os circuitos de corrente contínua, desde que a potência ativa seja conhecida.

$$w = \int p dt = p \int dt = P \cdot t \quad (19)$$

#### 2.4.3 Rendimento e Perdas nos Sistemas Elétricos

Nos circuitos elétricos, sabe-se que a corrente que circula nos condutores provoca um fenômeno de aquecimento dos condutores conhecido como *Efeito Joule*, que resulta na transformação de parte da energia transferida no condutor em calor. A potência envolvida nessa dissipação de calor no condutor pode ser calculada, caso seja conhecida a resistência equivalente do fio condutor, obtida pela segunda lei de OHM. As Equações 20 e 21 permitem obter esta potência dissipada, que será denominada nesta análise como perda por efeito joule no condutor. (TIPLER,2012, p.149).

$$R_{fio} = \frac{\rho \cdot l}{S} \quad (20)$$

$$P_{perdas} = R_{fio} \cdot I_{rms}^2 \quad (21)$$

Onde,

$R_{fio}$  = Resistencia equivalente do condutor [ $\Omega \cdot mm^2/cm$ ];

$\rho$  = Resistividade do condutor em ohm's [ $\Omega$ ];

$l$  = comprimento do fio condutor em centímetros [cm];

$S$  = área de seção transversal milímetro quadrado [ $mm^2$ ].

$I_{rms}$  = valor eficaz da corrente alternada que circula no condutor [A]

$P_{perdas}$  = potência dissipada no condutor em watts [w].

Nos equipamentos elétricos este efeito está presente, e dependendo do tipo de máquina elétrica, além deste fenômeno nos condutores elétricos, outros fatores podem contribuir para a ocorrência do efeito joule, como as correntes de *Foucault* induzidas nos núcleos magnéticos de transformadores, as perdas por atrito e ventilação nos motores elétricos, entre outras. A obtenção do valor de potência dissipada envolvida com as perdas totais que ocorrem em uma máquina elétrica pode ser obtida conhecendo o rendimento da máquina. A Equação 22 permite relacionar estes parâmetros.

$$\eta = \frac{P_{saída}}{P_{entrada}} = \frac{P_{saída} - P_{perdas}}{P_{entrada}} = 1 - \frac{P_{perdas}}{P_{entrada}} \quad (22)$$

Onde,

$\eta$  = rendimento do equipamento

$P_{entrada}$  = potência ativa entregue pela fonte de alimentação [W];

$P_{saída}$  = potência efetiva transformada em trabalho pelo equipamento [W];

$P_{perdas}$  = potência envolvida na dissipação de energia por efeito joule [W].

A verificação deste parâmetro é fundamental na operação das máquinas elétricas, isto porque com o uso, os materiais que compõem a máquina elétrica sofrem estresse térmico devido ao efeito joule, o que contribui para ao aumento das perdas e consequente queda no rendimento, até tornar inviável a operação do equipamento, seja pela possibilidade de falha eminente, seja pela baixa eficiência na sua operação.

#### 2.4.4 O conceito de Energia na Mecânica Clássica

Na literatura técnica científica de Física, a formulação do conceito de Energia é feita através da descrição do comportamento de sistemas e suas propriedades aplicadas. Observa-se o uso do princípio de conservação de energia nas transformações de uma forma de energia em outra, o uso do conceito de trabalho na análise da quantidade de energia de um corpo em movimento, a relação entre variação de temperatura em sistemas termodinâmicos e sua energia interna, o tempo de funcionamento de um equipamento elétrico de potência conhecida e a energia consumida para realizar essa tarefa.

Uma definição menos rigorosa pode servir pelo menos de ponto de partida. Energia é um número que associamos a um sistema de um ou mais objetos. Se uma força afeta um dos objetos, fazendo-o, por exemplo, entrar em movimento, o número que descreve a energia do sistema varia. Após um número muito grande de experimentos, os cientistas e engenheiros confirmaram que, se o método através do

qual atribuímos um número à energia for definido adequadamente, esse número pode ser usado para prever os resultados de experimentos e, mais importante, para construir máquinas capazes de realizar proezas fantásticas, como voar. Este sucesso se baseia em uma propriedade fascinante do universo: a energia pode mudar de forma e ser transferida de um objeto para outro, mas a quantidade total de energia permanece constante (a energia é conservada). Até hoje, nunca foi encontrada uma exceção desta lei de conservação da energia. (Halliday, David, 2012, p. 145)

O livro de Fundamentos da Física de Halliday (2012), apresenta as definições de Energia Cinética, Potencial Gravitacional e Elástica, além de apresentar o teorema do Trabalho e Energia Cinética, que permite obter o trabalho realizado por um corpo como sua variação de Energia Cinética. A Energia Cinética é apresentada no livro associada ao estado de movimento de um objeto, de modo que quanto maior for a velocidade do movimento deste objeto, maior será sua quantidade de energia. A Equação 23 permite calcular a quantidade de energia cinética do objeto.

$$K = \frac{1}{2} m \cdot V^2 \quad (23)$$

$K$  = Energia Cinética do corpo [J]

$m$  = massa do corpo [Kg];

$V$  = velocidade escalar [m/s].

A Energia Potencial Gravitacional energia potencial é qualquer energia que pode ser associada à configuração (arranjo) de um sistema de objetos que exercem forças uns sobre os outros. Trata-se de uma energia associada ao estado de separação entre dois objetos que se atraem mutuamente através da força gravitacional. Matematicamente, a Energia Potencial Gravitacional pode ser obtida pela Equação 24, desde que seja conhecida a gravidade na região em que o objeto se encontra

$$U = m \cdot g \cdot h \quad (24)$$

$U$  = Energia Potencial do corpo [J]

$m$  = massa do corpo [Kg];

$g$  = velocidade escalar [m/s<sup>2</sup>];

$h$  = altura do corpo [m].

A energia potencial elástica é definida em considerando um sistema massa-mola padrão, onde a deformação sofrida pela mola é relacionada quantidade de energia potencial elástica do corpo, ela pode ser calculada pela Equação 25.

$$U = \frac{1}{2} k \cdot x^2 \quad (25)$$

$U$  = Energia Potencial Elástica do corpo [J]

$k$  = constante elástica da mola [J/m<sup>2</sup>]

$x$  = deformação sofrida [m].

O princípio de Conservação de energia é apresentado no livro do Halliday a partir da definição de Energia Mecânica.

Em um sistema isolado no qual apenas forças conservativas causam variações de energia, a energia cinética e a energia potencial podem variar, mas a soma das duas energias, a energia mecânica E<sub>me</sub> do sistema, não pode variar.

Quando a energia mecânica de um sistema é conservada, podemos igualar a soma da energia cinética com a energia potencial em um instante à soma em outro instante sem levar em conta o movimento intermediário e sem calcular o trabalho realizado pelas forças envolvidas. (Halliday, David, 2012, p. 179)

A compreensão dos conceitos e definições apresentadas nesta seção constituem um ponto de partida para análise de sistemas não conservativos, onde parte da energia é perdida de forma irreversível para o meio em que o fenômeno físico é estudado. Nas análises e procedimentos técnicos de Eficiência Energética, a identificação das quantidades de energia dissipada nos processos e sua otimização está presente em diversos procedimentos e rotinas de trabalho do Técnico em Eletrotécnica. Por isso é importante revisar esses conceitos em cursos técnicos que discutem o conceito de Eficiência Energética.

### 3 METODOLOGIA

Neste capítulo são apresentados os objetivos do estudo, as estratégias escolhidas para a abordagem da temática de eficiência energética, considerando o contexto em que os sujeitos da pesquisa estão inseridos e as recomendações do referencial teórico. São descritos também o Plano Complementar de Atividades, o pré-teste e o pós-teste e o diário de bordo do professor e o questionário de opinião dos alunos como instrumentos e técnicas e análises de dados.

#### 3.1 OBJETIVOS

Neste tópico são apresentados o objetivo geral e os específicos aplicados ao estudo desenvolvido.

##### 3.1.1 Objetivo Geral

Desenvolver um Plano Complementar de baseado nos pressupostos da Teoria de Aprendizagem Significativa e da Motivação para apoio ao ensino da unidade curricular de Eficiência Energética, e avaliar seus impactos no aprendizado dos discentes do curso técnico de Eletrotécnica do Senai.

##### 3.1.2 Objetivos Específicos

- I. Aplicar Pré-Testes e Pós-Testes na turma participante afim de avaliar o desempenho dos estudantes com relação a disciplina de Eficiência Energética.
- II. Analisar a opinião dos estudantes, buscando a identificação de pontos positivos e negativos que possam contribuir para o aprimoramento do Plano Complementar e das atividades em sala de aula.
- III. Promover adequação das aulas ofertadas aos alunos do Senai atendendo às demandas da instituição de oferecer uma educação profissional de qualidade e conectada ao mundo do trabalho.
- IV. Apontar como as diversas atividades desenvolvidas neste trabalho voltado para alunos da Educação Profissional podem ser utilizadas também para o Ensino de Física para alunos do Ensino Médio.

### 3.2 DELINEAMENTO DO ESTUDO E PESQUISA CIENTÍFICA

O estudo desenvolvido nesta abordagem pode ser classificado, segundo Campbell e Stanley (1979, 1991, apud, MOREIRA & ROSA, 2009) como pré-experimental, pois um único grupo de indivíduos é analisado ao longo do desenvolvimento da proposta de intervenção. Na instituição de ensino onde o estudo foi realizado, só havia uma turma cursando o quarto módulo com o professor que realizou a intervenção proposta neste estudo, logo não foi possível aplicar os outros tipos de delineamento quase experimental e experimental, segundo a classificação feita pelos autores (ibid.).

$0_1 \quad X \quad 0_2$

No tipo de delineamento pré-experimental, aplica-se um pré-teste  $0_1$  a um grupo, submete-se este grupo a um tratamento (X) e aplica-se um pós-teste  $0_2$ . As características do mesmo grupo são observadas ao longo da intervenção proposta. Os dados coletados em  $0_1$  e  $0_2$  são comparados para avaliar o impacto do tratamento (X) aplicado ao grupo alvo do estudo, buscando evidenciar a eficácia ou ineficácia de estratégias adotadas no tratamento (X) (1979, 1991, apud, MOREIRA & ROSA, 2009, p.14).

Este trabalho consiste em uma pesquisa em ensino aplicada a um grupo de alunos do ensino profissionalizante, pode-se identificar o tratamento (X) como o Produto Educacional desenvolvido, que utiliza pressupostos da Aprendizagem Significativa, da Motivação e da Instrução por Colegas. Os pré-teste e pós-teste ( $0_1$  e  $0_2$ ) foram elaborados com objetivo de identificar o conhecimento dos alunos sobre os conteúdos apresentados no conteúdo programático da disciplina de Eficiência Energética. Além dos resultados observados em  $0_1$  e  $0_2$ , os dados coletados ao longo da realização das aulas segundo a proposta do Produto Educacional também foram considerados para avaliar os resultados da intervenção.

### 3.3 SUJEITOS DA PESQUISA E CONTEXTO DE APLICAÇÃO DO PRODUTO DESENVOLVIDO

A escola em questão pertence ao Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), criado em 22 de janeiro de 1942, pelo Decreto-Lei 4.048 presidente Getúlio Vargas, com a missão de formar profissionais para a indústria nacional. Ofertando a modalidade de ensino profissionalizante, em três turnos distintos de funcionamento, com os cursos de qualificação profissional de nível básico e de habilitação técnica de Eletrotécnica, Mecânica,

Refrigeração, Redes de Computadores, Segurança do Trabalho e Administração. Os alunos que são atendidos por esta instituição têm perfil diversificado, pois nos turnos matutino e vespertino, a faixa etária dos estudantes é de quinze a vinte anos, sendo que estes realizam no período complementar do dia o Ensino Médio Regular.

Já os alunos do noturno, são em sua maioria, jovens e adultos trabalhadores da indústria, que possuem o ensino médio concluído e buscam na qualificação profissional melhores oportunidades de emprego, com faixa etária variando de dezoito a sessenta anos. A unidade do Senai onde este estudo foi desenvolvido tem cerca de 1120 alunos, sendo que a turma participante da intervenção é composta por 18 alunos no turno vespertino, com idade entre dezessete e vinte anos, que estão no último semestre letivo para integralização do curso e já concluíram o Ensino Médio. Com relação aos espaços físicos da escola, ela possui 30 salas de aula, 1 laboratório de Eletrônica, 1 laboratório de Instalações Elétricas Prediais, 1 laboratório de Instalações Elétricas Industriais, 1 laboratório de Automação, 1 laboratório de Ensaio e Medidas Elétricas, 4 laboratórios de Informática, 1 laboratório de Segurança do Trabalho, 1 laboratório de Mecânica, 1 laboratório de Solda, 1 Biblioteca, 1 Auditório e 5 salas que compõem o setor administrativo. As salas de aula possuem equipamentos de retroprojeção, lousa, e acomodações suficientes para os discentes.

O Plano Completar foi desenvolvido e aplicado em concomitância ao desenvolvimento desta dissertação, no segundo semestre de 2018, com uma turma de 18 alunos, sendo 5 do sexo feminino e 13 do sexo masculino. Estes alunos realizam o curso técnico em Eletrotécnica, no contexto da disciplina de Eficiência Energética e que estudam no turno vespertino. Estes alunos pertencem ao programa de Aprendizagem Industrial que conta com apoio da iniciativa privada com subsídios de bolsas, vale transporte e alimentação para os alunos na modalidade de estágio (menores aprendizes).

Os discentes que compõem a turma participante possuem idade entre 17 a 20 anos, realizam o Ensino Médio regular no turno matutino. A turma apresenta bom comportamento durante as aulas, embora haja alunos com baixa participação e com maiores dificuldades de aprendizagem. Dessa turma, apenas 4 alunos já reprovaram em semestres anteriores.

O setor pedagógico da escola realiza semestralmente uma avaliação, junto aos alunos, do desempenho dos professores que ministram as unidades curriculares do período em questão. Avaliando os registros do setor pedagógico de semestres anteriores, nota-se que os discentes já pontuaram a necessidade de inovação nas aulas, inclusão de recursos



diversificados para auxiliar no processo de aprendizagem e dinamizar as aulas, a necessidade de mais exercícios de fixação dos conteúdos apresentados, a dificuldade de compreensão de alguns termos técnicos, entre outras citações de menor frequência de ocorrência. Eles elogiam a postura, domínio e conhecimento de alguns instrutores, as aulas práticas nos laboratórios de Instalações Prediais, Industriais, Eletrônica.

Os alunos desta turma receberam o termo de consentimento livre e esclarecido (apêndice B) em que foi apresentado os objetivos do estudo, sendo solicitado aos alunos menores de idade a apresentação do referido termo aos seus responsáveis para que pudessem decidir por assinar ou não o termo de consentimento. Aos alunos maiores de idade, foi permitido que assinassem o documento.

O professor também é sujeito da pesquisa, isto por que, de acordo com o regimento do programa do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física é necessário que o mestrando esteja em efetivo exercício da docência, logo o autor deste trabalho tem duplo papel, o de professor regente de classe e de aluno de mestrado.

#### 3.4 DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

O Produto Educacional desenvolvido é um Plano Complementar de Atividades à apostila disponibilizada pelo Senai, para auxiliar o professor atuante na educação profissional que ministra a unidade curricular de Eficiência Energética (apêndice C). Ele pode ser ajustado e aplicado a qualquer outro material técnico que aborde os conceitos de Energia e Eficiência Energética.

O conteúdo programático da unidade curricular de Eficiência Energética, segundo o plano de curso de eletrotécnica do Senai, deve contemplar os seguintes tópicos: Formas de Energia e suas Transformações; Matriz Energética Brasileira; Fontes Alternativas para Geração de Energia Elétrica, Programa de Combate ao Desperdício; Roteiro de Diagnóstico Energético; Qualidade de Energia; Análise Tarifária; Eficiência Energética em Instalações Industriais. Com carga horária de 40 horas sendo ofertada no quarto e último semestre do curso técnico de Eletrotécnica. A Figura 10 apresenta a imagem da apostila utilizada como bibliografia principal dessa disciplina.



**Figura 10** - Capa da apostila de Eficiência Energética utilizada como material didático. Coleção PNEAD. Eficiência Energética / Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. SENAI/DN, 2015.

Esta apostila é dividida em 4 unidades, descritas a seguir:

- Unidade 1 – Introdução;
- Unidade 2 – Sistema tarifário (3 Capítulos);
- Unidade 3 – Análise de oportunidades de otimização do uso de energia nos sistemas (4 Capítulos);
- Unidade 4 – Sistemas de controle de instalação predial (5 Capítulos);

Analisando a ementa da unidade curricular, esse material não contempla todos os conteúdos descritos, sendo necessário a complementação com outras bibliografias, no semestre em que o estudo foi desenvolvido e aplicada na turma participante do estudo optou-se pela elaboração de um material complementar visando abordar todos os conteúdos descritos na ementa.

O Plano Complementar foi construído em três capítulos, de acordo com a proposta curricular da instituição, sendo:

- Capítulo 1 - Energia e seus processos de transformação, Matriz energética brasileira e Fontes renováveis e não renováveis.
- Capítulo 2 - Análise tarifária, Diagnóstico energético.
- Capítulo 3 - Qualidade de Energia, Eficiência Energética na Indústria

A proposta do Plano Complementar é apresentada no Quadro 1, no qual encontra-se a explanação sobre as estratégias didáticas, experimentos e ações praticadas pelo professor para que favoreça a ocorrência de aprendizagem significativa dos conceitos de energia e eficiência energética dentro do contexto industrial ao qual os discentes estão submetidos. Ao todo foram oferecidas 46 aulas, ofertadas em um semestre com início em agosto de 2018 e término em dezembro de 2018, em encontros presenciais de duas ou quatro aulas seguidas, sendo capítulo 1 desenvolvido nos 1º, 2º e 3º encontros presenciais, o capítulo 2 nos 4º, 5º e 6º encontros presenciais e o capítulo 3 nos 7º, 8º, 9º, 10º, 11º, 12º e 13º encontros presenciais.

**Quadro 1** - Quadro resumo do Plano Complementar com o detalhamento dos conteúdos, atividades realizadas, pressupostos teóricos que embasam o desenvolvimento das atividades e os instrumentos da coleta de dados e avaliações.

Aula	Conteúdos	Atividades/ações	Pressupostos teóricos	Instrumentos de coleta de dados para a
1º Encontro	Pré-Teste; Formas de Energia e suas Transformações;	Aplicação do questionário; Aplicação das formas energia no dia-dia e importação de ações de Eficiência Energética; Proposta de atividade em forma de desafio para a montagem de maquetes aplicadas a geração de energia elétrica; Exibição de Vídeo Vida de república episódio 01 com debate posterior;	O significado e relevância das tarefas; Propor desafios; Organizador prévio e utilidade do conteúdo (Vídeo); Consolidação (Debates);	Diário de Bordo; Pré-Teste;
2º Encontro	Formas de Energia e suas Transformações; Conceitos de Energia; Trabalho; Potência; Rendimento;	Exibição de Vídeo Vida de república episódio 02 com debate posterior; Aplicação de teste conceitual; Exposição por meio de slides dos conteúdos sobre Energia, Trabalho, Potência; Rendimento;	Organizador prévio e utilidade do conteúdo (Vídeo); Negociação de significados; Levantamento de conhecimentos prévios; Utilidade dos conteúdos (Ponte Rolante); Consolidação (Exercícios e	Diário de Bordo;
3º Encontro	Formas de Energia e suas Transformações;	Realização de atividade na plataforma virtual PhET de simulação do processo de transformação de energia, com exercícios de análise do experimento;	Uso de diferentes recursos (Simulador); Consolidação (Exercícios);	Diário de Bordo;
4ª Aula	Geração de Energia Elétrica, Fontes de Energia aplicadas; Matriz energética brasileira;	Exibição de Vídeo Vida de república episódio 03 com debate posterior; Apresentação de materiais técnicos do Balanço energético Nacional (BEN) e exercícios de fixação;	Organizador prévio e utilidade do conteúdo (Vídeo); Consolidação (Debates e Exercícios);	Diário de Bordo;
5º Encontro	Geração de Energia Elétrica, Fontes de Energia aplicadas; Formas de Energia e suas Transformações;	Proposta de leitura dinâmica de um texto sobre fontes de energia e realização de debate aplicado; Aplicação de teste conceitual; Aula experimental sobre o motor Stirling. Montagem do experimento em sala de aula;	Utilidade dos conteúdos; Consolidação (Exercícios e IpC); Retomada de conteúdo; Uso de diferentes recursos (Experimento);	Diário de Bordo;

6º Encontro	Análise tarifária; Aula de Exercícios;	Apresentação de conteúdos técnicos de análise tarifária (apostila páginas 15 a 26) e exercícios de fixação; Atividade de discussão dos termos técnicos associados aos conteúdos técnicos apresentados; Análise de uma fatura de fornecimento de energia elétrica residencial;	Consolidação (Exercícios e Debates); Utilidade dos conteúdos;	Diário de Bordo;
7º Encontro	Eficiência Energética conceitos e aplicações; Otimização do uso de Energia em Sistemas Elétricos;	Exibição de Vídeo Vida de república episódio 04 com debate posterior; Aplicação de teste conceitual; Apresentação de conteúdos técnicos aplicados a análise tarifária (apostila páginas 28 a 38) e realização de exercícios de fixação;	Organizador prévio e utilidade do conteúdo (Vídeo); Consolidação (Debates, Exercícios e IpC);	Diário de Bordo;
8º Encontro	Eficiência Energética aplicada a iluminação de interiores;	Realização de aula experimental com objetivo de avaliar características das lâmpadas incandescentes, fluorescentes, halógenas, LED com realização de exercícios de análise do experimento;	Uso de diferentes recursos (Experimento); Retomada de conteúdo; Consolidação (Exercícios);	Diário de Bordo;
9º Encontro	Pós-Teste;	Avaliação escrita de Eficiência Energética;	Avaliação e coleta de dados;	Diário de Bordo; Pós-Teste;
10º Encontro	Eficiência energética na indústria.	Exibição de Vídeo Vida de república episódio 05 com debate posterior; Apresentação de conteúdos técnicos aplicados a Sistemas de controle de instalação predial (apostila páginas 39 a 48) e exercícios de fixação;	Organizador prévio e utilidade do conteúdo (Vídeo); Consolidação (Debates e Exercícios)	Diário de Bordo;
11º Encontro	Recuperação Parcial	Devolução das provas corrigidas para os alunos. Explanação sobre as respostas dadas pelos alunos na avaliação; <del>Recuperação deixando-os refazer os itens</del>	Feedback adequado; Avaliação formativa e recursiva;	Diário de Bordo; Pós-Teste refeito;
12º Encontro	Montagem de maquetes;	Os alunos trazem seus materiais e propostas para montagem de maquetes, utilizando o espaço do laboratório de eletricidade para o desenvolvimento dos protótipos.	Uso de diferentes recursos (Experimento); Proposição de desafio;	Diário de Bordo;
13º Encontro	Seminário e apresentação das maquetes;	Os alunos apresentam as maquetes desenvolvidas para os demais alunos da escola. Exposição em formato de feira científica.	Uso de diferentes recursos; Proposição de desafios;	Diário de Bordo; Notas do Seminário;
14º Encontro	Encerramento da disciplina;	Acolhimento das impressões dos alunos acerca das atividades e aplicação do questionário de opinião.	Feedback dos alunos;	Diário de Bordo;

Fonte: Produzido pelo autor.

### 3.4.1 Aspectos Práticos da Implementação dos Pressupostos Teóricos

Considerando os pressupostos teóricos da Teoria de Aprendizagem Significativa e da Motivação apresentados no referencial teórico deste estudo, foi elaborado um Plano Complementar a apostila do Senai. Pode-se citar como principais ações didáticas de ensino adotadas neste estudo: I - Mapear conhecimentos prévios dos estudantes; II - usar diferentes recursos; III - propor desafios; IV - consolidar os conteúdos apresentados; V - avaliar com caráter formativo e recursivo; VI - fornecer o feedback adequado.

**I. Mapear conhecimentos prévios dos estudantes.** Conforme Ausubel (2003), o conhecimento prévio dos alunos é a variável isolada que mais influencia a aprendizagem de novos conceitos. Nesta intervenção, o mapeamento do conhecimento prévio dos estudantes ocorreu com as seguintes ações:

- Através da análise das respostas dos alunos dadas no pré-teste, evidenciando os conhecimentos que eles trouxeram do ensino médio e que são úteis para o ensino da unidade curricular de Eficiência Energética. A seleção das questões apresentadas no pré-teste ocorreu pensando no atendimento às capacidades e competências a serem desenvolvidas na unidade curricular de Eficiência Energética, de acordo com o conhecimento prévio necessário para o ensino desta unidade curricular. Após a aplicação do questionário no primeiro encontro com a turma, é necessário fazer a análise das repostas apresentadas pelos alunos, de forma a identificar as carências e os conteúdos que eles dominam. Esta análise subsidiará as próximas aulas do primeiro capítulo do Produto Educacional. Nesta proposta, os slides apresentados no segundo encontro, incluem como exemplos ao longo do material as respostas dos alunos dadas no pré-teste. A simulação proposta na plataforma PhET tem objetivo de levar aos alunos a refletirem sobre os processos de conversão de energia e as perdas, visto que esta carência foi evidenciada no pré-teste.
- Usando o método do Ensino sob Medida (ARAUJO & MAZUR, 2013), em que os autores recomendam a proposição de tarefas de leitura prévia sobre os conteúdos que serão apresentados na aula seguinte, com a disponibilização de um canal de comunicação com o professor para a troca de concepções prévias dos estudantes antes que a aula ocorra, em tempo hábil para que estas concepções sejam inseridas em debates na sala de aula e no desenvolvimento de tarefas em grupo. Assim, foram sugeridas tarefas de leitura de trechos da apostila disponibilizada pela instituição, de documentos técnicos contendo procedimentos e ações de eficiência energética. Estas tarefas foram propostas como lição para casa, contendo sempre algumas perguntas relacionadas, sendo imputado ao aluno a manifestação das respostas dadas e de dúvidas que surgiram ao longo da leitura destes materiais. O professor disponibilizou os seguintes canais de comunicação: E-mail; WhatsApp; e entrega de folhas avulsa, para alunos com dificuldade no

acesso à internet. Estas tarefas eram propostas sempre as sextas-feiras, sendo recolhidas até as quartas-feiras da semana seguinte, para que houvesse tempo de compilar o conhecimento prévio dos alunos e inseri-los na próxima aula.

**II. Usar diferentes recursos.** Ausubel (2003) apresenta como uma das condições para que a Aprendizagem Significativa ocorra o uso de diferentes recursos durante as aulas. Esse pressuposto também é sugerido como forma de motivar o aluno, segundo a teoria da Motivação de Bzuneck (2010), mas usando o termo embelezamento. Segundo os autores, os diferentes recursos devem ser utilizados para realizar demonstração prática do fenômeno; demonstrar a utilidade do conteúdo; e auxiliar na explicação de conteúdos em sala de aula. Nesta intervenção, a implementação deste pressuposto ocorreu com a realização das seguintes ações:

- Montagem de experimentos com o professor: com objetivo de mostrar aos alunos o fenômeno a ser estudado, foram utilizados 2 experimentos ao longo do estudo, sendo dada aos alunos a oportunidade de interagir com os instrumentos, protótipos e materiais relacionados a aula experimental. O primeiro foi sobre o funcionamento do motor Stirling, com auxílio de um protótipo confeccionado a partir de materiais reciclados, foi possível demonstrar o processo de conversão de energia térmica em elétrica que é aplicado as usinas termoelétricas. A Figura 11 apresenta o protótipo utilizado no experimento. O segundo experimento foi destinado a avaliar o comportamento de lâmpadas do tipo Incandescente, Fluorescente, Halógena e LED quando submetidas a queda de tensão da rede elétrica, o fluxo luminoso que cada lâmpada produz, a temperatura de trabalho, a potência elétrica absorvida e a eficiência luminosa de cada tipo de lâmpada utilizado no experimento.



**Figura 11** - Protótipo do motor Stirling. Produzido pelo próprio autor.

Para cada experimento realizado, foi desenvolvido um roteiro com orientações sobre as atividades práticas a serem desenvolvidas e conteúdo perguntas de análise dos valores coletados no experimento, cuja solução dependerá da capacidade do aluno de comprovar os resultados do experimento com a previsão das teorias aplicadas. Cada roteiro é iniciado com uma situação-problema (MOREIRA, 2011), cuja solução depende da aplicação do conteúdo teórico a ser discutido com o auxílio do experimento. O professor disponibilizava o roteiro sempre uma semana antes da realização do experimento, a fim de que o aluno possa manifestar seu conhecimento prévio sobre a situação problema, enviando ao professor sua proposta de solução 48 horas antes da realização do experimento, de modo que o professor possa inserir as concepções dos estudantes nas discussões realizadas em sala, junto a realização do experimento.

Uso de recursos audiovisuais: Foram utilizados 5 capítulos da série “Vida de República” da Eletrobrás, pois ela apresenta o cotidiano de um grupo de jovens que pertencem à mesma faixa etária (17 a 20 anos) dos alunos da turma em que o estudo foi aplicado, apresentando uma contextualização dos processos de transformação de energia e dos conceitos de eficiência energética. De forma resumida, o Quadro 2 apresenta o conteúdo abordado em cada vídeo. Além de demonstrar a utilidade do conteúdo a ser ensinado, o uso destes vídeos também desempenha o papel de organizador prévio, uma vez que auxilia na aquisição de conceitos mais gerais que serão subsunçores para o ensino do conteúdo técnico de Eficiência Energética. A maneira como os conceitos são apresentados nos vídeos desperta a atenção dos alunos, que ficam envolvidos também com a história de vida de cada personagem, criando um tipo de vínculo semelhante ao vínculo criado quando estes jovens assistem a novelas, seriados e outras atrações dos principais veículos de informação, como a televisão ou a internet. Espera-se que os alunos compreendam a importância de conhecer e praticar ações de Eficiência Energética, assistindo aos capítulos da série, pois os personagens se envolvem em conflitos e encontram desafios cuja solução, na maioria das vezes, ocorre com a aplicação prática de algum conceito, ou dependendo conhecimento de um ou mais conceitos físicos aplicados a equipamentos como lâmpadas, condicionadores de ar, geladeiras, entre outros.

**Quadro 2** - Detalhamento da série "Vida de República".

<b>Episódio da série "vida de república"</b>	<b>Disponível em</b>	<b>Conteúdo abordado</b>
1º	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=KANxbt0oSyk&amp;t=766s">https://www.youtube.com/watch?v=KANxbt0oSyk&amp;t=766s</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Uso eficiente de energia nas residências</li> <li>➤ Selo Procel Eletrobrás</li> <li>➤ Benefícios da energia</li> <li>➤ Diferentes usos da energia elétrica</li> </ul>
2º	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=Ajed_uH5Qt0&amp;t=2s">https://www.youtube.com/watch?v=Ajed_uH5Qt0&amp;t=2s</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Energia e potência</li> <li>➤ Tipos de energia e transformações energéticas</li> <li>➤ Formas de energia e equipamentos de conversão</li> </ul>
3º	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=7_KDESKxKP4&amp;t=2s">https://www.youtube.com/watch?v=7_KDESKxKP4&amp;t=2s</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Perdas energéticas: comerciais e técnicas</li> <li>➤ PEE - Programa de Eficiência Energética</li> <li>➤ Impactos ambientais da geração de energia</li> </ul>
4º	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=xp7pA_7lkDk&amp;t=1073s">https://www.youtube.com/watch?v=xp7pA_7lkDk&amp;t=1073s</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Princípio da conservação de energia</li> <li>➤ Transformações energéticas</li> <li>➤ Diversificação das fontes de energia: renováveis e não renováveis</li> <li>➤ Pré-sal</li> </ul>
5º	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=cmns8ZMkbbkI&amp;t=2s">https://www.youtube.com/watch?v=cmns8ZMkbbkI&amp;t=2s</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Panorama da geração de energia renovável do Brasil</li> <li>➤ Energia eólica e biodiesel</li> </ul>

Fonte: Produzido pelo autor.

Para cada experimento realizado, foi desenvolvido um roteiro com orientações sobre as atividades práticas a serem desenvolvidas e conteúdo perguntas de análise dos valores coletados no experimento, cuja solução dependerá da capacidade do aluno de comprovar os resultados do experimento com a previsão das teorias aplicadas. Cada roteiro é iniciado com uma situação-problema (MOREIRA, 2011), cuja solução depende da aplicação do conteúdo teórico a ser discutido com o auxílio do experimento. O professor disponibilizava o roteiro sempre uma semana antes da realização do experimento, a fim de que o aluno possa manifestar seu conhecimento prévio sobre a situação problema, enviando ao professor sua proposta de solução 48 horas antes da realização do experimento, de modo que o professor possa inserir as concepções dos estudantes nas discussões realizadas em sala, junto a realização do experimento.



- Uso de simuladores computacionais: com auxílio do laboratório de simulação PhET Colorado “Pista de Skate<sup>2</sup>”, foi possível simular os processos de conversão de energia potencial gravitacional em cinética, trabalhando também a influência do atrito no movimento e o princípio de conservação de energia. Na aula em que a simulação foi desenvolvida, os alunos utilizaram computadores disponíveis no laboratório de informática, sendo dado um tempo para que eles se familiarizassem com o simulador com auxílio do professor, antes que o experimento de fato fosse executado por eles. Conforme o procedimento de atividades experimentais práticas, foi aplicado um roteiro com a mesma padronização de atividades e prazos para manifestação do conhecimento prévio. (As perdas de energia por atrito são fundamentais para a compreensão do conceito de Eficiência Energética. O simulador permite demonstrar essas perdas de forma mais clara.)

**III. Propor desafios.** Ainda na perspectiva de motivar o aluno de modo que ele apresente pré-disposição a aprender, segundo as orientações de Bzuneck (2010) deve-se utilizar atividades estimulantes, com características de desafios para combater o tédio e a apatia dos alunos. O autor ressalta ainda o cuidado que se deve ter ao selecionar o grau de dificuldade do desafio a ser proposto, uma vez que se este for muito fácil não será estimulante e ser muito difícil pode causar ansiedade, fracasso, frustração, irritação e sentimento de inferioridade.

No Plano Complementar desenvolvido, o desafio escolhido consiste em solicitar aos alunos a elaboração de maquetes e de uma apresentação dos conceitos de Eficiência Energética para exposição em formato de feira científica. A turma participante da intervenção foi dividida em quatro equipes de trabalho, sendo que a cada equipe foi dada a tarefa de eleger um líder. A cada grupo foi dado um tema específico dentro do contexto da disciplina de Eficiência Energética, sendo os temas listados a seguir: 1º - Energia Fotovoltaica, 2º - Energia Eólica, 3º Energia Hidrelétrica e Térmica, 4º Transporte de Energia Elétrica das usinas até os consumidores. Dentre estes temas, cada grupo escolheu a maneira como representar os processos envolvidos e com uso

---

<sup>2</sup> A simulação utilizada encontra-se disponível em [https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park-basics/latest/energy-skate-park-basics\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park-basics/latest/energy-skate-park-basics_pt_BR.html).

da criatividade elaborou suas maquetes, sendo disponibilizado momentos durante as aulas para que os alunos utilizassem os laboratórios da escola para a construção das maquetes. E realizassem testes e solicitassem ao professor orientações e suporte ao longo da realização da atividade. Nas últimas aulas que compõem o Plano Complementar desenvolvido, os alunos apresentam suas maquetes e respectivos seminários para os demais alunos e professores da escola, em formato de feira de exposição.

**IV. Consolidar conteúdo.** Na perspectiva da TAS de Ausubel (2003) pode-se entender que em um ensino sequencial a consolidação de conteúdo é uma etapa essencial para ocorrência de Aprendizagem Significativa, visto que os conhecimentos da etapa anterior são utilizados na ancoragem de novos conceitos na etapa seguinte. Moreira (2015) afirma que as tarefas que promovam a consolidação do conteúdo a ser estudado, asseguram contínua prontidão na matéria de ensino e contribuem para o sucesso da aprendizagem sequencial e organizada, pois um conteúdo bem consolidado na etapa anterior se torna um subsunçor que poderá ancorar novos conceitos na etapa seguinte. É uma decorrência natural da afirmação de Ausubel de que a varável mais importante para o aprendizado de novos conteúdos seja o conhecimento prévio do aluno.

Na abordagem proposta neste estudo, utilizou-se as seguintes estratégias de consolidação: resolução de exercícios em sala pelos alunos com a posterior correção do professor, resolução de situações-problema em casa e discussões em grupo em sala, relatórios de experimentos em grupo e discussão de testes conceituais utilizando o método de instrução pelos Colegas (Araújo & Mazur, 2013).

**V. Avaliar com caráter formativo e recursivo.** A tarefa de avaliar a aprendizagem dos alunos, segundo a proposta da TAS de Ausubel (2003), deve ocorrer buscando evidências de Aprendizagem Significativa. Portanto, o enfoque não deve ser em qualificar as respostas dadas pelo aluno como certas ou erradas, mas deve-se buscar a compreensão, a captação de significados, a capacidade de transferência do conhecimento a situações não-conhecidas, não rotineiras. Segundo Moreira (2012) o caráter formativo da avaliação consiste no fato dela também constituir um momento de aprendizagem para os alunos e o caráter recursivo consiste em oferecer aos alunos

novas oportunidades de demonstrar o domínio de conceitos, permitindo que o aprendiz refaça, pelo menos mais uma vez, se for o caso, as tarefas de aprendizagem.

Conforme as orientações da instituição de ensino, deve ser registrado pelo menos dois processos de avaliação distintos, envolvendo ferramentas de avaliação diversificadas dentro da proposta da Metodologia Senai de Educação. Foram propostas duas atividades principais de avaliação, uma prova escrita e a construção de maquetes a serem expostas e explicadas aos demais colegas da escola. Sendo garantida a oportunidade de recuperação paralela quando necessário, esta ação garante a recursividade do processo avaliativo, conforme sugerido pelo referencial teórico.

A avaliação escrita encontra-se disponível no Produto Educacional (apêndice C) nomeada como pós-teste. A correção desta avaliação deve ser baseada nas orientações do referencial teórico, sendo que posterior a sua realização, o professor reapresenta as questões aos alunos em sala de aula, discutindo as principais respostas dadas por eles e sinalizando as concepções que estão em desacordo com a literatura técnica e científica aplicada. Como atividade de recuperação paralela, o professor propõe que os alunos refaçam as mesmas questões, a fim que a recursividade no processo de avaliação seja garantida.

A avaliação da atividade de elaboração e exposição de maquetes ocorreu segundo aspectos de desempenho individuais e coletivos dos alunos. Para tanto, o professor - mestrando utilizou uma ficha de avaliação desenvolvida por ele e que se encontra disponível no primeiro capítulo do Plano Complementar (apêndice C). Esta ficha apresenta tópicos que avaliam as fases de pesquisa, concepção, elaboração e apresentação das maquetes, pontuando tanto as contribuições individuais como as coletivas dos alunos.

- VI. Dar Feedback adequado.** Segundo Bzuneck (2010), o feedback dado pelo professor as atividades desenvolvidas pelos alunos têm papel importante em sua motivação. Na intervenção proposta neste estudo, o professor procurou utilizar o feedback negativo para alertar ao aluno que ele está utilizando ou compreendendo algum conceito aprendido de forma equivocada, evitando a interpretação como ação de efeito punitivo, mas sinalizando ao aluno que ele está no caminho errado na aprendizagem deste conceito e ao mesmo tempo indicando o caminho e as ações necessárias para sanar o problema apresentado. Caso ele tenha compreendido um novo conceito de

forma correta dentro do contexto do ensino, o professor deve dar um feedback positivo, elogiando o esforço e o comportamento do aluno no processo de aquisição deste conceito, evitando que estes elogios enalteçam a inteligência do aluno ou a sua capacidade de resolução de tarefas.

### 3.5 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

#### ➤ Diagnóstico inicial de concepções dos estudantes (Pré-Teste)

Para gerar um parâmetro de comparação na análise de dados e mensurar a influência da aplicação deste Plano Complementar na turma participante proposta neste estudo, utilizou-se um questionário que aborda a temática de processos de transformação de energia e conceitos de eficiência energética. Este é composto de 13 questões, sendo 4 questões discursivas e 9 questões objetivas com apenas uma resposta correta. Existem no questionário 8 questões relacionadas a temática de fontes energia e os processos de geração de energia elétrica, distribuídas da seguinte maneira: as questões Q-1, Q-3, Q-4, Q-6, Q-8 são objetivas com apenas uma resposta correta, enquanto as questões Q-2, Q-5, Q-7 são discursivas. As outras 5 questões são relacionadas a temática de Eficiência Energética, sendo organizadas da seguinte forma: a questão Q-13 do questionário é discursiva, enquanto as questões Q-9, Q-10, Q-11, Q-12 são objetivas com uma única resposta correta. O Quadro 3 apresenta os conceitos abordados pelas questões do pré-teste, a fim de facilitar a interpretação dos dados coletados nesta atividade e relacioná-los posteriormente na análise dos dados coletados. Foi indicado no Quadro 3, para cada questão, o conceito físico que tem maior destaque dentro da abordagem proposta pela pergunta, mesmo que em alguns casos, outros conceitos interdisciplinares estejam associados, como análise de impacto ambiental, por exemplo.

Foi informado aos alunos que este questionário não será computado como tarefa avaliativa, sendo necessário apenas para o diagnóstico da turma. Adicionalmente, foi orientado aos alunos que procurassem responder a esta atividade com o que de fato eles pensam sobre os temas abordados, independente desta resposta estar correta, tendo em vista as concepções científicas relacionadas. O questionário de pré-teste encontra-se disponível na aula 2 do Produto Educacional (apêndice C).

**Quadro 3-** Conceitos abordados nas questões do pré-teste.

<b>Questão</b>	<b>Conceito Abordado</b>	<b>Tipo de Questão</b>
01	Transformação de Energia Potencial Elástica em Gravitacional	Conceitual
02	Geração Elétrica a partir de uma Hidrelétrica	Conceitual
03	Transformação de Energia Elástica em Cinética	Conceitual
04	Transformação de Energia Cinética em Elétrica	Conceitual
05	Geração Elétrica por Fontes Alternativas: Solar, Eólica e Hidrelétrica.	Conceitual
06	Impactos ambientais da Geração Elétrica por Hidrelétricas	Conceitual
07	Geração Elétrica por Termoelétricas	Conceitual
08	Análise da matriz energética para seleção de sistemas de Geração	Conceitual
09	Conceitos de Eficiência Energética aplicados em Termoelétricas	Conceitual
10	Rendimento e Eficiência no processo de Geração por Termoelétricas.	Numérica
11	Eficiência em Sistemas de Iluminação	Numérica
12	Procedimentos Técnicos de Eficiência Energética	Conceitual
13	Análise Tarifária	Conceitual

Fonte: Produzido pelo próprio autor.

➤ Avaliação teórica escrita (Pós-Teste)

De acordo com os critérios impostos pelo processo de avaliação da instituição ao qual a turma participante pertence, deve existir pelo menos duas formas de avaliação ao longo a realização de uma unidade curricular, sendo que entre estas, pelo menos uma deve ser escrita e individual. Para o atendimento a esta norma interna, optou-se pelo uso do pós-teste como avaliação escrita, com 5 questões relacionadas a temática de fontes de energia, distribuídas da seguinte maneira: as questões Q-1, Q-2, Q-4, Q-5, são objetivas com apenas uma resposta correta e a questão Q-3 é discursiva. As outras 9 questões são relacionadas a temática de Eficiência Energética, abordando tópicos específicos em eficiência energética como programas do governo de combate ao desperdício de energia elétrica, eficiência em sistemas de iluminação, máquinas elétricas em geral, análise tarifária e condições de contrato de fornecimento de energia elétrica com a companhia de fornecimento. A distribuição das questões de Eficiência Energética foi feita da seguinte forma: as questões Q-6, Q-9, Q-10, Q-11, Q-13 são objetivas com uma única resposta correta, enquanto as questões Q-7, Q-8, Q-12 e Q-14 são discursivas. Foi solicitado aos alunos que elaborassem uma questão sobre um dos temas que ele mais gostou de estudar na unidade curricular de Eficiência Energética, constituindo a questão Q-15 que encerra o questionário de pós teste. A

proposição da questão Q-15 permite ao aluno expor dentre os conceitos abordados no Plano Complementar, o que foi mais relevante para ele, ou seja, analisando as questões formuladas na turma, é possível investigar a maneira como estes conceitos foram assimilados e se permanecem alguma concepção espontânea de senso comum, que necessita de ser transformada com atividades de recuperação. Esta prova está disponível na aula 23 do Produto Educacional (apêndice C).

A seleção das questões para este questionário foi realizada de modo que abordasse os mesmos tópicos do pré-teste e avançando um pouco mais sobre os procedimentos técnicos aplicados a Eficiência Energética. O Quadro 4 apresenta uma síntese dos conteúdos contemplados em cada questão do pós-teste.

**Quadro 4 -** Conceitos abordados nas questões do pós-teste.

<b>Questão</b>	<b>Conceito Abordado</b>	<b>Tipo da Questão</b>
01	Geração Elétrica por Fontes Renováveis	Conceitual
02	Geração Elétrica através de Hidrelétrica	Conceitual
03	Geração Elétrica por Fontes Alternativas	Conceitual
04	Geração Elétrica por Biomassa	Conceitual
05	Potência e Energia elétrica	Numérica
06	Procel - Eficiência Energética	Conceitual
07	Eficiência em Sistemas de Iluminação	Numérica
08	Energias e Rendimento de sistemas Hidrelétricos	Numérica
09	Geração Elétrica por Hidrelétrica por Sistemas Fotovoltaicos	Conceitual
10	Medidas de Eficiência Energética	Conceitual
11	Sistema de Aquecedor Solar	Conceitual
12	Eficiência em Sistemas de Iluminação	Numérica
13	Conceitos Técnicos de Eficiência Energética	Conceitual
14	Análise Tarifária	Conceitual
15	Questão elaborada pelo aluno	Conceitual ou Numérica

Fonte: Produzido pelo próprio autor.

Esta semelhança entre os questionários pode contribuir para a análise dos dados coletados, permitindo uma análise dos resultados encontrados antes e depois das aulas ministradas, tendo como base os pressupostos teóricos da TAS e da Motivação. O Quadro 5, apresenta a correlação entres os conceitos abordados nas questões do pré-teste e do pós-teste.

**Quadro 5** – Questões correlatas entre o pré-teste e o pós-teste.

Questões Correlatas		Conceito Abordado	Tipo da Questão
Pré-teste	Pós-teste		
06	02	Geração Elétrica através de Hidrelétrica	Conceitual
08	03	Geração Elétrica por Fontes Alternativas: Solar, Eólica e Hidrelétrica.	Conceitual
11	05 e 12	Eficiência em Sistemas de Iluminação	Numérica
10	08	Potência, Rendimento e Energia elétrica	Conceitual
13	14	Análise tarifária	Conceitual

Fonte: Produzido pelo próprio autor.

#### ➤ Questionário de Opinião

Com objetivo de verificar a opinião dos estudantes com relação a aplicação do Produto Educacional desenvolvido, foi proposto um questionário formado por 5 questões abertas e semiabertas. Este questionário foi aplicado após a finalização da disciplina e divulgação do desempenho individual dos alunos. No formulário disponibilizado não foi solicitada a identificação do aluno, ou seja, ele pode manifestar sua opinião sincera, sem medo de ser punido ou criticado por qualquer colocação que tenha feito. O professor se ausentou da sala no momento da aplicação deste material, disponibilizando ao líder da turma um envelope para o depósito dos formulários preenchidos, sem distinção ou qualquer outra forma de identificação.

A aplicação deste questionário permite identificar dentre os conteúdos apresentados, as atividades propostas e as avaliações realizadas, as impressões dos alunos que geram o feedback que deve ser considerado tanto na avaliação da eficácia deste Produto Educacional, como sugerir mudanças e sinalizar para outros professores que utilizarem este material, o que precisa ser reajustado. Este formulário encontra-se disponível em anexo (apêndice A).

#### ➤ Diário de Bordo

O professor que conduziu a aplicação do Produto Educacional e que também desempenha o papel de pesquisador, ao longo do processo fez os registros de informações em um documento denominado diário de bordo. Este documento contém as reações e observações acerca do impacto que ele percebeu a cada aula ministrada, a cada experimento realizado e

como os discentes reagiam as atividades propostas. Com base nestes registros, ele pôde refletir sobre sua própria prática, sinalizando inclusive situações corriqueiras e resultados indesejados que surgiram ao longo do processo.

Segundo Santos (2005), baseado nos comentários de Martín e Porlán (1997) e Zabala (2002), o autor destaca a importância do diário de bordo como instrumento que leva a reflexão e autocrítica da prática docente. O texto aplicado neste documento deve ser narrativo e descritivo, podendo levar a descrições mais profundas da dinâmica da sala de aula, à medida que o professor desenvolve as habilidades de observação, categorização e leitura da realidade da sala de aula.

O diário pode ser encarado como uma maneira de documentar o processo que se está desenvolvendo, o momento que se está vivendo, como se está vivendo, sobretudo quando este processo ou este momento tem sentido formativo. Desenvolve a capacidade de escrever e o gosto pela escrita. Através dele, podemos identificar as dificuldades encontradas, os procedimentos utilizados, os sentimentos envolvidos, as situações coincidentes, as inéditas e, do ponto de vista pessoal, como se enfrentou o processo, quais foram os bons e os maus momentos pelos quais se passou, que tipo de impressões e de sentimentos apareceram ao longo da atividade ou ação desenvolvida. É uma via de análise de situações, de tomada de decisões e de correção de rumos (SANTOS, 2005, p.70).

Com a prática de elaboração deste documento, o professor tem a oportunidade de avaliar os fatos observados na sala de aula com certa distância, o que possibilita melhor análise de suas ações em sala de aula. Por tanto, a cada aula, o professor realizou anotações em um caderno destinado ao registro destes dados que consistem em fatos oriundos da observação do processo, acontecimentos interessantes, perguntas, atitudes e comportamento dos discentes. Indicando inclusive como estes fatores podem influenciar a aprendizagem dos alunos.

### 3.6 TÉCNICAS DE ANÁLISE DE DADOS

Neste estudo é utilizada a abordagem qualitativa na pesquisa educacional desenvolvida com objetivo de avaliar os fatos sociais do comportamento e o desempenho dos indivíduos no processo de aprendizagem frente as ações propostas no Produto Educacional, cuja aplicação e observação é realizada pelo professor-mestrando.

Conforme apresentado no referencial teórico deste estudo, a busca pelas evidências de ocorrência da Aprendizagem Significativa deve ocorrer de modo a avaliar a compreensão, a captação de significados, a capacidade de transferência do conhecimento a situações não-conhecidas, não rotineiras ao aluno. Logo a interpretação dada aos dados coletados neste



estudo deve buscar evidenciar os significados que os indivíduos do grupo atribuem aos eventos e objetos utilizados. Erickson (1986, p.126) define a pesquisa interpretativa (qualitativa) em ensino fundamentalmente sob a ótica do significado:

Seres humanos, supõe a perspectiva interpretativa, criam interpretações significativas do ambiente físico e comportamental que os rodeia [...] Através da cultura seres humanos compartilham significados aprendidos e em determinadas situações frequentemente parecem ter criado interpretações significativas similares. Mas estas similaridades superficiais mascaram uma diversidade subjacente; em uma dada ação não se pode supor que os comportamentos de dois indivíduos, atos físicos de forma similar, tenham o mesmo significado para os dois indivíduos [...] Portanto, uma distinção analítica crucial em pesquisa interpretativa é entre comportamento, o ato físico, e ação, que é o comportamento mais as interpretações de significados atribuídas por quem atua e por aqueles com os quais o ator interage [...] O objeto da pesquisa interpretativa social é ação, não comportamento [...] (ERICKSON, 1986, apud, MOREIRA & ROSA, 2009, p.23).

Portanto, neste trabalho é utilizada a pesquisa interpretativa na análise dos dados coletados durante a intervenção, por meio do registro do diário de bordo do professor, da análise das respostas dadas pelos alunos em questões abertas, roteiros experimentais, debates em sala e na apresentação do seminário elaborado pelos alunos ao término da disciplina.

Para auxiliar na interpretação dos dados coletados, são utilizadas ferramentas estatísticas para analisar e dar sustentação a conclusões preliminares sobre a eficácia das ações propostas. Segundo Kerlinger (1980, p.353):

Estatística é a teoria e método de analisar dados obtidos de amostras de observações com o fim de descrever populações, estudar e comparar fontes de variância, para ajudar a tomar decisões sobre aceitar ou rejeitar relações entre fenômenos e para ajudar a fazer inferências fidedignas de observações empíricas.(KERLINGER, 1980, apud, MOREIRA & ROSA, 2009, p.13).

As ferramentas da Estatística Descritiva são usadas também para a análise dos dados coletados no pré-teste e no pós-teste, para organizar, tabular a distribuição de frequências para gerar gráficos de colunas, linhas e histograma. Com base nos critérios de correção destas atividades pode-se também gerar médias aritméticas de acerto dos alunos e do grupo como um todo. Estas ferramentas e posterior análises podem subsidiar a busca por evidências de aprendizagem do conteúdo de ensino do Produto Educacional, segundo a proposta deste estudo.

## 4 APRESENTAÇÃO, DISCUSSÃO DOS DADOS E RESULTADOS

Este capítulo dedica-se a analisar e interpretar os dados coletados durante a intervenção na turma em que o estudo foi realizado. Procura-se buscar evidências de ocorrência de Aprendizagem Significativa, avaliando inclusive o impacto das ações propostas no Produto Educacional e identificando as estratégias exitosas e as que não produziram o efeito esperado. Analisa-se também a opinião dos alunos sobre as atividades desenvolvidas e as anotações do professor sobre os diversos aspectos das ações realizadas com os estudantes. Para facilitar a identificação do avanço dos alunos na compreensão dos conceitos ensinados, na análise das questões que compõem o pré-teste e o pós-teste foram agrupadas de acordo com o tipo de questão (objetiva ou discursiva) e de acordo com o assunto (fontes de energia ou eficiência energética).

### 4.1 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DE PRÉ-TESTE

No início da aplicação do Plano Complementar de atividades, foi proposta a realização de um questionário pré-teste, de forma a identificar os conhecimentos científicos presentes na turma participante. Este questionário aborda a temática dos processos de geração de energia elétrica, as fontes de energia exploradas nas usinas de geração de energia elétrica e procedimentos técnicos de Eficiência Energética. O uso deste instrumento de coleta de dados permitiu gerar parâmetros de comparação e avaliação da influência do Produto Educacional desenvolvido na turma participante. O conteúdo do teste pode ser conferido resumidamente no Quadro 3 (subseção 3.5) e na íntegra, na aula 2 do Produto Educacional (apêndice C).

O critério adotado na correção do pré-teste e do pós-teste, foi definido da seguinte forma:

- Atribui-se 1,0 ponto para questão objetiva correta ou questão discursiva em que o aluno conseguiu chegar a uma resposta aceita no contexto da matéria de ensino.
- Atribui-se 0,5 pontos apenas às questões discursivas, quando o aluno respondeu de modo parcialmente aceito no contexto da matéria de ensino;
- Atribui-se 0,0 pontos para questão incorreta ou em branco, seja ela discursiva ou objetiva. Entende-se como resposta incorreta dada a uma questão discursiva, aquela que apresenta uma interpretação equivocada dos conceitos envolvidos

segundo o modelo cientificamente aceito, ou ainda aquela que se baseia em concepções de senso comum em conflito com os conceitos científicos.

A Tabela 1 apresenta o percentual de acerto dos alunos nas questões do pré-teste e o agrupamento dos percentuais de acerto por questão, por temática abordada (energia ou eficiência) e o percentual de desempenho geral do estudante no questionário. O cálculo do percentual de acerto nas questões do pré-teste ocorreu com uso de média aritmética simples da pontuação alcançada pelo aluno. Dentre as questões sobre energia, na parte objetiva foram consideradas 5 questões (Q-1, Q-3, Q-4, Q-6, Q-8) e na parte discursiva foram consideradas 3 questões (Q-2, Q-5, Q-7). Logo, o aluno que acertou 3 questões na parte objetiva de energia e alcançou 2 pontos na correção das discursivas sobre energia, terá os percentuais de 60% e 66%, respectivamente. O mesmo critério foi aplicado para a correção das questões sobre eficiência energética, com 4 questões na parte objetiva e 1 questão discursiva. Os percentuais gerais de acerto por aluno no teste, apresentados na última coluna foram calculados com base nas 13 questões do questionário. O percentual de acerto por questão na última linha da Tabela 1 foi calculado considerando as respostas dos 18 alunos em cada questão proposta.

**Tabela 1 - Desempenho dos estudantes no pré-teste.**

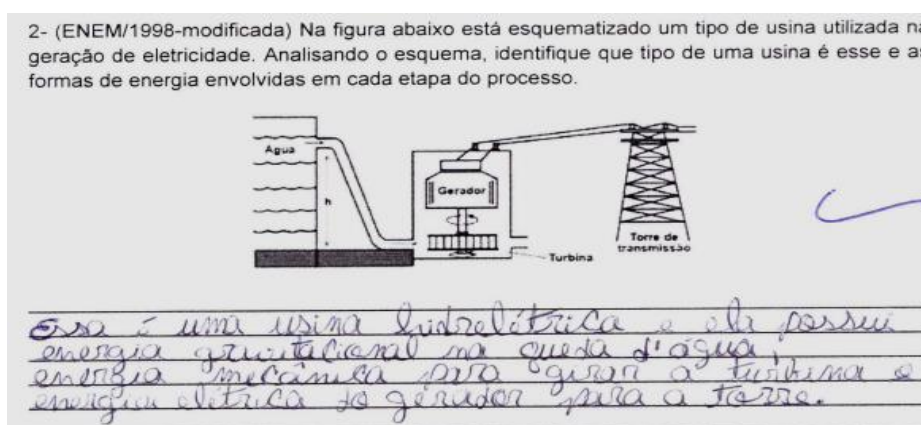
ALUNO	QUESTÕES													ENERGIA		EFICIENCIA		MÉDIA (%)
	Q-1	Q-2	Q-3	Q-4	Q-5	Q-6	Q-7	Q-8	Q-9	Q-10	Q-11	Q-12	Q-13	OBJ (%)	DISC (%)	OBJ (%)	DISC (%)	
<b>A1</b>	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40,00	0,00	0,00	0,00	15,38
<b>A2</b>	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	20,00	50,00	50,00	0,00	34,62
<b>A3</b>	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	80,00	50,00	0,00	0,00	42,31
<b>A4</b>	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,00	0,50	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	80,00	66,67	25,00	0,00	53,85
<b>A5</b>	0,00	0,50	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40,00	16,67	25,00	0,00	26,92
<b>A6</b>	1,00	1,00	0,00	1,00	0,50	0,00	0,50	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60,00	66,67	25,00	0,00	46,15
<b>A7</b>	0,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	60,00	50,00	25,00	0,00	42,31
<b>A8</b>	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	80,00	50,00	50,00	0,00	57,69
<b>A9</b>	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,00	0,50	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	80,00	66,67	0,00	0,00	46,15
<b>A10</b>	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	80,00	50,00	50,00	0,00	57,69
<b>A11</b>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,00	80,00	83,33	75,00	0,00	73,08
<b>A12</b>	0,00	0,50	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,00	60,00	16,67	75,00	0,00	50,00
<b>A13</b>	0,00	0,50	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	60,00	16,67	50,00	0,00	42,31
<b>A14</b>	0,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	60,00	50,00	25,00	0,00	42,31
<b>A15</b>	0,00	0,50	1,00	1,00	0,50	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	60,00	33,33	50,00	0,00	46,15
<b>A16</b>	1,00	0,50	1,00	0,00	0,50	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	60,00	33,33	50,00	0,00	46,15
<b>A17</b>	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,00	60,00	16,67	75,00	0,00	50,00
<b>A18</b>	1,00	0,50	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	80,00	16,67	50,00	0,00	50,00
<b>SOMA</b>	9,00	13,00	14,00	17,00	6,00	0,00	3,00	17,00	10,00	0,00	9,00	9,00	0,00	1140,00	733,33	700,00	0,00	823,08
<b>ACERTO (%)</b>	<b>50,00</b>	<b>72,22</b>	<b>77,78</b>	<b>94,44</b>	<b>33,33</b>	<b>0,00</b>	<b>16,67</b>	<b>94,44</b>	<b>55,56</b>	<b>0,00</b>	<b>50,00</b>	<b>50,00</b>	<b>0,00</b>	<b>63,33</b>	<b>40,74</b>	<b>38,89</b>	<b>0,00</b>	<b>45,73</b>

Fonte: Produzido pelo próprio autor

Nota-se que a média geral de acertos da turma no pré-teste está abaixo de 60%, sendo evidenciada a maior carência no conteúdo de Eficiência Energética, fato previsível, uma vez que os discentes não tiveram aulas específicas deste conteúdo até a intervenção com a aplicação do Produto Educacional desenvolvido. Observa-se que a maioria dos alunos atingiram notas maiores ou iguais a 60% nas questões objetivas relacionadas a fontes de energia, o que constitui um fato positivo, já que a aquisição de novos conhecimentos ao longo da aplicação do Plano Complementar depende da associação com esse conhecimento prévio dos alunos.

Ainda na Tabela 1, destaca-se na última linha os percentuais de acerto por questão do pré-teste na turma, com objetivo de verificar as questões com menor percentual de acerto, de modo que o professor possa sugerir ações ao longo das aulas que possibilitem aos alunos a superação de carências evidenciadas nesta análise. Nota-se que todos os alunos erraram as questões Q-6, Q-10 e Q-13, o que denota o desconhecimento destes assuntos ou a presença de concepções de senso comum que não condizem com o conhecimento científico aplicado neste caso.

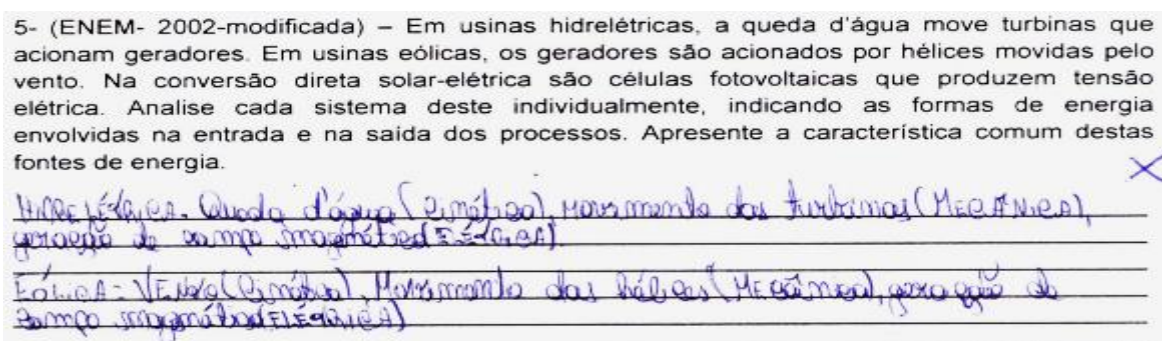
A questão Q-2, versa sobre as etapas de conversão de energia que ocorrem em uma hidrelétrica. A Figura 12 representa a resposta dada por um aluno da turma, na qual pode-se notar a compreensão sobre as etapas do processo.



**Figura 12** - Resposta dada por um aluno da turma participante a questão Q-2 do pré-teste. Produzido pelo próprio autor.

Todos os alunos da turma participante identificaram que este sistema representa uma usina hidrelétrica, sendo que apenas 6 alunos tiveram dificuldades de identificar as formas de energia envolvidas em cada etapa. Nenhum aluno deixou esta questão em branco.

A questão Q-5 versa sobre características dos sistemas de geração de energia elétrica baseados em hidroeletricidade, sistemas eólicos e de placas fotovoltaicas. A Figura 13 representa a resposta dada por um aluno da turma, nota-se que este aluno não conhece o sistema fotovoltaico, o que indica a necessidade de apresentação deste sistema nas aulas seguintes do Plano Complementar.



**Figura 13** - Resposta dada por um aluno da turma participante a questão Q-5 do pré-teste. Produzido pelo próprio autor.

Dentre os alunos da turma participante, um aluno acertou integralmente a questão, identificando as principais características das fontes de energia mencionadas, 10 alunos acertaram parcialmente a questão, tendo dificuldades em caracterizar e associar os sistemas eólicos e fotovoltaicos, 6 alunos erraram a questão, e 1 aluno deixou esta questão em branco.

Considerando o texto da questão Q-6 apresentado na Figura 14 que versa sobre as características da exploração de hidroeletricidade, nota-se que a maioria dos alunos classificam esta fonte como limpa, não contribuindo para o efeito estufa.

Nota-se que os alunos não prestaram atenção em um dado importante do enunciado da questão, transcrito aqui neste trecho “estudos indicam que as emissões de metano (CH<sub>4</sub>) das hidrelétricas podem ser comparáveis às emissões de CO<sub>2</sub> das termelétricas. MORET, A. S.; FERREIRA”. Logo, apesar de renovável, esta fonte não pode ser considerada limpa, denotando que eles possuem concepções provenientes do senso comum, acreditando que esta fonte não polui o meio ambiente.

6- (ENEM- 2011) – Segundo dados do Balanço Energético Nacional de 2008, do Ministério das Minas e Energia, a matriz energética brasileira é composta por hidrelétrica (80%), termelétrica (19,9%) e eólica (0,1%). Nas termelétricas, esse percentual é dividido conforme o combustível usado, sendo: gás natural (6,6%), biomassa (5,3%), derivados de petróleo (3,3%), energia nuclear (3,1%) e carvão mineral (1,6%). Com a geração de eletricidade da biomassa, pode-se considerar que ocorre uma compensação do carbono liberado na queima do material vegetal pela absorção desse elemento no crescimento das plantas. Entretanto, estudos indicam que as emissões de metano (CH<sub>4</sub>) das hidrelétricas podem ser comparáveis às emissões de CO<sub>2</sub> das termelétricas. MORET, A. S.; FERREIRA, I. A. As hidrelétricas do Rio Madeira e os impactos socioambientais da eletrificação no Brasil. Revista Ciência Hoje. V. 45, n.º 265, 2009 (adaptado).

No Brasil, em termos do impacto das fontes de energia no crescimento do efeito estufa, quanto à emissão de gases, as hidrelétricas seriam consideradas como uma fonte:

- a- limpa de energia, contribuindo para minimizar os efeitos deste fenômeno.
- b- eficaz de energia, tomando-se o percentual de oferta e os benefícios verificados.
- c- limpa de energia, não afetando ou alterando os níveis dos gases do efeito estufa.
- d- poluidora, colaborando com níveis altos de gases de efeito estufa em função de seu potencial de oferta.
- e- alternativa, tomando-se por referência a grande emissão de gases de efeito estufa das demais fontes geradoras.

**Figura 14** - Texto da questão Q-6 do pré-teste. Produzido pelo próprio autor.

A questão Q-7 versa sobre o processo de geração de energia elétrica através de uma termelétrica, na Figura 15, observa-se a resposta de um aluno que afirma desconhecer este sistema de geração.

7- (ENEM - modificada) O esquema mostra um diagrama de bloco de uma estação geradora de eletricidade abastecida por combustível fóssil.

Com base nas formas de energia envolvidas e na dinâmica dos processos em cada etapa do sistema, explique como energia se manifesta em cada processo e comente quais as possíveis perdas de energia que ocorrem ao longo do sistema representado pela figura.

*Não sei responder essas questões*

**Figura 15** - Resposta dada por um aluno da turma participante a questão Q-7 do pré-teste. Produzido pelo próprio autor.

Dentre os alunos que realizaram o teste, dez alunos deixaram a questão em branco ou não souberam responder, dois alunos caracterizaram o processo de forma incorreta e seis alunos acertaram em partes a caracterização do processo recebendo metade da pontuação da questão.

O texto da questão Q-10 é apresentado na Figura 16, nota-se pelos registros dos alunos que a dificuldade encontrada está em realizar os cálculos de rendimento energético que ocorre em uma reação química de combustão em termoelétricas.

10- (Empresa de Pesquisa Energética 2012) Uma usina termoelétrica hipotética utiliza o gás natural, que possui poder calorífico de 9.000 kcal/m<sup>3</sup>, como combustível. Supondo-se que a usina possua um rendimento de 40%, o volume de gás natural, em m<sup>3</sup>, necessário para que a usina atenda a uma demanda de 100 MW por um período de 3 horas é, aproximadamente,

- a- 20.000
- b- 30.000
- c- 50.000
- d- 60.000
- e- 70.000

**Figura 16** - Texto da questão Q-10 do pré-teste. Produzido pelo próprio autor.

A dificuldade evidenciada indica que os alunos não relacionaram a conversão de energia calorífica em elétrica, desconhecendo a conversão de calorias em joules e a definição de rendimento de um sistema ou processo.

A questão Q-13 que versa sobre o sistema tarifário aplicado a consumidores industriais para cobrança de energia elétrica pela concessionária local não foi resolvida por nenhum aluno, deixada em branco em todos os formulários de respostas dos alunos. Este fato é esperado, já que o conteúdo técnico aplicado nesta análise só é apresentado na disciplina de Eficiência Energética, não tendo sido cursada por eles até a data da aplicação do pré-teste.

Ficou evidenciado que as primeiras aulas a serem ministradas para esta turma deveriam contemplar as carências de conteúdos apontadas no pré-teste. Faz-se necessário, portanto, a reapresentação de conceitos de Energia; Trabalho; Potência; Rendimento; Transformações de Energia; Conservação de Energia; Sistemas eólicos; fotovoltaicos; termoelétricas nas próximas aulas antes de entrar no conteúdo técnico de Eficiência Energética.

Para potencializar a abordagem desses conceitos em que os alunos apresentaram maior dificuldade, foram preparados os seguintes materiais: 1- Leitura do texto (5ª aula) com o título "O ENTENDIMENTO DOS ESTUDANTES SOBRE ENERGIA NO INÍCIO DO ENSINO MÉDIO", e posterior discussão com os alunos; 2- Uma sequência de slides (7ª aula) para reapresentar os conceitos de energia, trabalho, potência, rendimento e os explorar alguns



processos de geração de energia elétrica; 3- Um roteiro de utilização para o simulador computacional da plataforma PhET, visando explorar os processos de conversão de energia; 4- Um roteiro para explorar o experimento do motor de Stirling, visando melhorar a compreensão do processo de geração de energia na termoelétrica.

#### 4.2 ANÁLISE DO PÓS-TESTE

No 9º encontro com a turma (aulas 23,24,25 e 26) do Plano Complementar, foi proposta a aplicação de um questionário pós-teste, como avaliação escrita da unidade curricular de Eficiência Energética. A correção deste teste foi feita considerando o mesmo critério aplicado ao pré-teste, disponível na seção 4.1. Os resultados desta correção foram utilizados para compor a nota da disciplina e avaliar possíveis impactos positivos das aulas baseadas nos pressupostos teóricos da TAS e da Motivação, na compreensão dos conteúdos ministrados na unidade curricular de Eficiência Energética.

A interpretação dos dados coletados nesta avaliação foi feita conforme as orientações da metodologia (subseção 3.6 de técnica de análise de dados). O conteúdo do pós-teste pode ser conferido resumidamente no Quadro 4 (subseção 3.5) e na íntegra, na aula 23 do Produto Educacional (apêndice C).

A Tabela 2 apresenta o percentual de acerto dos alunos nas questões do pós-teste e o agrupamento dos percentuais de acerto por questão, por temática abordada (energia ou eficiência) e o percentual de desempenho geral do estudante no questionário. O cálculo do percentual de acerto nas questões do pré-teste ocorreu com uso de média aritmética simples da pontuação alcançada pelo aluno. Dentre as questões sobre energia, na parte objetiva foram consideradas 4 questões (Q-1, Q-2, Q-4, Q-5) e na parte discursiva apenas a questão Q-3, logo o aluno que acertou 3 questões na parte objetiva de energia e alcançou 0,5 pontos na correção das discursivas sobre energia, terá os percentuais de 75% e 50%, respectivamente. O mesmo critério foi aplicado para a correção das questões sobre eficiência energética, com 5 (Q-6, Q-9, Q-10, Q-11, Q-13) questões na parte objetiva e 5 (Q-7, Q-8, Q-12, Q-14, Q-15) questões na parte discursiva. Os percentuais gerais de acerto por aluno no teste, apresentados na última coluna foram calculados com base nas 15 questões do questionário. O percentual de acerto por questão na última linha desta tabela foi calculado considerando as respostas dos 18 alunos em cada questão proposta.

**Tabela 2 - Desempenho dos estudantes no pós-teste.**

ALUNO	QUESTÕES															ENERGIA		EFICIENCIA		MÉDIA (%)
	Q-1	Q-2	Q-3	Q-4	Q-5	Q-6	Q-7	Q-8	Q-9	Q-10	Q-11	Q-12	Q-13	Q-14	Q-15	OBJ (%)	DISC (%)	OBJ (%)	DISC (%)	
A1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	60,00	0,00	53,33
A2	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,50	1,00	0,00	1,00	0,50	1,00	0,00	1,00	75,00	100,00	60,00	60,00	66,67
A3	1,00	1,00	0,50	1,00	0,00	1,00	0,50	0,50	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	75,00	50,00	60,00	60,00	63,33
A4	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	100,00	100,00	60,00	40,00	66,67
A5	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	0,00	1,00	0,50	0,00	1,00	1,00	75,00	100,00	60,00	80,00	73,33
A6	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	75,00	100,00	60,00	100,00	80,00
A7	1,00	1,00	0,50	0,00	1,00	0,00	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	75,00	50,00	60,00	70,00	66,67
A8	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	50,00	100,00	80,00	60,00	66,67
A9	1,00	1,00	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,00	0,00	1,00	0,50	1,00	0,00	1,00	100,00	50,00	60,00	60,00	70,00
A10	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,50	0,00	1,00	1,00	75,00	100,00	60,00	90,00	76,67
A11	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	0,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	75,00	100,00	60,00	90,00	76,67
A12	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	100,00	100,00	40,00	30,00	56,67
A13	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	75,00	0,00	100,00	0,00	53,33
A14	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	75,00	100,00	60,00	20,00	53,33
A15	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	50,00	100,00	60,00	80,00	66,67
A16	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	75,00	100,00	80,00	70,00	76,67
A17	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	1,00	75,00	100,00	60,00	60,00	66,67
A18	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,50	0,50	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	75,00	100,00	60,00	50,00	63,33
<b>SOMA</b>	18,00	11,00	15,50	11,00	16,00	16,00	13,50	6,50	10,00	10,00	16,00	9,00	5,00	7,00	15,00	1400,00	1550,00	1140,00	1020,00	1196,67
<b>ACERTO (%)</b>	<b>100,00</b>	<b>61,11</b>	<b>86,11</b>	<b>61,11</b>	<b>88,89</b>	<b>88,89</b>	<b>75,00</b>	<b>36,11</b>	<b>55,56</b>	<b>55,56</b>	<b>88,89</b>	<b>50,00</b>	<b>27,78</b>	<b>38,89</b>	<b>83,33</b>	<b>77,78</b>	<b>86,11</b>	<b>63,33</b>	<b>56,67</b>	<b>66,48</b>

Fonte: Produzido pelo próprio autor.

Observando a última linha desta tabela, verifica-se que as questões com maior percentual de erro correspondem as questões Q-8, Q-12, Q-13, Q-14, revelando duas dificuldades ainda presentes na turma: a realização de cálculos aplicados a potência, energia e rendimento presentes nos contextos dos procedimentos técnicos de eficiência energética e análise tarifária aplicada aos consumidores industriais. Destaca-se como maiores percentuais de acerto as questões Q-1, Q-3, Q-5, Q-11, Q-15, sendo as três primeiras aplicadas a geração de energia elétrica e as outras aplicadas a Eficiência Energética.

A questão Q-15 foi elaborada por cada aluno da turma participante, revelando o ganho de vocabulário científico, o interesse por fontes alternativas exploradas na geração de energia elétrica, e a aquisição de ações e procedimentos técnicos de Eficiência Energética. Observando os percentuais gerais de acerto na prova, nota-se que a maioria da turma alcançou a média de 60% de acertos, sendo que apenas 4 alunos da turma ficaram de recuperação paralela desta avaliação. Os percentuais de acerto em questões discursivas neste teste evoluíram comparados ao pré-teste, o que sugere que a turma pode ter avançado na compreensão desses conceitos.

A Tabela 3 apresenta os percentuais de acerto no pré-teste e no pós-teste, organizados de acordo com a distribuição de questões aplicadas aos processos de transformação de energia ou procedimentos técnicos de Eficiência Energética. Para possibilitar a comparação entre os dois testes, extraídos das Tabelas 1 e 2, apresentadas anteriormente. Nota-se que a maioria dos alunos melhorou o percentual alcançando nas questões de energia e mais expressivamente nas questões de eficiência energética, o que sugere que as turmas podem ter avançado no entendimento e no aprendizado dos conteúdos, com a aplicação do Plano Complementar. No entanto, observa-se também a ocorrência de questões com baixo percentual de acerto (<50%), denotando a necessidade de reapresentar os conceitos das questões com menor índice de acerto. Esta verificação será discutida mais adiante nesta subseção.

**Tabela 3** - Percentual de acerto dos alunos no pré-teste e pós teste.

ALUNO	ENERGIA PRÉ-TESTE (%)	ENEGIA PÓS-TESTE (%)	EFICIÊNCIA PRÉ-TESTE (%)	EFICIÊNCIA PÓS-TESTE (%)
A1	25,00	100,00	0,00	82,40
A2	31,25	80,00	50,00	82,40
A3	68,75	70,00	40,00	54,40
A4	75,00	100,00	58,33	82,40
A5	31,25	80,00	18,33	82,40
A6	62,50	80,00	58,33	82,40
A7	56,25	70,00	45,00	54,40
A8	68,75	60,00	50,00	91,20
A9	75,00	90,00	53,33	54,40
A10	68,75	80,00	50,00	82,40
A11	81,25	80,00	81,67	82,40
A12	43,75	100,00	28,33	73,60
A13	43,75	60,00	23,33	44,00
A14	56,25	80,00	45,00	82,40
A15	50,00	60,00	36,67	82,40
A16	50,00	80,00	36,67	91,20
A17	43,75	80,00	28,33	82,40
A18	56,25	80,00	23,33	82,40
MÉDIA (%)	54,86	79,44	40,37	76,09

Fonte: Produzido pelo próprio autor.

Considerando a correlação de conceitos entre as questões dos testes aplicados, de acordo com o Quadro 5 (subseção 3.5), é possível avaliar se houve um possível avanço na compreensão dos alunos sobre esses conceitos, conforme o disposto na Tabela 4.

**Tabela 4** - Correlação entre os percentuais de acerto no pré-teste e pós-teste

Pré-teste (%)		Pós-teste (%)		Correlação
Q-6	0,00	Q-2	61,11	Tem
Q-8	94,44	Q-3	86,11	
Q-11	50,00	Q-5 e Q-12	88,89 e 50,00	
Q-10	0,00	Q-8	36,11	
Q-13	0,00	Q-14	38,89	
Q-1	50,00	Q-1	100,00	Não tem
Q-2	72,22	Q-4	61,11	
Q-3	77,78	Q-5	88,89	
Q-4	94,44	Q-6	88,89	
Q-5	33,33	Q-7	75,00	
Q-7	16,67	Q-9	55,56	
Q-9	55,56	Q-10	55,56	
Q-12	50,00	Q-11	88,89	

Fonte: Produzido pelo próprio autor.

Com base nos percentuais de acerto por questão correlata no pós-teste apresentados na Tabela 4, é possível notar que a turma pode ter avançado na compreensão dos conceitos discriminados no Quadro 5 (subseção 3.5). Nota-se que em alguns casos o possível avanço foi expressivo, em outros mais modesto e em outros houve uma pequena redução, fazendo-se necessário analisar cada questão que compôs os testes, buscando identificar os conteúdos que não foram satisfatoriamente (percentual de acertos acima de 50%) compreendidos, para um segundo momento de nova oportunidade de discussão com os alunos e reaplicação do teste (recuperação paralela) para a recuperação da nota.

A questão Q-1 versa sobre a temática de fontes renováveis de energia, comparando sistemas hidrelétricos, eólicos e fotovoltaicos, todos os alunos acertaram esta questão. A questão Q-2 foi corretamente respondida por 11 alunos, sendo transcrita na íntegra do pré-teste. Na ocasião da aplicação do pré-teste, todos os alunos erraram esta questão. O fato de 11 alunos terem acertado a esta questão denota que alguns alunos ainda persistem na associação direta trazida do senso comum de que uma fonte renovável é equivalente a fonte limpa. Logo é necessário rerepresentar os conceitos envolvidos e aplicar atividades de recuperação.

A questão Q-3, solicita ao aluno que escolha um ou mais sistemas de geração baseados em características da matriz energética de um país. A Figura 17 representa a resposta dada por um aluno da turma, nota-se nesta resposta a compreensão do aluno sobre a matriz energética do país, apresentando a escolha adequada para esta aplicação.

3- (ENEM 2012/ADAPTADO) Suponha que você seja um consultor e foi contratado para assessorar a implantação de uma matriz energética em um pequeno país com as seguintes características: região plana, chuvosa e com ventos constantes, dispondo de poucos recursos hídricos e sem reservatórios de combustíveis fósseis.

De acordo com as características desse país, apresente os sistemas de geração de energia elétrica possíveis para implementação neste país. Qual você escolheria dentro do seu contexto social e tecnológico? Justifique.

*Dentro do contexto desse país o tipo de geração escolhida seria a geração eólica. Pois, o país não se enquadrava em usinas eólicas, termelétricas e hidrelétricas. Por possuir ventos constantes possibilita a implantação desse sistema.*

**Figura 17** - Resposta dada por um aluno da turma participante a questão Q-3 do pós-teste. Produzido pelo próprio autor.

Todos os alunos da turma participante identificaram que o sistema de geração adequado é o Eólico, sendo que apenas quatro alunos não citaram em suas repostas a impossibilidade de

implementação de outros sistemas baseados na exploração de hidroeletricidade, combustíveis fósseis e painéis fotovoltaicos.

A questão Q-4 aborda conceitos relacionados a exploração da Biomassa. Como 11 alunos acertaram a esta questão no pós-teste, foi necessária uma atividade de recuperação que aborde este conteúdo, oportunizando discussões em grupo com os alunos que já possuem esses conceitos incorporados em sua estrutura cognitiva.

A questão Q-5 foi corretamente respondida por 16 alunos, o que denota um possível avanço da turma participante no domínio de cálculos numéricos relacionados a Potência e Energia Elétrica. No pré-teste, as questões que abordavam esta temática (Q-10 todos os alunos erraram e Q-11 9 alunos acertaram no pré-teste), logo é possível notar mais uma possibilidade de contribuição do Plano Complementar na turma participante.

A questão Q-6 foi corretamente resolvida por 16 dos alunos, o que sugere um possível avanço na compreensão do programa Procel, interpretando corretamente o selo presente em eletrodomésticos. Este conteúdo foi apresentado na série vida de república e foi debatido em sala de aula em atividades de reflexão baseadas nos capítulos da série “Vida de República” da Eletrobrás, nota-se que o uso deste recurso em mídia favoreceu a ocorrência de aprendizagem dos discentes.

A questão Q-7 solicita a realização cálculos envolvendo potência e energia elétrica, aplicados a projetos de sistemas de iluminação. Nota-se pela resposta dada pelo aluno na Figura 18 a compreensão das fórmulas e manipulações matemáticas necessárias a solução desta questão.

8- (EPE -2012) Em uma instalação comercial, há 12 luminárias com 4 lâmpadas fluorescentes tubulares de 32 W cada. A equipe de manutenção estuda a possibilidade de substituir todas as lâmpadas das luminárias por luminárias Led tubulares de 15 W. Considere que as lâmpadas funcionam 8 horas por dia, 30 dias no mês, e que o custo do kWh é R\$ 0,80. Nessas condições, determine a economia aproximada na fatura da concessionária referente ao consumo de energia.

$12 \times 32 = 384 \text{ W}$   
 $384 \text{ W} \times 8 \text{ h} = 3072 \text{ Wh}$   
 $3072 \text{ Wh} \times 30 = 92160 \text{ Wh}$   
 $92160 \text{ Wh} \times 0,8 = \text{R\$ } 73,728$

$12 \times 15 = 180 \text{ W}$   
 $180 \text{ W} \times 8 \text{ h} = 1440 \text{ Wh}$   
 $1440 \text{ Wh} \times 30 = 43200 \text{ Wh}$   
 $43200 \text{ Wh} \times 0,8 = \text{R\$ } 34,560$

economia:  $\text{R\$ } 39,168$

**Figura 18** - Resposta dada por um aluno da turma participante a questão Q-7 do pós-teste. Produzido pelo próprio autor.

Dentre os alunos da turma participante, 15 alunos resolveram a questão corretamente, sendo que apenas três alunos cometeram erros na realização das operações matemáticas,

não alcançando o resultado correto da questão. A Figura 19 apresenta outra questão envolvendo cálculos matemáticos, porém o conceito envolvido é o de rendimento.

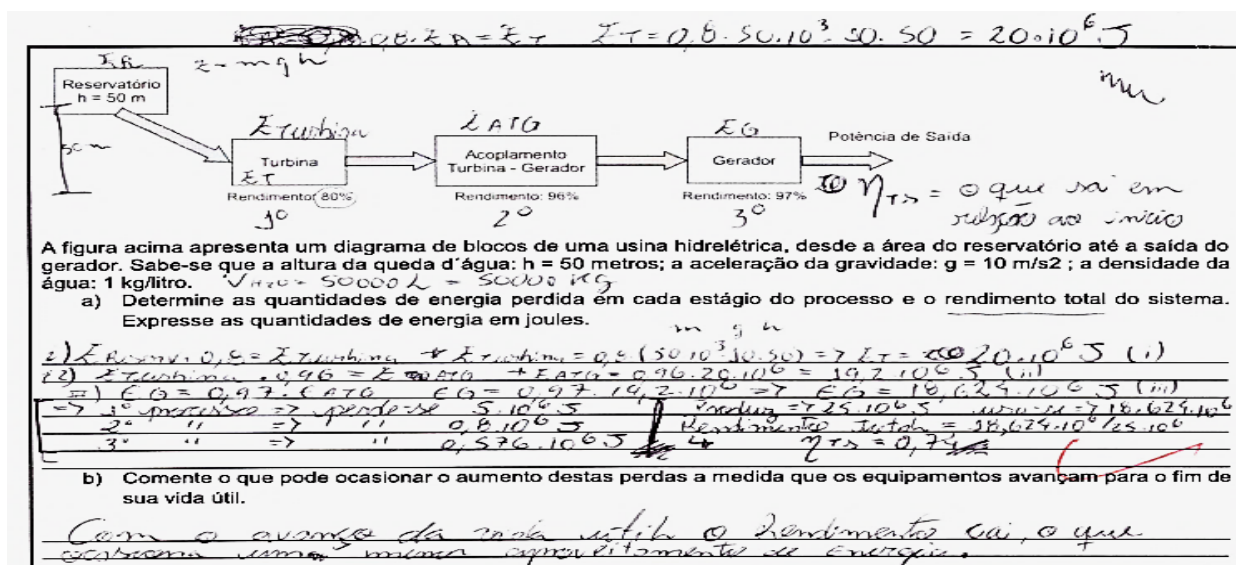


Figura 19 - Resposta dada por um aluno da turma participante a questão Q-8 do pós-teste.

Produzido pelo próprio autor.

A questão Q-8 exige dos alunos a compreensão do conceito de rendimento e cálculo de perdas no processo de geração baseado em hidroeletricidade, semelhante a questão Q-7 do pré-teste que abordava o conceito de rendimento em um sistema termoeletrico. Na Figura 14, observa-se que o aluno conseguiu calcular as perdas em cada etapa do processo descrito, inclusive identificando corretamente as formas de energia em cada etapa. No item b desta questão é solicitado ao aluno a compreensão do efeito de diminuição do rendimento de um equipamento, à medida que ele vai chegando ao fim de sua vida útil, este fato foi trabalhado tanto nas recomendações técnicas de Eficiência Energética, como na série vida de república da Eletrobrás. Na turma participante, 13 alunos resolveram esta questão corretamente, quatro alunos cometeram erros matemáticos na realização dos cálculos e um aluno deixou a questão em branco. Nota-se um avanço considerável da turma na compreensão dos conceitos desta questão, isto por que, no pré-teste, a questão Q-7 que abordava a mesma temática, foi errada por toda a turma.

A questão Q-9 versa sobre sistemas fotovoltaicos, sendo corretamente respondida por 10 alunos, o que denota a necessidade de revisão deste conteúdo nas aulas seguintes, destaca-se que esta dificuldade já havia sido identificada no pré-teste, o que indica que mesmo com

as estratégias adotadas na aplicação do Plano Complementar, ainda tem alunos que não realizaram a aquisição de alguns conceitos aplicados a esses sistemas.

A questão Q-10 relaciona-se com procedimentos técnicos e recomendações de Eficiência Energética. Como 11 alunos acertaram a esta questão, surge a necessidade de revisar estes conteúdos e propor atividades de recuperação. Neste estudo, optou-se por aplicar testes conceituais com auxílio do método de Instrução pelos Colegas (Araújo e Mazur, 2013), induzindo a interação entre os alunos que consolidaram esses conceitos (alunos que acertaram esta questão na prova). Esta ação foi proposta com expectativa de que ocorresse a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora destes conceitos ainda não incorporados, de modo que ocorra a negociação de significados entre os alunos da turma participante.

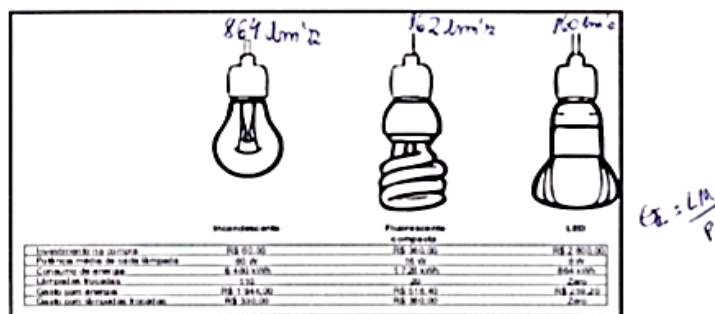
A questão Q-11 aborda conceitos sobre o aquecedor solar, sendo respondida corretamente por 16 alunos que compõem a turma participante, tal fato pode ter sido favorecido pela experiência com a pesquisa para o desenvolvimento do seminário e elaboração de maquetes, em que os alunos construíram um protótipo de aquecedor solar, além de ter que apresentá-lo para os demais alunos da escola.

A questão Q-12 refere-se à seleção de lâmpadas para projetos luminotécnicos eficientes. A Figura 20 demonstra a solução dada a esta questão por um aluno da turma participante, nota-se a apropriação dos termos técnicos, o uso correto das fórmulas e a manipulação algébrica correta, inclusive, percebendo que apesar de ter custo mais elevado, a lâmpada LED tem uma vida útil muito superior, com maior eficiência luminosa e com menor consumo de energia elétrica.

Vale ressaltar que foi ministrada uma aula experimental no Plano Complementar, em que os alunos tiveram a oportunidade de verificar o fluxo luminoso, a eficiência luminosa, a temperatura, a diferença de potencial elétrico, o comportamento mediante a ocorrência de quedas de tensão na instalação elétrica, a corrente solicitada por cada tipo de lâmpada (Incandescente, Fluorescente, LED e Halógena) e com isso verificar qual opção é mais viável em aplicações de Eficiência Energética. Na turma participante, 14 alunos resolveram esta questão corretamente e 4 alunos cometeram erros matemáticos na realização dos cálculos.



12- (ENEM2012/MODIFICADO) A figura apresenta a comparação dos gastos de três tipos de lâmpadas residenciais de mesmo brilho, durante cinco anos. Considera-se a utilização média de vinte pontos de luz, utilizando em média dez lâmpadas acesas durante 6 horas ao custo de R\$ 0,30, para cada 1kWh consumido



a) Para cada lâmpada apresentada, calcule sua eficiência luminosa, a quantidade de energia elétrica em kWh e o respectivo valor pago na fatura por esta energia.

$I = E \cdot L = 864 / 60 = 14,4 \text{ lúmens / pt}$  |  $E = P \cdot \Delta T = 10 \cdot 60 \cdot 6 \cdot 30 = 108 \text{ kWh/a}$   
 $II = E \cdot L = 1620 / 60 = 27 \text{ lúmens / pt}$  |  $E = P \cdot \Delta T = 10 \cdot 60 \cdot 6 \cdot 30 = 216 \text{ kWh/a}$   
 $III = E \cdot L = 1606 / 60 = 26,77 \text{ lúmens / pt}$  |  $E = P \cdot \Delta T = 10 \cdot 60 \cdot 6 \cdot 30 = 216 \text{ kWh/a}$   
 Total pago = 2 → 409,60 = 224,40  
 I → 216,00 = 8,32 reais  
 II → 144,00 = 4,32 reais

b) Apresente a melhor lâmpada a ser escolhida, considerando as informações da imagem acima e as recomendações dos programas de eficiência energética. Justifique sua escolha.

*LED possui maior eficiência energética e não foi necessário de 50% na perda financeira.*

Figura 20 - Resposta dada por um aluno da turma participante a questão Q-12 do pós-teste. Produzido pelo próprio autor.

A questão Q- 13 versa sobre conceitos técnicos aplicados a análise tarifária de consumidores atendidos pela concessionária local, nota-se pelo baixo índice de acerto desta questão (5 alunos apenas), que os alunos podem não ter compreendido as definições técnicas aplicadas, sinalizando a necessidade de intervenção do professor, rerepresentando estes conteúdos e oferecendo a oportunidade de recuperação destes conceitos.

A questão Q-14 versa sobre a análise tarifária aplicada a consumidores industriais, solicitando ao aluno que identifique as alternativas para um cliente industrial que deseja solicitar um contrato de fornecimento com a concessionária de energia local. Nota-se na Figura 21 que o aluno apresentou as opções de contrato de fornecimento dentro das especificações técnicas da ANEEL.

Na turma participante, 12 alunos responderam corretamente esta questão, sendo que outros 6 alunos responderam parcialmente, deixando o item b em branco. Observa-se uma notável evolução, uma vez que no pré-teste, a questão Q-13 que aborda o mesmo tema, foi deixado em branco por todos os alunos da turma. Este fato sugere a apropriação destes conceitos por maior parte dos alunos na turma participante, o que pode ser uma evidência de aprendizagem significativa deste conteúdo.

14- (COCEL 2011/MODIFICADA) A estrutura tarifária, conjunto de tarifas aplicáveis às componentes de consumo de energia elétrica e/ou demanda de potência ativas, de acordo com a modalidade de fornecimento, é caracterizada pela aplicação de tarifas de consumo de energia elétrica e/ou demanda de potência independentemente das horas de utilização do dia e dos períodos do ano. No mesmo sentido, a estrutura tarifária horo-sazonal caracteriza-se pela aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica e de demanda de potência, de acordo com as horas de utilização do dia e dos períodos do ano. Acerca disso, considere as seguintes definições:

1. Tarifa Verde: modalidade estruturada para aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica de acordo com as horas de utilização do dia e os períodos do ano, bem como de uma única tarifa de demanda de potência.
2. Horário de ponta (P): período definido pela concessionária e composto por 3 (três) horas diárias consecutivas, exceção feita aos sábados, domingos, terça-feira de carnaval, sexta-feira da Paixão, Corpus Christi, dia de finados e os demais feriados definidos por lei federal, considerando as características do seu sistema elétrico.
3. Horário fora de ponta (F): período composto pelo conjunto das horas diárias consecutivas e complementares àquelas definidas no horário de ponta.

a) Considerando um cliente industrial, com fornecimento de tensão na rede de média tensão 13,8KV, quais as modalidades tarifárias que ele pode escolher momento da contratação dos serviços de fornecimento de energia elétrica?

Tarifa verde e Tarifa Azul. (Horo-sazonal)

b) Explique cada uma dessas modalidades e apresente o procedimento de escolha da melhor forma considerando o custo final da fatura de energia deste consumidor.

Tarifa Verde → é Tarifa para demanda e custo para a utilidade composta pelos horários de ponta e fora de ponta.

Tarifa Azul → é Tarifa para demanda em horários de ponta e fora de ponta e Tarifa para a utilidade composta pelos horários de ponta e fora de ponta.

Procedimento: O cliente analisa as condições de consumo nos horários de ponta uma hora, com o objetivo de saber com qual tarifa horo-sazonal possui a melhor adequação.

**Figura 21** - Resposta dada por um aluno da turma participante a questão Q-14 do pós-teste. Produzido pelo próprio autor.

Na questão Q-15 foi solicitado aos alunos que elaborassem uma questão com sua respectiva resposta dentre os assuntos abordados na unidade curricular de Eficiência Energética. Segue algumas das produções dos discentes:

- **Questão:** “Explique com suas palavras o que é efeito fotoelétrico, primordial para placas fotovoltaicas.”
- **Resposta:** “Consiste na formação de uma corrente elétrica no material semicondutor da placa solar devido a ação dos raios solares, cada partícula de luz bate no silício e arrasta elétrons em uma mesma direção.”
- **Questão:** “Apesar do Brasil ser um país com alta incidência solar, essa forma de energia não é tão explorada. Apresente formas de melhor utilização desta fonte.”
- **Resposta:** “A energia solar fotovoltaica pode ser utilizada através da microgeração instalada em residências, condomínios e indústrias de grande porte. Pode ser aplicada também nos postes nas ruas.”
- **Questão:** “Explique os sistemas on-grid e off-grid aplicados a sistemas fotovoltaicos.”

- *Resposta: “Os sistemas on-grid trabalham com um relógio bidirecional, onde a energia produzida e não consumida é devolvida para a rede elétrica, tornando-se crédito para o proprietário do contrato. Nos sistemas off-grid, utilizam-se baterias para armazenar a energia produzida e não consumida, aplicado a locais rurais afastados da rede elétrica.”*
- *Questão: “O que é controlador de carga em um sistema de geração off-grid?”*
- *Resposta: “É um equipamento que serve para fazer o monitoramento da tensão de saída das placas assim como a energia armazenada nas baterias. Ele controla o momento em que o sistema fornece energia elétrica e quando ele carrega as baterias.”*
- *Questão: “Apresente uma medida aplicada na indústria para melhorar a eficiência energética de transformadores.”*
- *Resposta: “É possível introduzir matérias na fabricação do transformador que promovam menores perdas por aquecimento e melhor efeito magnético no núcleo do transformador.”*
- *Questão: “Como os aquecedores solares podem contribuir para eficiência energética nas residências?”*
- *Resposta: “A água armazenada nestes aquecedores fica a uma temperatura ideal para substituição do chuveiro elétrico, evitando o gasto de energia elétrica para realização desta tarefa.”*
- *Questão: “Qual a influência da Eficiência energética no nosso cotidiano?”*
- *Resposta: “Melhorar a qualidade e funcionamento das instalações elétricas residências e industriais, de modo que os sistemas evitem desperdiçar energia de forma ineficiente.”*
- *Questão: “Apresente dois benefícios do uso de lâmpadas LED em sistemas de iluminação?”*
- *Resposta: “Melhor eficiência na conversão de energia elétrica em luz, pois consegue produzir o mesmo fluxo luminoso que uma lâmpada incandescente, porém com menor potência elétrica. Maior vida útil, sendo o dobro dos valores dos outros tipos de lâmpadas.”*

Pelas contribuições dos alunos, nota-se o uso de termos técnicos aplicados a ações e procedimentos de Eficiência Energética, o que evidencia um ganho de vocabulário científico. Dentre as perguntas elaboradas, nota-se maior frequência de citação dos sistemas fotovoltaicos, com tendência a descrever as instalações elétricas e equipamentos utilizados. Outras citações observadas aplicam-se ao uso de aquecedores solares, de lâmpadas LED em sistemas de iluminação e ações e procedimentos de Eficiência energética na indústria.

#### 4.2.1 Análise do Desempenho Geral dos Alunos no Pré-Teste e Pós-Teste

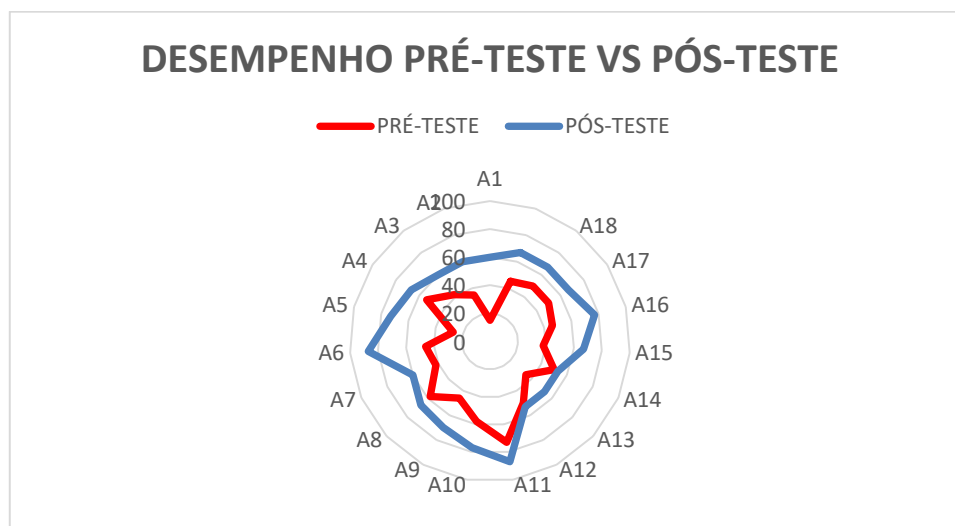
Neste item, todas as questões objetivas como as discursivas foram consideradas para gerar os dados que são apresentados nesta subseção, o foco aqui é verificar a evolução dos resultados, comparando as notas alcançadas no pré-teste e no pós-teste. No pré-teste foram apresentadas 13 questões, no pós-teste foram apresentadas 15 questões, ambos os questionários abordam conceitos correlacionados. O critério de correção foi o mesmo adotado nas análises anteriores. A Tabela 5 demonstra os percentuais de acerto entre o pré-teste e o pós-teste, é possível verificar que todos os alunos melhoraram seu desempenho. Verifica-se que todos os alunos acertaram mais que 50 % do pós-teste, sendo que apenas três alunos ficaram abaixo da média da instituição de ensino a que eles pertencem.

**Tabela 5** - Percentual total de acerto dos alunos no pré-teste e no pós-teste.

ALUNO	PRÉ-TESTE (%)	PÓS-TESTE (%)
A1	15,38	53,33
A2	34,62	66,67
A3	42,31	63,33
A4	53,85	66,67
A5	26,92	73,33
A6	46,15	80,00
A7	42,31	66,67
A8	57,69	66,67
A9	46,15	70,00
A10	57,69	76,67
A11	73,08	76,67
A12	50,00	56,67
A13	42,31	53,33
A14	42,31	53,33
A15	46,15	66,67
A16	46,15	76,67
A17	50,00	66,67
A18	50,00	63,33
<b>MÉDIA (%)</b>	<b>45,73</b>	<b>66,48</b>

Fonte: Produzido pelo próprio autor.

O Gráfico 1 mostra de forma resumida, o avanço no desempenho dos alunos. Quanto mais aberta for a linha, maior são as médias alcançadas pelos alunos. A linha azul representa a nota do pós-teste e a vermelha a do pré-teste. Note que a linha azul engloba completamente a vermelha, mostrando que todos os alunos aumentaram seu desempenho após as atividades planejadas neste trabalho.

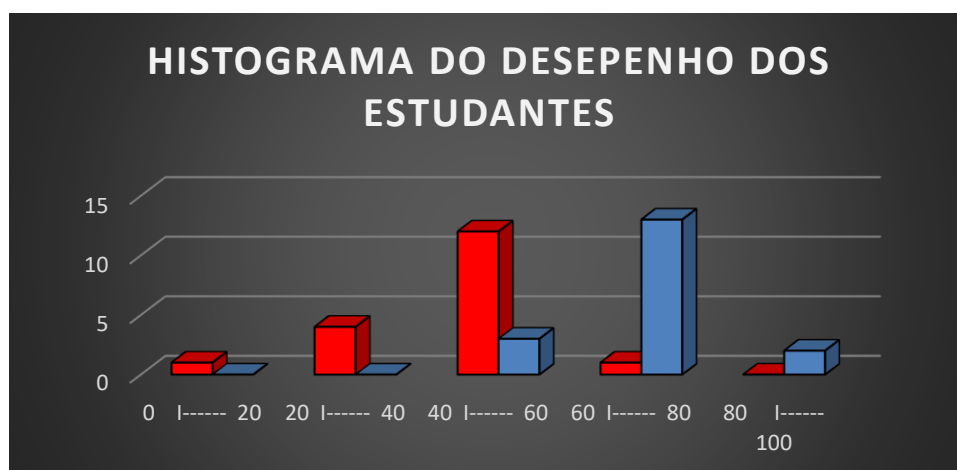


**Gráfico 1** - Percentual total de acerto dos alunos no pré-teste e no pós-teste. Produzido pelo próprio autor.

Agrupando os percentuais em categorias é possível formar o histograma apresentado no Gráfico 2, as colunas em vermelho representam distribuição dos percentuais de acerto no pré-teste, apenas 1 aluno conseguiu média acima de 60 % no pré-teste, sendo que maioria dos alunos se concentram na categoria de 40% a 60% de acerto. No pós-teste, após a intervenção com a aplicação do Produto Educacional, nota-se que a maior concentração de alunos ocorreu na categoria de 60% a 80%, sendo que os alunos de menor rendimento no pré-teste se concentraram na categoria de 40% a 60 %. Nota-se que apenas três alunos permaneceram com nota abaixo da média e muito semelhante entre os dois testes.

Um comentário adicional se faz necessário sobre a evolução no desempenho dos alunos entre o pré e o pós-testes. A nota do pré-teste não foi contabilizada para a nota final do aluno enquanto a do pós-teste foi utilizada para definir a aprovação ou não do aluno na referida disciplina. Essa situação poderia levantar o questionamento sobre a dedicação dos alunos em responder os dois testes. Embora em todas as turmas sempre haja alunos que fazem as atividades por nota, das minhas observações como professor sobre a participação dos alunos e a preocupação em responder as questões propostas, tanto em um teste quanto no outro,

afirmo que para a maioria deles não houve diferença no envolvimento para a solução dos problemas apresentados. Portanto, acreditamos que esta evolução no desempenho esteja majoritariamente atrelada ao ganho efetivo de conceitos e entendimento sobre o conteúdo que foi ensinado aos alunos.



**Gráfico 2** - Percentual total de acerto dos alunos no pré-teste e no pós-teste. Produzido pelo próprio autor

#### 4.3 ANÁLISE DO DIÁRIO DE BORDO DO PROFESSOR

Pretende-se realizar uma descrição detalhada de como foram ministradas as aulas para a turma participante do estudo, apresentando os registros do diário de bordo do professor, algumas respostas dadas pelos alunos ao longo da realização das atividades e uma reflexão crítica do professor-mestrando que mediou a aplicação desta proposta.

O objetivo deste tópico é realizar uma autoavaliação que permita sugerir ações de melhoria para futuras aplicações do Produto Educacional (apêndice C). O foco é analisar como o processo de aprendizagem dos sujeitos que compõem a sala de aula, verificando se ocorreu segundo as expectativas do pesquisador e ressaltando aspectos que remetem ao referencial teórico adotado. Este material é apresentado de forma resumida no Quadro 1 do capítulo 3 desta dissertação.

A aplicação deste material teve início em 08/06/2018, as aulas ocorreram sempre as sextas-feiras, em sequência de 4 aulas, das 13:30 às 17:30, com término em 07/12/2018. Logo, para tornar adequada a descrição dos eventos do Plano Complementar, as aulas são descritas em

grupos de duas ou quatro aulas, constituindo assim, 12 encontros presenciais, totalizando as 46 aulas que compõem a carga horária da unidade curricular.

No primeiro dia de aula, foi apresentada a proposta da instituição de ensino para a unidade curricular de Eficiência Energética, detalhando as atividades a serem consideradas no processo avaliativo, inclusive com possíveis datas. Para a ambientação dos alunos, o professor sugere que cada aluno faça um depoimento de sua percepção sobre as unidades curriculares cursadas até aquele momento, apontando as atividades que eles mais gostaram de realizar. De acordo com a participação dos alunos, dentre os 18 alunos que compõem a turma, 16 alunos afirmaram gostar de realizar atividades práticas experimentais em laboratório, associadas a realização de instalações elétricas residências, prediais e industriais. Apenas dois alunos afirmaram preferir atividades teóricas envolvendo a realização de cálculos matemáticos. Nota-se pela análise inicial desses dados relacionados ao perfil da turma que as estratégias experimentais são boas escolhas para esse público.

O professor-mestrando apresentou para os alunos as informações sobre o programa de mestrado que ele realiza, inclusive entregando um termo de livre consentimento (apêndice B), para que os alunos manifestassem a sua vontade de participar ou não do estudo desenvolvido, fornecendo dados como os registros das atividades realizadas em sala de aula, os percentuais de acerto e erro nas atividades, dificuldades, depoimentos, concepções e ponderações apresentadas. Posterior a esse momento, o professor provocou um debate inicial sobre situações em que procedimentos de eficiência energética podem ser aplicados. Com base nesses exemplos, o professor relacionou os conteúdos da ementa, ressaltando a importância de compreendê-los e aplicá-los no contexto social e profissional dos estudantes. Os alunos relataram por meio de suas participações, o fato de equipamentos antigos com tecnologia ultrapassada consumirem mais energia, o elevado consumo de energia que equipamentos de ar condicionado, a busca das indústrias pela redução do desperdício de energia elétrica no processo de produção industrial, entre outras participações correlatas.

O professor-mestrando relacionou as contribuições apresentadas com os tópicos do conteúdo técnico a serem trabalhados nas aulas seguintes, de modo que eles pudessem verificar a utilidade de estudar estes conceitos, despertando a curiosidade, o senso investigativo e, com isso, provocando o engajamento dos estudantes. Posterior a esse momento, foi apresentado aos alunos um desafio de elaboração de maquetes que denotem os processos de transformação de energia, a exploração de fontes alternativas e renováveis

aplicadas a geração de energia elétrica. O professor apresentou os critérios de avaliação, agendando a apresentação das maquetes e do seminário para 30/11/2018, a penúltima aula que compõe este Plano Complementar.

Na segunda e na terceira aula, foi proposto aos alunos a realização do questionário de pré-teste, de modo a identificar o conhecimento que eles possuem sobre energia e procedimentos de eficiência energética. Foi explicado aos alunos que o teste não seria computado no processo de avaliação e que eles deveriam responder as questões apenas com o conhecimento que eles adquiriram até aquele momento, não foi permitido utilizar consulta a qualquer material complementar.

Na quarta aula ocorreu a apresentação do primeiro episódio da série “Vida de República” da Eletrobrás, que aborda o uso eficiente de energia nas residências, a caracterização do Programa de Eficiência Energética Procel da Eletrobrás, os benefícios da energia no nosso dia a dia e os diferentes usos da energia elétrica. A inserção dos vídeos que compõem esta série tem objetivo de demonstrar a utilidade do conteúdo a ser estudado disciplina, apresentando aos alunos as aplicações desses conceitos no universo ao qual os estudantes estão inseridos. O fato de os personagens principais pertencerem a mesma faixa etária dos alunos da turma participante contribui para que esta contextualização ocorra. As atividades desenvolvidas em sala de aula que envolvem os capítulos dessa série têm o objetivo de implementar a sugestão de Bzuneck (2010) que ressalta a importância de mostrar o significado e a relevância das tarefas.

Segundo Eccles e Wigfield (2002, apud Bzuneck, 2010), uma das maneiras de se mostrar o significado e a relevância dos conteúdos é mostrar sua utilidade, sua aplicabilidade. Posterior e essa apresentação, os alunos foram convidados a desenvolver uma reflexão sobre os temas apresentados, o Quadro 6 apresenta as questões propostas e as contribuições dos grupos formados na turma participante. Nota-se pelas respostas dos estudantes apresentadas no Quadro 6 que os alunos desta turma detêm concepções prévias sobre procedimentos de eficiência energética. Observa-se que eles acreditavam ser o chuveiro o equipamento de maior consumo em uma residência. Foi possível perceber que os alunos gostaram de assistir a mídia proposta, inclusive alguns se identificaram com a personalidade dos personagens da trama.



**Quadro 6** - Respostas dos alunos apresentadas no debate de ações de eficiência energética.

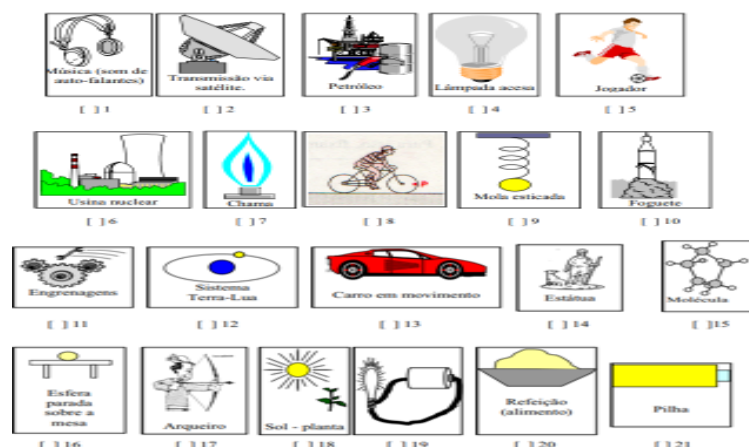
Número	Ponto de Reflexão	Respostas dos alunos
01	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Como economizar energia elétrica em casa sem perder qualidade de vida? Cite ações presentes no vídeo que contribuam para esta tarefa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Evitar banhos demorados com o chuveiro quente.</li> <li>➤ Não comprar e utilizar equipamentos de ar condicionado antigos, e com filtro poluído.</li> <li>➤ Evitar sair dos ambientes e esquecer a luz acesa, desligar o chuveiro elétrico ao ensaboar-se.</li> <li>➤ Evitar utilizar a máquina de lavar várias vezes durante a semana.</li> </ul>
02	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ O que é programa Procel e quais equipamentos podem receber o selo Procel.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Programa que classifica o consumo dos equipamentos.</li> <li>➤ Programa destinado a informar as pessoas os equipamentos mais eficientes.</li> <li>➤ Programa de apoio a redução do consumo dos equipamentos.</li> </ul>
03	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Quais os tipos de lâmpadas que você conhece? Quais as características técnicas das lâmpadas são consideradas para sua escolha e uso nas instalações elétricas? Comente sobre os tipos que aparecem no vídeo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Incandescentes, fluorescentes, Led.</li> <li>➤ As lâmpadas incandescentes esquentam muito. Quantidade de raios luminosos emitidos pela lâmpada.</li> <li>➤ Lâmpadas Led aquecem pouco e produzem muita luz.</li> <li>➤ A queda de tensão nas instalações afeta todos os tipos de lâmpada.</li> <li>➤ A lâmpada LED economiza energia, mas tem custo alto.</li> </ul>
04	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Comente sobre algum fato ou acontecimento no vídeo que chamou sua atenção.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ O fato de personagem Fábio oferecer um equipamento de ar condicionado velho para pagar sua parte no aluguel da república.</li> <li>➤ O fato de a geladeira representar 30% do consumo de energia elétrica, superando o chuveiro.</li> </ul>

Fonte: Produzido pelo próprio autor.

No segundo dia de aula, excepcionalmente foram ministradas duas aulas ao invés de quatro, isto porque houve alteração de horário para ajuste de carga horária de outra unidade curricular. Considerando o desempenho dos alunos no pré-teste, e identificadas as carências de conteúdo do Ensino Médio, foram incluídas no Plano Complementar atividades que relacionam os conteúdos de Energia; Trabalho; Potência; Rendimento; Transformações de Energia; Conservação de Energia; Sistemas Eólicos; Fotovoltaicos; Termoelétricas. Os alunos demonstraram ansiedade em assistir o segundo episódio da série “Vida de República”, sendo que alguns afirmaram já ter visto em casa e gostado do conteúdo. A primeira atividade proposta neste dia tinha o objetivo de mapear o conhecimento que os alunos possuem sobre as diversas manifestações das formas de energia no cotidiano.

A Figura 22 apresenta as situações em que os alunos são convidados a identificar como a energia está presente e a caracterizá-la. Após recolher a atividade, o professor-mestrando organizou as respostas dos alunos, a fim de interpretar o conhecimento que eles possuem sobre as diversas formas de energia e processos de transformação.

O Quadro 7 apresenta o percentual de identificação correta das formas de energia em cada situação e as respectivas concepções alternativas dos estudantes, nota-se a presença de algumas concepções de senso comum na turma participante.



**Figura 22** - Atividade de investigação de concepções prévias dos alunos da turma participante. Produzido pelo próprio autor.

**Quadro 7**- Respostas dos alunos apresentadas no debate de Eficiência Energética.

Número	Citado por alunos	Concepções Alternativas
[ ] 1	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ A energia sonora é transmitida por ondas eletromagnéticas.</li> <li>➤ Combustão, energia adquirida através de combustíveis.</li> <li>➤ Energia elétrica, o fone utiliza o sinal elétrico para gerar o sinal sonoro.</li> <li>➤ Energia elétrica, o sinal eletromagnético enviado pelo satélite é convertido em sinal digital pela antena.</li> </ul>
[ ] 2	11	
[ ] 3	11	
[ ] 4	17	
[ ] 5	17	
[ ] 6	14	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ A energia nuclear é altamente eficiente e não polui o meio ambiente.</li> <li>➤ A energia cinética faz com que que o corpo se movimente com a força aplicada no pedal.</li> <li>➤ Energia potencial elástica é convertida em cinética da esfera</li> </ul>
[ ] 7	10	
[ ] 8	17	
[ ] 9	13	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ O foguete se move com energia nuclear.</li> <li>➤ O foguete se move devido a energia dos combustíveis que se transforma em gravitacional.</li> <li>➤ A estátua sobre ação da gravidade, logo possui energia potencial gravitacional</li> <li>➤ Energia cinética que faz com que as rodas do carro se movam.</li> <li>➤ A molécula possui energia química.</li> <li>➤ Energia cinética, a força que puxa o arco fazendo com que ele volte com mais velocidade e força.</li> </ul>
[ ] 10	8	
[ ] 11	16	
[ ] 12	14	
[ ] 13	15	
[ ] 14	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ O alimento quando digerido libera energia química.</li> <li>➤ Energia química de elementos químicos que se transformam em elétrica.</li> </ul>
[ ] 15	11	
[ ] 16	10	
[ ] 17	14	
[ ] 18	11	
[ ] 19	11	
[ ] 20	9	
[ ] 21	13	

Fonte: Produzido pelo próprio autor.

As concepções apresentadas no Quadro 7 demonstraram que os alunos, mesmo após passarem pelo Ensino Básico, ainda não compreenderam alguns conceitos relacionados as diversas manifestações de energia na natureza. Nota-se que apenas 6 alunos conhecem o processo de conversão de energia elétrica em sonora, realizada no auto falante, dez alunos compreendem o processo de combustão do ar que ocorre na vela, convertendo energia térmica em luminosa, oito compreendem como ocorre o lançamento de um foguete, identificando a reação de combustão que libera calor a ser convertido em energia mecânica de movimento do foguete ( cinética + potencial gravitacional), nove alunos identificaram a energia potencial gravitacional acumulada na estátua, dez identificaram as formas de energia envolvidas no processo de fotossíntese realizado pelas plantas e nove identificaram os alimentos como fontes de energia química para o nosso organismo.

Diante deste levantamento e considerando os apontamentos dos alunos resultantes da aplicação do pré-teste, o professor-mestrando optou por incluir em suas estratégias de aula as seguintes atividades: Uma sequência de slides contendo uma revisão dos conceitos de trabalho, potencia, energia, processos de conversão de energia; e um texto sobre fontes de energia e transformações, discutindo em grupo o significado de alguns termos. A finalização deste dia de aula ocorreu com a exibição do segundo episódio da série “Vida de República”. Posterior a este momento, os alunos foram convidados a desenvolver uma dinâmica em grupo sobre os conceitos apresentados no vídeo. Para isso, as carteiras da sala foram organizadas em círculo e foi disponibilizado pedaços de cartolina para que eles pudessem escrever frases ou expressões que contenham a palavra energia ou sinônimos dela. A realização desta atividade teve o objetivo de levar o aluno a externalizar o seu conhecimento prévio, observando se essas contribuições têm características em comum ou se apresentam diferenças marcantes. E, também, aproveitar a “bagagem” dos diversos sujeitos para construir novos conhecimentos, compartilhando-os no grupo.

No terceiro dia de aula, foi apresentada uma sequência de slides desenvolvida pelo professor-mestrando no formato de exposição dialogada, cujas concepções mapeadas dos estudantes nas atividades anteriores aparecem incluídas. O professor-mestrando optou pela apresentação qualitativa desses conteúdos, sem o uso do formalismo matemático. Ao final da apresentação, os alunos foram convidados a identificar no último slide as formas de energia e processos de transformação presentes em uma imagem. Após esta atividade, foi proposta a aplicação de um teste conceitual com auxílio do método de Instrução pelos

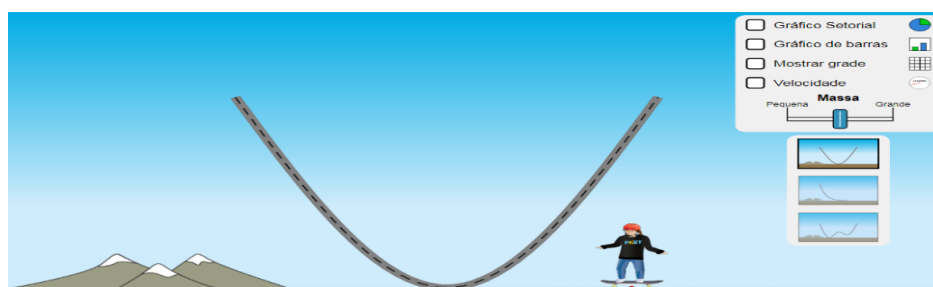
colegas de Araújo e Mazur (2013). O uso desta técnica despertou a participação de todos os alunos da sala, até mesmo dos alunos que participam pouco das aulas e de baixo rendimento nas atividades foram envolvidos.

Analisando o percentual de acerto nas questões do teste conceitual e a interação dos alunos durante a execução do método, foi possível notar que a interação em grupo, leva a negociação de significados, de modo que as concepções de senso comum dos estudantes, pouco a pouco são associadas as concepções científicas já assimiladas por alguns alunos. A interação em grupo e os debates desenvolvidos, foram ações motivadoras para o engajamento dos estudantes na realização das atividades. O professor elogiou a participação da turma e o esforço para chegar a um consenso nas discussões em grupo durante a atividade, esta ação remete a teoria da Motivação com feedback adequado de Bzuneck (2010).

O uso de laboratórios virtuais de simulação, experimentos práticos, vídeos relacionados, slides, debates em grupo são diferentes recursos que segundo a teoria da motivação de Bzuneck (2010) contribui para o engajamento dos estudantes. A proposta do plano de atividades era desenvolver nas últimas duas aulas deste dia uma simulação na plataforma PhET, contudo foram necessárias mais duas aulas para integralização das atividades propostas. Isto ocorreu devido aos alunos desconhecem a plataforma de simulação e por questões técnicas de disponibilidade de recursos do laboratório. Os estudantes receberam um roteiro experimental desenvolvido pelo professor-mestrando, que optou pela inserção de uma pergunta no início da atividade, que solicita ao aluno o uso de conceitos e conhecimentos científicos envolvidos no experimento. Ao final da atividade os alunos são convidados a responder novamente a essa questão, permitindo ao professor iniciar a observação sobre possíveis ganhos de vocabulário científico nas respostas apresentadas. O Quadro 8 apresenta a questão proposta e as contribuições dos alunos na atividade. Pelas contribuições dos alunos, é possível notar que eles possuíam concepções de senso comum e que a interação com o laboratório virtual pode ter favorecido a diferenciação destes conceitos, com posterior reconciliação de acordo com os resultados obtidos no experimento.

À medida que realizavam as atividades do roteiro, foi possível notar pelas discussões a negociação de significados entre os alunos, inclusive a percepção de que o atrito dissipa energia do sistema e que esta energia não é reversível. Aproveitei essas discussões para relacionar este fato, com as perdas por efeito joule que acontecem em condutores elétricos, associando com o conteúdo de Eficiência Energética. A atividade foi finalizada no quarto dia

de aula, sendo dada aos alunos a oportunidade de elaborar outras atividades na plataforma a fim de testar hipóteses, confrontar os resultados do experimento e eliminar possíveis dúvidas sobre o comportamento do movimento do esquiteista. Alguns alunos ficaram surpresos por constatar que a massa do atleta não é fator determinante para a definição da máxima velocidade alcançada pelo atleta na pista. A Figura 23 apresenta o ambiente de simulação utilizado pelos alunos, cujo nome na plataforma é “Pista de Skate<sup>3</sup>”.



**Figura 23** - Ambiente virtual de simulação da plataforma PhET. PhET Colorado.

A Figura 24 apresenta um registro do momento de realização da atividade, nota-se o envolvimento dos alunos na realização das atividades e as interações entre os pares na realização do experimento.



**Figura 24** - Alunos utilizando a pista de skate plataforma PhET. Do autor.

---

<sup>3</sup> A simulação utilizada encontra-se disponível em [https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park-basics/latest/energy-skate-park-basics\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park-basics/latest/energy-skate-park-basics_pt_BR.html).

**Quadro 8** - Concepções dos estudantes relacionadas ao esquetismo.

<b>Questão</b>	O esquetismo é um dos esportes preferidos dos jovens e adolescentes, que consiste basicamente em realizar movimentos com um objeto, conhecido como esquete, em pistas de diversos formatos e obstáculos. Considerando os conhecimentos adquiridos na disciplina de Física, apresente-os e comente a relação que existe entre esses conceitos e a prática do esporte.	
	<b>Concepções anteriores ao experimento</b>	<b>Concepções posteriores ao experimento</b>
	➤ O sucesso nas atividades deste esporte depende da massa do atleta, da qualidade da pista e do impulso tomado pelo atleta antes de começar o movimento.	➤ Quanto maior o atrito com a pista, maior será a perda de energia e conseqüentemente menor a sua velocidade.
	➤ O atleta possui mais energia quando está em movimento do que quando está parado.	➤ A energia potencial gravitacional que ele possui no início do movimento depende da altura da pista, quando ele começa a descer, ela é convertida em cinética.
	➤ Ele se equilibra no esquete com auxílio do atrito.	➤ Caso o movimento ocorra sem atrito, ele permanecerá em movimento na pista para sempre.
	➤ A massa do atleta influencia a velocidade atingida por ele, um atleta mais magro terá mais agilidade.	➤ A massa do atleta não influencia o movimento se a pista for ideal, sem atrito.
	➤ O peso do atleta define a velocidade máxima dele.	➤ A velocidade máxima depende da altura em que o atleta inicia o movimento.

Fonte: Produzido pelo próprio autor.

No quarto dia de aula, após a finalização das atividades da plataforma PhET, os alunos foram convidados a assistir o 3º episódio de “Vida de República” com posterior desenvolvimento de uma dinâmica de grupo relacionada aos conceitos apresentados no vídeo. Neste dia, iniciou-se o segundo capítulo do Plano Complementar que aborda dados técnicos das fontes de energia disponíveis no Brasil, considerando a matriz energética do Brasil apresentada no Balanço Energético Nacional 2017 (EPE,2017).

No quinto dia de aula foi feita uma apresentação dos dados técnicos por meio de slides, estes dados são provenientes do relatório técnico publicado pela Empresa de Pesquisa Energética BEN (EPE, 2017), cujo objetivo é inserir o aluno na realidade do mercado de energia de sua região, de modo que ele possa entender os impactos deste cenário no preço da tarifa imposta pela ANEEL e a necessidade da proposição de novas alternativas de geração de energia a partir de fontes alternativas, dada a redução da participação de fontes tradicionais na matriz energética brasileira. Para consolidação desses objetivos, ao final da apresentação, foi proposta uma atividade de reflexão sobre características técnicas de lâmpadas, tais como fluxo luminoso, eficiência luminosa, temperatura de trabalho de cada tipo de lâmpada compacta (Incandescente; Fluorescente; Halógenas; LED), retomando inclusive os conceitos sobre lâmpadas apresentados no episódio 01 de “Vida de República”.

Para resgatar os diversos conceitos e características sobre fontes de energia e processos de transformação, foi proposta a leitura de um texto complementar e posteriormente a realização de uma dinâmica em sala com auxílio da ferramenta Slido<sup>4</sup> (SLI.DO,2018), que possibilita a todos os alunos a participação via smartfone, enviando palavras para um espaço interativo. As palavras com maior frequência de ocorrência são apresentadas em destaque, o que permite visualizar as ideias comuns do grupo participante. Nesta atividade, as palavras que mais apareceram foram: trabalho, vida, movimento, luz e sol. Com base nas contribuições dos alunos nessas atividades, foi possível afirmar que eles associaram o conceito de energia com a capacidade de movimento dos corpos na natureza, podendo ser compreendida como combustível para a vida, já que o movimento do ar, do sol, das plantas, do vento, da água são essências para a possibilidade de existência de vida na terra. O encerramento deste dia de aula ocorreu com a proposição de questões conceituais com auxílio do método de instrução por colegas de Araújo & Mazur (2013).

No sexto dia de aula, ocorreu nas duas primeiras aulas a realização de uma atividade experimental sobre o motor Stirling, visando atender à necessidade identificada no pré-teste relativa à transformação de energia térmica em elétrica que ocorrem em termoelétricas. Os alunos ficaram curiosos e surpresos com o protótipo levado pelo professor para sala, aglomerando-se em volta da mesa e fazendo várias perguntas. Foi entregue um roteiro experimental (p.28 do apêndice C-Plano Complementar) que conforme a estratégia adotada na simulação anterior, apresentava uma pergunta no início da atividade que solicita ao aluno o uso de conceitos e conhecimentos científicos envolvidos no experimento. Ao final da atividade os alunos são convidados a responder novamente a essa questão, possibilitando ao professor avaliar se houve assimilação dos conceitos apresentados, por meio do ganho de vocabulário científico e das justificativas apresentadas. O Quadro 9 apresenta a pergunta e as concepções dos estudantes verificadas na atividade. Pelas respostas dos alunos após a realização do experimento, é possível notar nos registros anteriores a realização do experimento que eles possuem concepções prévias relacionadas ao funcionamento do motor. E após a realização do experimento, nota-se o uso de termos técnicos, sugerindo que pode ter ocorrido um ganho de vocabulário científico e uma compreensão em maior profundidade sobre o processo de operação do motor.

---

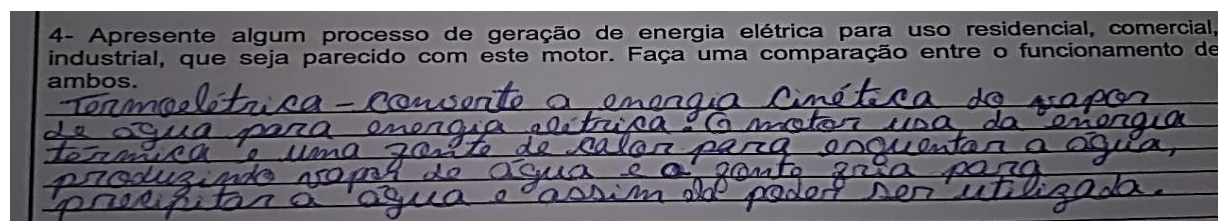
<sup>4</sup> Disponível no endereço eletrônico <https://www.sli.do/>.

**Quadro 9 - Concepções dos estudantes relacionadas ao motor Stirling.**

<b>Questão</b>	Observe o esquema do motor Stirling e identifique as formas de energia envolvidas neste processo, destacando como ocorre realização de trabalho. Explique resumidamente como este sistema funciona.	
	<b>Concepções anteriores ao experimento</b>	<b>Concepções posteriores ao experimento</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ A combustão aquece o tubo que faz a roda girar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ O motor utiliza uma fonte quente para retirar calor e uma fria para devolver o calor não transformado em trabalho.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ O fogo esquenta o cilindro, gerando uma nuvem que se expande e movimenta o cilindro, depois ele resfria.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ O ar aquecido expande, causando o movimento do embolo que está acoplado a roda fazendo-a girar</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ As formas de energia são: térmica, cinética e potencial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ O processo ocorre com baixo rendimento, por que boa parte do calor não vira trabalho.</li> </ul>

Fonte: Produzido pelo próprio autor.

A última pergunta do roteiro do experimento solicita que o aluno apresente um processo de geração de energia elétrica, cujo mecanismos seja semelhante ao do motor. A Figura 25 apresenta a resposta de um aluno da turma participante dada após a realização do experimento.



**Figura 25** - Resposta registrada por um aluno no formulário de análise do experimento do motor Stirling. Produzido pelo próprio autor.

Nota-se que ele fez a associação esperada e que ele compreende o funcionamento básico de uma termoelétrica, o que denota que a dificuldade em caracterizar um sistema termoelétrico detectada na questão Q-7 do pré-teste foi pode ter sido superada (no pré-teste apenas 6 alunos responderam parcialmente a questão Q-7), uma vez que todos os alunos da turma responderam esta questão do roteiro do experimento.

Outro fato interessante é que foi possível determinar experimentalmente o rendimento do motor Stirling, pois a escola possui um pirômetro que utiliza um laser para indicar a temperatura da superfície que ele está incidindo, com isso foi possível medir as temperaturas de 14°C na fonte fria e 150°C na fonte quente. A Figura 26 apresenta os cálculos realizados por um aluno e registrados no roteiro do experimento.



1- Calcule o rendimento teórico desta máquina térmica a partir dos valores de temperatura coletados. O que significa este parâmetro? Relacione que o experimento realizado.

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{288}{403} = 32,15\% \quad T_K = T_C + 273 = 150 + 273 = 403 \text{ K}$$

$$T_K = T_C + 273 = 14 + 273 = 287 \text{ K}$$

**Figura 26** - Determinação experimental do rendimento do motor Stirling. Produzido pelo próprio autor.

Após a conclusão da tarefa experimental foi iniciado o terceiro capítulo do Plano Complementar que consiste em abordar o sistema tarifário utilizado para o faturamento da energia consumida por clientes com fornecimento em tensão primária e secundária de distribuição de energia elétrica. Foi solicitado aos alunos a leitura da apostila de referência do conteúdo técnico do curso e posteriormente foi realizada em sala um exercício baseado no conteúdo deste trecho compreendido nas páginas de 15 a 27 da apostila de atualização tecnológica em Eletrotécnica/ Eficiência Energética. A primeira questão da lista de exercícios apresenta uma definição para eficiência energética como sendo “*um conjunto de ações visando a redução do consumo de energia para realizar a mesma tarefa*”. Analisando as respostas dos alunos foi possível verificar que a maioria concorda com a definição apresentada (14 alunos), eles afirmam que o objetivo é o uso racional da energia, evitando perdas não necessárias aos sistemas elétricos e 4 alunos da turma afirmaram que nem sempre ocorre redução do consumo de energia elétrica em um projeto de Eficiência Energética, isto porque, as vezes, a quantidade de equipamentos como lâmpadas, condicionadores de ar, ventiladores ou o dimensionamento do sistema elétrico em si não atende plenamente a necessidade dos usuários do ambiente ou recinto.

Achei válido provocar um debate ao final deste dia de aula, para que fosse negociado entre eles um significado comum para o termo Eficiência Energética. Como atividade para casa foi solicitada a leitura prévia sobre o procedimento de faturamento da energia consumida por clientes residenciais, relativo as páginas 18 a 33 do catálogo “*Por dentro da conta de luz*” (ANEEL,2016) e que os alunos enviem por meio do grupo de interação da turma (WhatsApp) no smartphone as dúvidas encontradas. A adoção dessa prática de solicitar leitura prévia dos conteúdos técnicos que serão trabalhados na próxima aula visa a implementação das orientações do *Ensino sob Medida* de Araújo & Mazur (2013), uma vez que se o professor

tiver acesso as principais dificuldades levantadas pelos integrantes da turma, ele pode preparar a próxima aula contemplando as dúvidas que surgiram.

No sétimo dia de aula, dando continuidade os estudos sobre análise tarifária, foi feita uma exposição dialogada sobre os termos técnicos apresentados na cartilha “*Por dentro da conta de luz*” (ANEEL, 2016), de modo que as dúvidas indicadas pelos alunos foram discutidas e sanadas. Os alunos tiveram acesso a esta cartilha impressa e desenvolveram uma atividade sobre as definições técnicas apresentadas na cartilha. Eles puderam compreender como a tarifa é definida, quais as parcelas que compõem o valor final da conta de luz, inclusive impostos cobrados. Foi disponibilizada uma fatura de fornecimento de energia, para que os alunos pudessem praticar os cálculos de acordo com as regras e especificações apresentadas no material técnico de apoio. A finalização deste dia de aula ocorreu com a exibição do 4º episódio da série “*Vida de República*”, em que são revisados conceitos relativos a fontes de energia utilizadas para a geração de energia elétrica. Os alunos foram organizados em grupos e debateram sobre os conteúdos apresentados no capítulo, por meio de seis questões propostas pelo professor-mestrando.

O oitavo dia de aula abordou o 4º capítulo do Plano Complementar que versa sobre Eficiência de Sistemas de Iluminação e Motores Elétricos. A primeira atividade desenvolvida neste dia foi o debate sobre a leitura prévia realizada pelos alunos como tarefa para casa. Os alunos apresentaram as dificuldades e termos técnicos não compreendidos na leitura e o professor fez uma breve explanação desses conceitos, propondo a realização de uma atividade aplicada ao conteúdo deste trecho da apostila. Ao final da aula foi feita a correção das atividades propostas.

Nas duas últimas aulas do dia, foi realizado uma atividade experimental sobre os tipos de lâmpadas Incandescentes, Fluorescentes, Halógenas e LED verificando características técnicas como fluxo luminoso, eficiência luminosa, consumo de energia elétrica, vida útil, temperatura de operação e índice de reprodução de cores. Com auxílio dos equipamentos disponíveis no laboratório de ensaios e medidas elétricas foi possível verificar o fluxo luminoso produzido com um luxímetro, variar a tensão elétrica aplicada nas lâmpadas, de modo a avaliar a resistência das lâmpadas a quedas de tensão que podem ocorrer em uma instalação elétrica; medir a temperatura nominal de operação da lâmpada relacionando com o rendimento energético e a eficiência luminosa de cada lâmpada. Os alunos participaram efetivamente deste experimento, eles manipularam os equipamentos, anotaram os valores

registrados nos instrumentos utilizados, faziam perguntas ao longo da realização dos procedimentos. Ficaram surpresos ao identificar as características técnicas dos quatro tipos de lâmpadas utilizadas na experiência e as vantagens da lâmpada LED sobre as demais. O professor-mestrando ao término da aula elogiou o comportamento da turma, reconhecendo o empenho e esforço dos alunos em realizar o experimento.

No nono dia de aula, foi aplicado o questionário de pós-testes, sendo que este foi considerado como uma atividade avaliativa do semestre, a prova foi aplicada em duas etapas, de modo que os alunos tiveram tempo para resolver com calma as questões, o professor deixou como tarefa para casa a leitura das páginas 39 a 48 da apostila de atualização tecnológica em Eletrotécnica/ Eficiência Energética para a realização de atividades na aula seguinte e que os estudantes disponibilizassem no aplicativo de interação da turma as principais dúvidas sobre a leitura.

No décimo dia de aula, inicialmente o professor realizou uma exposição dos principais conceitos técnicos relativos à atividade de leitura das páginas 39 a 48 da apostila de atualização tecnológica em Eletrotécnica/ Eficiência Energética sobre as características de sistemas de iluminação, força motriz e refrigeração industrial, contemplando inclusive as dificuldades e termos não compreendidos ao longo da leitura prévia realizada pelos alunos. Nas duas últimas aulas, foi entregue o teste, dando o feedback do desempenho dos alunos na avaliação, mostrando os erros e equívocos cometidos no teste, conforme as orientações de Bzuneck (2010), a exposição dos erros dos alunos foi feita de forma impessoal, incentivando-os a superar as dificuldades na atividade de recuperação direcionada para os assuntos que os alunos mais erraram na avaliação. As questões com maior índice de erro no pós-teste relacionam-se ao conceito de fonte limpa de energia, exploração da Biomassa para geração de energia elétrica, sistemas fotovoltaicos, ações e procedimentos de Eficiência Energética. Foi permitido que os alunos refizessem as questões discursivas que eles erraram. Estas ações visam atribuir ao processo avaliativo do professor o caráter recursivo, de acordo com as recomendações do referencial teórico adotado.

No décimo primeiro dia de aula, inicialmente o professor exibiu o episódio 05 da série “Vida de República”, apresentando as tendências futuras do sistema elétrico de geração, transmissão e distribuição de energia. Após a exibição desta mídia, o professor debateu com os alunos as principais ideias da mídia exibida, sugerindo que eles adicionassem esses assuntos no seminário que estavam desenvolvendo. Após este momento, os alunos

utilizaram o tempo restante para o ajuste de detalhes e finalização das maquetes desenvolvidas por eles e que foram apresentadas na semana seguinte. Pude notar a preocupação de alguns alunos com o acabamento dos protótipos desenvolvidos, a preocupação em produzir os cartazes e materiais instrucionais que os auxiliaram na exibição dos seminários sobre Eficiência Energética. A escola foi mobilizada na semana seguinte para a participação no seminário. Os alunos da turma participante utilizaram o espaço do laboratório de Eletricidade para expor as maquetes em formato de feira científica, os demais alunos da instituição visitavam as mesas, recebiam explicações e interagem com as maquetes desenvolvidas.

Observando o comportamento dos alunos da turma participante ao longo da realização do evento foi possível notar o ganho de vocabulário científico e técnico, o domínio do conteúdo apresentado e a eficácia das respostas que foram dadas ao público visitante. Outro fato surpreendente foi o protagonismo durante a exposição maquetes de alguns alunos que apresentam baixa participação nas aulas regulares, nota-se que a proposição deste desafio motivou esses alunos, de modo a estarem totalmente engajados no seminário.

#### 4.4 ANÁLISE DA OPINIÃO DOS ESTUDANTES

Este tópico dedica-se a avaliar as impressões dos alunos da turma participante registradas no questionário de opinião (apêndice A). O foco desta análise é avaliar o papel do professor na aplicação do Produto Educacional desenvolvido, assim como os recursos, atividades, experimentos, desafios e o processo avaliativo adotado na disciplina de Eficiência Energética. Para facilitar a compreensão dos dados coletados, as respostas foram agrupadas de acordo com semelhanças apresentadas formando categorias, em alguns casos foi indicada mais de uma categoria por estudante, sendo considerada a possibilidade de um aluno indicar mais de uma categoria entre as categorias possíveis.

**Pergunta 01** – Com relação às aulas sobre os temas de **Energia e Eficiência Energética**, gostaria de saber do que você **MAIS gostou** e por quê?

O que eu mais gostei foi ...

**Tabela 6** - Opinião dos estudantes da turma participante sobre o que mais gostaram na instrução.

<b>Categoria</b>	<b>Turma participante</b>
Declararam maior aprendizado com as aulas práticas experimentais	10
Uso das placas no método de instrução pelos colegas	8
Declararam maior aprendizado devido a didática utilizada nas aulas	4
Desafio de construção de maquetes	4
Experimento das lâmpadas	3
Uso de recursos diversos como vídeos, simulações, maquetes, experimentos	3
Conhecer melhor as fontes de energia e possibilidade de geração de energia elétrica a partir de fontes alternativas	2
Em branco	0

Fonte: Produzido pelo próprio autor.

De acordo com os dados da Tabela 6 é possível notar que dentre as categorias apresentadas a mais citada foi a de aulas práticas, com 10 citações, o que denota que para esta turma o uso de experimentos como ferramenta de ensino foi uma escolha adequada aos interesses dos alunos. Outro fato interessante é que o uso do método de instrução pelos colegas teve destaque nas escolhas dos estudantes, sendo citado por 8 deles. Vale ressaltar que os demais recursos utilizados também foram citados, sugerindo que também tiveram algum impacto positivo, ainda que para uma parcela menor de alunos. Outro fato interessante foi a percepção de 4 alunos em destacar a postura do professor em sala de aula, elogiando a didática e o método utilizado nas aulas ministradas neste estudo.

**Pergunta 02** – Com relação às aulas sobre os temas de **Energia e Eficiência Energética**, gostaria de saber do que você **menos gostou** e por quê?

O que eu menos gostei foi ...

**Tabela 7** - Opinião dos estudantes da turma participante sobre o que mais gostaram na instrução.

<b>Categoria</b>	<b>Turma participante</b>
Não se aplica, gostei de tudo	12
Uso de slides	4
Cálculos aplicados ao conteúdo	2
De realizar a construção das maquetes	2
Uso de vídeos da série "Vida de República".	1
Em Branco	0

Fonte: Produzido pelo próprio autor.

De acordo com a Tabela 7 é possível notar que a maioria dos alunos (12 alunos) afirmaram ter gostado de tudo, o que sugere um possível impacto positivo das atividades propostas neste grupo. Os alunos que afirmaram ter dificuldade (2 alunos) nos cálculos relacionados ao conteúdo apresentado, têm dificuldade, o que sinaliza a necessidade de repensar a inclusão de mais atividades de cálculo no Plano Complementar, a fim de que todos os alunos possam adquirir esta habilidade. Nota-se que 2 alunos não gostaram do desafio proposto de construção de maquetes, vale ressaltar que a escolha do desafio a ser proposto deve ser adequado ao perfil da turma, exigindo do professor uma escolha que atenda a turma na qual o Produto Educacional será aplicado.

**Pergunta 03** – Você viu algum tipo de utilidade em estudar este assunto de **Energia e Eficiência Energética**?

Todos os alunos da turma participante responderam sim a esta pergunta, o que denota que uma premissa do referencial teórico, a de mostrar a utilidade do conteúdo a ser ensinado como estratégia de motivação (BZUNECK 2010, p.13), ficou evidenciada na opinião dos estudantes, a Tabela 8 apresenta algumas justificativas das respostas dos estudantes. Nota-se que o recurso que foi mais citado com 7 votos foi o uso de vídeos da série “Vida de República”, o que denota a possibilidade de que a escolha deste recurso audiovisual, considerando o perfil dos alunos da turma participante, pode ter sido adequado para demonstrar a utilidade dos conceitos apresentados. Outro recurso que foi bem votado pelos alunos foi a compreensão dos valores da fatura de fornecimento de energia elétrica, com 6 indicações.

**Tabela 8** - Opinião dos estudantes da turma participante sobre a utilidade do conteúdo apresentado.

<b>Categoria</b>	<b>Turma participante</b>
<b>O uso dos vídeos da série “Vida de República”.</b>	7
<b>Compreender os valores cobrados na conta de luz</b>	6
<b>Aplicações dos conhecimentos adquiridos na minha rotina para economizar energia.</b>	5
<b>Visualização da presença de ações de Eficiência Energética nos equipamentos, procedimentos da indústria.</b>	2
<b>Verificação das características técnicas das lâmpadas</b>	2
<b>Em Branco</b>	0

Fonte: Produzido pelo próprio autor.

**Pergunta 04** – Me fale um pouco sobre a atividade das maquetes e elaboração do seminário?

Qual foi sua motivação para fazer essa atividade?

**Tabela 9** - Opinião dos estudantes da turma participante sobre o desafio proposto.

Categoria	Turma participante
<b>Apresentar conceitos para alunos que não estudaram esta matéria.</b>	5
<b>Colocar em práticas os conhecimentos dos módulos anteriores</b>	4
<b>Obtenção de nota para aprovação</b>	4
<b>Compreender na prática os sistemas fotovoltaicos</b>	3
<b>Adquirir conhecimento</b>	3
<b>Em Branco</b>	0

Fonte: Produzido pelo próprio autor.

Pelas respostas dos alunos organizadas na Tabela 9 é possível notar que o fato de realizar a exposição dos trabalhos para os demais alunos da escola constituiu para este grupo um aspecto motivador, uma vez que eles tiveram a preocupação de preparar materiais de fácil compreensão, caprichar na estética das maquetes desenvolvidas para atrair o público durante a visita, 5 alunos escolheram esta opção, sendo a opção mais votada entre as justificativas registradas. Outro fato que vale ressaltar é que 4 alunos afirmaram fazer a atividade por valer nota, o que indica que alguns alunos ainda são motivados pela recompensa da aprovação na matéria, não sendo o seu foco a aprendizagem em si com a vivência da tarefa. O fato de o pós-teste valer nota constitui uma variável não considerada neste estudo e que pode ter influenciado no desempenho dos alunos.

Dentre os alunos, 4 afirmaram que a motivação ocorre por possibilitar a aplicação prática dos conhecimentos em outros módulos. Afirmaram como fonte motivadora a aquisição de conhecimentos, 3 alunos da turma participante. Alguns alunos afirmaram a melhor compreensão dos sistemas fotovoltaico, 3 deles.

Com relação as dificuldades encontradas, 14 alunos afirmaram ser a tarefa de planejar uma apresentação eficaz para o público que participou da exposição das maquetes e do seminário. Os demais alunos citaram outras dificuldades relacionadas a elaboração das maquetes. Todos os alunos responderam a este item e apenas um aluno disse não ter nenhuma dificuldade nesta tarefa. Os alunos afirmaram demorar em média 3 semanas para a elaboração das maquetes e do seminário, sendo que todos afirmaram ter sido satisfatória e interessante a experiência de realizar esta atividade. A proposição deste desafio foi feita em

concordância com as orientações da teoria da motivação de Bzuneck (2010) que afirma serem estimulantes as tarefas propostas no formato de desafios, de modo a engajar os estudantes na busca pelo conhecimento.

**Pergunta 05** – Você gostaria de comentar mais alguma coisa que julga importante sobre essa disciplina e a forma como foi conduzida? Pode ser crítica, sugestão, elogio, reclamação ou qualquer outro comentário que julgue interessante.

Analisando as respostas dos alunos foi possível notar que a maioria (16 alunos) afirmou ter gostado das aulas, em distinção do modelo tradicional de aulas que eles receberam até ter tido esta experiência, 2 alunos deixaram esta pergunta em branco. Outro fato interessante é que 4 alunos pontuaram a atuação do professor-mestrando, afirmando que sua didática e dedicação as aulas ministradas na disciplina contribuíram para o bom resultado observado.

#### 4.5 CONTRIBUIÇÕES DAS ATIVIDADES PARA O ENSINO DE FÍSICA

Por se tratar de um trabalho de mestrado voltado para uma disciplina de um curso técnico do Senai, é importante comentar sobre o possível uso das propostas contidas no Plano Complementar de Atividades, para ensinar Física no contexto da Educação Básica. Os tópicos abordam os conceitos da Física de forma Aplicada, priorizando o uso de práticas experimentais, em consonância com as recomendações da metodologia Senai de Educação Profissional para o contexto da turma participante e da unidade curricular de Eficiência Energética. Portanto, a compreensão dos fenômenos que envolvem os processos de transformação de energia, funcionamento de lâmpadas, máquinas térmicas, equipamentos elétricos, entre outros, é fundamental para a formação de um profissional em Eletrotécnica e para compreensão das rotinas e procedimentos de Eficiência Energética.

Olhando para os documentos norteadores do conteúdo a ser abordado no Ensino Médio, as recomendações do segundo Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), sugerem que:

incontáveis processos como os de evaporação e condensação, dissolução, emissão e recepção de radiação térmica e luminosa, por exemplo, são objetos de sistematização na Biologia, na Física e na Química. Sua participação essencial nos ciclos da água e na fotossíntese, o situa como partícipes de processos naturais. Por outro lado, esses processos são essenciais para a compreensão da apropriação humana dos ciclos materiais e energéticos, como o uso da hidroeletricidade e da biomassa (BRASIL, 2000, p.16).



Estas recomendações, apontam para a importância da contextualização dos conceitos em situações do cotidiano do aluno, despertando o interesse e a busca da compreensão de tais processos. E acrescenta que o aprendizado do aluno deve ocorrer da tal forma que:

explique os gastos da “conta de luz” ou o consumo diário de combustível e as questões referentes ao uso das diferentes fontes de energia em escala social, incluída a energia nuclear, com seus riscos e benefícios. [...] Que trate do refrigerador ou dos motores a combustão, das células fotoelétricas, das radiações presentes no dia a dia, mas também dos princípios gerais que permitem generalizar todas essas compreensões. Uma Física cujo significado o aluno possa perceber quando aprende, e não em um momento posterior ao aprendizado (BRASIL, 2000, p.23).

Partindo destas orientações e recomendações do PCNEM, é possível utilizar as diversas atividades aqui desenvolvidas para auxiliar o Ensino de Física na Educação Básica. As questões do pré-teste relativas aos processos de transformação de energia (Q-1 a Q-8), são adequadas para realizar um diagnóstico inicial da turma, visto que estas questões foram retiradas de provas anteriores do ENEM, ressaltando que na elaboração deste pré-teste deve ser considerado o conteúdo científico descrito na ementa do curso e nas concepções iniciais que são pré-requisito para a aprendizagem destes conceitos.

O uso dos vídeos da série Vida de República da Eletrobrás também pode ser adequado, visto que apresenta uma contextualização da importância dos conceitos de Física Aplicada aos equipamentos do dia a dia do aluno. Todo o formato da série, assim como os conceitos discutidos ao longo dos episódios, está de acordo com as recomendações do PCNEM e demais documentos norteadores aplicados ao Ensino Médio. Como estratégia motivacional, o uso de diferentes recursos como os experimentos na plataforma PhET, auxiliam na aprendizagem dos conceitos de energia cinética, energia potencial gravitacional e o princípio de conservação de energia para turmas de 1º ano do Ensino Médio.

O método de instrução pelos colegas IpC (ARAÚJO & MAZUR, 2013) constitui uma ferramenta de consolidação de conteúdo, tendo bons resultados com alunos da Educação Básica, conforme observado em outras dissertações aplicadas ao Ensino de Física (SANTOS NEVES 2019; FERNANDES, 2018; BENAQUIO, 2016; MUNIZ, 2016; PEREIRA, 2016).

A montagem de experimentos em sala de aula com os alunos assim como o uso de laboratórios virtuais permite ao aluno melhor visualização dos fenômenos a serem estudados. Os experimentos de Física Aplicada, como o experimento com lâmpadas, o experimento do motor *Stirling* e a montagem de maquetes podem ser aplicados nos três anos que compõem o ensino médio, visto que essas tarefas na maioria provocam maior

engajamento dos alunos nas aulas de Física, superando as expectativas de muitos discentes que esperam aulas de Física cheias de teorias e cálculos, sem aplicações cotidianas.

O exercício de análise de uma fatura de fornecimento de energia elétrica é outra atividade adequada para as turmas que estão no 3º ano do Ensino médio, pois os cálculos de potência e energia elétrica permitem que o aluno compreenda como o consumo de energia elétrica de sua residência é faturado e de que modo é possível reduzir este consumo com ações de Eficiência Energética.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

Este capítulo dedica-se a apontar as conclusões deste estudo cujo objetivo principal foi o desenvolvimento de um Plano Complementar de atividades para auxiliar o ensino da unidade curricular de Eficiência Energética. O material desenvolvido tem fundamentação teórica nos pressupostos da Teoria de Aprendizagem Significativa e da Motivação. Foi realizada uma avaliação dos impactos desta intervenção no aprendizado dos discentes do curso técnico de Eletrotécnica do Senai. Ao final é feita também uma reflexão sobre as ações futuras para otimização do Produto Educacional, considerando os aspectos práticos da aplicação desta proposta na turma participante.

### 5.1 SÍNTESE DOS RESULTADOS ALCANÇADOS SEGUNDO A PROPOSTA DA PESQUISA

Os objetivos específicos foram:

- I. Aplicar Pré-Testes e Pós-Testes na turma participante afim de avaliar o desempenho dos estudantes com relação a disciplina de Eficiência Energética.
- II. Analisar a opinião dos estudantes, buscando a identificação de pontos positivos e negativos, que possam contribuir para o aprimoramento do Plano Complementar e das atividades em sala de aula.
- III. Promover adequação das aulas ofertadas aos alunos do Senai atendendo às demandas da instituição de oferecer uma educação profissional de qualidade e conectada ao mundo do trabalho.
- IV. Apontar como as diversas atividades desenvolvidas neste trabalho voltado para alunos da Educação Profissional podem ser utilizadas também para o Ensino de Física para alunos do Ensino Médio.

Com relação ao **desempenho dos estudantes** no pré-teste e no pós-teste, é possível notar que a turma participante avançou tanto nas médias alcançadas, como na distribuição de notas da turma, visto que no pré-teste a maioria dos alunos se concentram na categoria de 40% a 60% de acerto. Após a intervenção com a aplicação do Produto Educacional, nota-se que a maior concentração de alunos ocorreu na categoria de 60% a 80%. Outro fato interessante foi que as carências de conteúdos identificadas no pré-teste parecem ter sido superadas no pós-teste, isto porque quando analisamos as questões correlatas entre os dois

questionários, nota-se que tanto o percentual de acerto nas questões sobre energia, como nas questões de eficiência energética aumentaram.

Com relação à **opinião dos alunos**, sugere-se que o Plano Complementar atendeu as expectativas da turma participante com base nos relatos coletados pelo questionário de opinião. Os discentes citam como estratégias de maior destaque: o uso das atividades práticas experimentais e a aplicação do método de instrução pelos colegas (Araújo e Mazur 2013). A maioria dos alunos gostou de todas as atividades propostas no Plano Complementar, sendo pontuado por alguns a dificuldade de compreensão dos cálculos e do uso de slides nas aulas. Todos os alunos perceberam a utilidade de estudar os conceitos apresentados, sendo que os recursos de maior destaque nesta tarefa foram: o uso dos vídeos da série “vida de república”, o uso de uma fatura da conta de energia elétrica e a consequente possibilidade de economia a partir de ações que levem em consideração os princípios da eficiência energética. A proposição do desafio de elaborar maquetes e apresentá-las para os demais alunos da escola foi bem aceito pelos alunos, sendo que todos alcançaram a resolução desta tarefa. Foi possível notar a dedicação dos alunos em solucionar o desafio proposto, sendo que o fato de ter que apresentar para os demais alunos da escola os motivou para buscar a melhor representação possível, tanto nas maquetes quanto nos materiais informativos do seminário.

Sobre a **adequação do formato das aulas** oferecidas no Senai, atendendo as expectativas do mundo do trabalho para formação de um profissional técnico, é fundamental que ele tenha conhecimento sobre os procedimentos de Eficiência Energética. Isto porque, as tecnologias em desenvolvimento no contexto desses alunos visam promover o uso racional de energia nos processos industriais, com a otimização das perdas de energia ao longo da cadeia produtiva de um parque industrial. Na busca por favorecer a ocorrência de aprendizagem, selecionamos diversas estratégias e recursos didáticos que compõem o Produto Educacional.

Embora as atividades tenham sido desenvolvidas para uma disciplina de um curso técnico do Senai, elas podem **contribuir com o Ensino de Física no contexto da Educação Básica**. Elas estão em consonância com recomendações dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM). Destacam-se as questões do pré-teste que foram retiradas de provas anteriores do ENEM, os vídeos da série “Vida de República da Eletrobras” apresentando uma contextualização da importância dos conceitos de física aplicada aos

equipamentos do dia a dia do aluno, o uso de simuladores da plataforma PhET, os testes conceituais utilizados de acordo com o método de instrução pelos colegas IpC (Araújo & Mazur, 2013). Destaca-se também a montagem de experimentos em sala de aula com os alunos, o uso de laboratórios virtuais, o uso de experimentos de Física Aplicada, tais como o das lâmpadas, o motor *Stirling* e a montagem de maquetes e o exercício de análise de um fatura de fornecimento de energia elétrica é outra atividade adequada para as turmas que estão no 3º ano do Ensino médio.

## 5.2 VISÃO PESSOAL SOBRE AS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Considerando os cinco critérios práticos de aplicação do referencial teórico na rotina da sala de aula, dentre as ações desenvolvidas, considerando as atividades de busca pelo conhecimento prévio dos alunos, foram mais produtivas as tarefas de leitura prévia dos conteúdos a serem ensinados na aula seguinte com auxílio do grupo de interação da turma via aplicativo de smartfone. Isto porque, além de promover um primeiro contato do estudante com o conteúdo antes da aula de fato ocorrer, foi possível apresentar a solução das dúvidas identificadas durante a explicação do conteúdo.

O uso de experimentos práticos em sala de aula e no laboratório virtual contribuíram para o processo de diferenciação progressiva e de reconciliação integradora. Isso foi observado porque os alunos, à medida que realizavam as atividades, verificavam diversas aplicações dos conteúdos, desde conceitos mais gerais até os conceitos específicos aplicados nos procedimentos técnicos de eficiência energética. As evidências de aprendizagem dessas tarefas foram notadas nas atividades de registro posteriores à realização dos experimentos, em que se constatou o ganho de vocabulário científico nas respostas dos alunos, os avanços na compreensão de conteúdos que foram identificados como carência no pré-teste.

Foram utilizados diferentes recursos, tais como: materiais técnicos de apoio, os vídeos da série “Vida de República”, uso de experimentos, o método de instrução pelos colegas, uso de ambientes virtuais de interação, que contribuíram de forma decisiva na intervenção proposta. A proposição do desafio de elaborar maquetes e apresentá-las aos demais alunos da escola, motivou os alunos na busca pelo conteúdo técnico trabalhado na disciplina e na organização dos grupos de trabalho para desenvolver com qualidade uma solução viável na elaboração dos protótipos e dos demais materiais utilizados nas apresentações. O processo de avaliação adotado na unidade curricular de Eficiência Energética levou em consideração

tanto a prova escrita (interpretada como pós-teste), como a atividade de elaboração e apresentação das maquetes. Apenas três alunos da turma necessitaram de atividades de recuperação paralela.

Outro ponto de destaque foi a incorporação do cuidado em dar o *feedback* adequado aos alunos durante as atividades. Passei a reconhecer o mérito daqueles que demonstraram êxito nas tarefas e, ao mesmo tempo, dediquei mais atenção àqueles que não alcançaram o desempenho desejado, incentivando-os e mostrando o caminho para o entendimento dos conteúdos nas atividades de recuperação paralela.

### 5.3 RECOMENDAÇÕES PRÁTICAS PARA O USO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Para alcançar o objetivo de inserir os pressupostos teóricos que embasam este estudo em futuras aplicações do Produto Educacional desenvolvido, com base na experiência adquirida neste estudo, pode-se citar as seguintes recomendações:

- O questionário de pré-teste deve ser pensado de modo a permitir evidenciar as carências de conteúdos da turma e demonstrar o avanço dos alunos relativos à aprendizagem dos conceitos de fontes de energia e eficiência energética. Portanto, é necessário atualizar as questões do questionário de acordo com os resultados que se pretende atingir ao término da unidade curricular.
- Os recursos adotados para demonstrar a utilidade dos conteúdos devem ser atrativos para o público que se pretende atingir, os episódios da série “*Vida de República*” foram adequados à turma participante, pois eles pertencem à mesma faixa etária dos personagens da trama, o que favoreceu a contextualização das aplicações do conteúdo de eficiência energética. Contudo para um público de jovens e adultos, por exemplo, deve-se pensar em outros recursos que sejam significativos para este tipo de público.
- Deve-se procurar inserir mais exercícios que envolvam a realização de cálculos matemáticos, principalmente relacionados a economia de energia elétrica, a compreensão da fatura de fornecimento dos clientes residenciais e industriais.
- A proposição de desafios deve ocorrer de modo que não seja muito fácil e nem muito difícil para o público alvo, logo deve-se verificar se a construção de maquetes é viável em outros contextos. Caso opte pelo uso das maquetes, o fato de expor os protótipos

para os demais alunos da escola foi determinante para o engajamento dos alunos nesta tarefa.

- Deve-se deixar que os alunos manipulem os experimentos, apresentando os materiais que pertencem à atividade. Em caso de laboratórios virtuais de simulação, recomenda-se que seja apresentado primeiro ao aluno o ambiente de simulação, deixando que ele se familiarize-se com os recursos da plataforma, para só depois realizar o experimento.
- Deve ser avaliado quais ferramentas devem ser utilizadas na exposição dialogada de conteúdos durante as aulas, slides nem sempre são adequados para atingir o público alvo da instrução.
- A aplicação do pós-teste deve ocorrer no penúltimo dia letivo, caso seja possível. Neste estudo devido aos prazos impostos pela instituição de ensino para lançamento de notas, o questionário de pós-teste foi aplicado antes da apresentação das maquetes, o que pode ter atrapalhado o desempenho de alguns alunos, não mensurando os avanços ocasionados por esta atividade.
- Deve ser dado o feedback do processo avaliativo aos alunos, sinalizando os pontos de acerto e erro no pós-teste. Oferecendo ao aluno a oportunidade de refazer o que ele errou ou atividades equivalentes para que ele possa recuperar os conteúdos não consolidados,
- Com o encerramento da aplicação do Produto Educacional, é importante sempre recolher o feedback da turma sobre as aulas ministradas, pois assim, segundo as conclusões deste estudo, é possível promover a adequação do material de ensino utilizado, alterando-o sempre que necessário para atender as necessidades da turma participante da intervenção.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ANEEL. **Por dentro da conta de luz: informação de utilidade pública/ Agência Nacional de Energia Elétrica.** 7. ed. - Brasília, 2016.

ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. **Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, UFSC, Santa Catarina, v. 30, n. 2, p. 362-384, ago. 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/26150>>. Acesso em: 20 out. 2017.

AUSUBEL, D. P. **Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento.** Buenos Aires: El Ateneo, 1973.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva.** Barcelona. Um ed. Lisboa: Paralelo Editora, 2003.

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional.** Tradução Eva Nick. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BENAQUIO, W. C. **Elaboração e aplicação de um material instrucional baseado na aprendizagem significativa sobre o efeito fotoelétrico para alunos do ensino médio.** 2016. 163 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Programa de PósGraduação em Ensino de Física, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF). Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016.

BRAZ, Cristiano Jose de Farias. Instrução Por Colegas: **Apresentação de um método de Ensino.** 2014. 93 p. MONOGRAFIA (Licenciatura em Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande - PB, 2014. Disponível em: [Http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/5018/1/PDF](http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/5018/1/PDF). 2017. p. 93



- BZUNECK, J. A. Como motivar os alunos: sugestões práticas. In: BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A.; GUIMARÃES, S. E. R. (Org.). **Motivação para aprender: Aplicações no contexto educativo**. Petrópolis: Editora Vozes, 2010. p. 13-42.
- EITLER, Kitta; LINS, Vânia (Org.). Vida de República: episódios 1-5: volume 4. 1. ed. [Energia que transforma]. Rio de Janeiro: Fundação Roberto Marinho. 2012.
- EPE, Empresa de Pesquisa Energéticas. (2017a). **Balanco Energético Nacional 2017** - Ano base 2016. Rio de Janeiro.
- FERNANDES, J. S. **Uma proposta para a introdução ao estudo da eletrostática para alunos do Ensino Médio**. 2018. 164 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Programa de Pós Graduação em Ensino de Física, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF). Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2018.
- GASPAR, A. A prática experimental orientada pela teoria de Vigostki. In: GASPAR, A (Org.). **Atividades experimentais no ensino de Física**. São Paulo, Livraria da Física, 2014. p. 209-241.
- GUIMARÃES, A. B. **Atividades para o Ensino do Conceito de Quantidade de Movimento para Alunos do Ensino Médio**. Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Física, 2016.
- GUIMARÃES, S. E. R.; BZUNECK, J. A. Propriedades psicométricas de uma medida de avaliação da motivação intrínseca e extrínseca: um estudo exploratório. **Psico-USF**, v. 7, n. 1, p. 01-08 2002.
- HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALBER, Jearl. **Fundamentos de Física**. 9. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC,2012. 4 v. ISBN 9788521616054: 9788521619031(v.1)

- LUCKESI, C. C. **Considerações gerais sobre avaliação no cotidiano escolar**. In: IP – Impressão Pedagógica, publicação da Editora Gráfica Expoente, Curitiba, PR, nº 36, 2004, p. 4-6.
- MORAES, A. Rejane, RIBEIRO-TEIXEIRA, M. **Texto de apoio aos professores de Física**. Circuitos elétricos: novas e velhas tecnologias como facilitadoras de uma aprendizagem significativa no nível médio – Porto Alegre : UFRGS, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2006 Disponível em: [https://www.if.ufrgs.br/tapf/v17n1\\_Moraes\\_Teixeira.pdf](https://www.if.ufrgs.br/tapf/v17n1_Moraes_Teixeira.pdf). Acesso em: 24 de outubro de 2019
- MOREIRA, M. A. **Organizadores Prévios e Aprendizagem Significativa** (Advanced organizers and meaningful learning). Revista Chilena de Educación Científica, ISSN 0717-9618, Vol. 7, Nº. 2, 2008, p. 23-30. Revisado em 2012.
- MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: A Visão Clássica. In: \_\_\_\_\_. (Org.). **Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências: A Teoria da Aprendizagem Significativa**. Porto Alegre, 2009. p. 6-29. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios6.pdf>. Acesso em: 24 de setembro de 2018
- MOREIRA, M. A. Metodologias de Pesquisa em Ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2011a.
- MOREIRA, M. A. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas**. 2011. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf>>. Acesso em: 25 de junho de 2018.
- MOREIRA, M. A.; ROSA, P. R. S. Pesquisa em Ensino: Métodos Quantitativos. In: MOREIRA, M. A. (Org.). **Subsídios Metodológicos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências: Pesquisa em Ensino: Métodos Qualitativos e Quantitativos**. Porto Alegre: 2009. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios11.pdf>>. Acesso em: 24 de setembro de 2017.

- MOREIRA, M. A. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/oqueeafinal.pdf>. Acesso em: 10 de abril de 2016.
- MOREIRA, M.A. (2012). ¿Al final qué es aprendizaje significativo? *Revista Qurrriculum*, La Laguna, 25: 29-56.
- MOREIRA, M. A. A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. In: \_\_\_\_\_. (Org.). **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: E.P.U., 2015. p. 159-173.
- MUNIZ, R. O. **Elaboração e avaliação de um material instrucional baseado na teoria da aprendizagem significativa:** estudo de transformações de energia com o uso de uma maquete. 2016. 209 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF). Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016.
- PEREIRA, A. C.; CAMILETTI, G. G. Aprendizagem Significativa dos Conteúdos de Campo Magnético. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFES, 9., 2018, Vitória. **Anais eletrônicos...** Disponível em <[http://portais4.ufes.br/posgrad/anais\\_jornada\\_ic/desc.php?&id=13115](http://portais4.ufes.br/posgrad/anais_jornada_ic/desc.php?&id=13115)>. Acesso em: 25 de maio de 2019
- NILSSON, James W.; RIEDEL, Susan A. **Circuitos Elétricos**. 8. Ed. São Paulo: Pearson, 2009. 592p.
- SANTOS, M. B. **Saberes de uma prática inovadora: investigação com egressos de um curso de Licenciatura Plena em Matemática**. 2005. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Pontífica Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

SANTOS NESVES, B. N. **Uma sequência didática para o ensino do eletromagnetismo no ensino médio, baseada em pressupostos da teoria da aprendizagem significativa e da motivação.** 2019. 193 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Programa de Pós Graduação em Ensino de Física, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF). Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2019.

Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Departamento Nacional. Metodologia SENAI de Educação Profissional. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Departamento Nacional. – Brasília: SENAI/DN, 2019.

Sli.do s.r.o. (2018). **Sli.do** Audience and Conference Made Easy. [Software]. In <<https://www.sli.do/home>. Acesso 02/11/2018>. Acesso em: 10 de outubro de 2018.

TERENCE, A. C. F.; ESCRIVÃO F. E. **Abordagem quantitativa, qualitativa e a utilização de pesquisa-ação.** In: XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 2006, Fortaleza. Anais...Fortaleza: ABEPRO, 2006.

TIPLER, Paul A.; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros volume 2.** Eletricidade e Magnetismo, Óptica. 5a edição. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

VALADARES, J. (2011). **A teoria da aprendizagem significativa como teoria construtivista. Aprendizagem significativa em Revista/**Meaningful Learning Review, 1, 36-57. Acedido de internet: [http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo\\_ID4/v1\\_n1\\_a2011.pdf](http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID4/v1_n1_a2011.pdf).

VALADARES, J. A. de C. S. **Concepções alternativas no ensino da física à luz da filosofia da ciência.** 1995. 821 f. Tese (Doutorado em Ciências da Educação) – Universidade Aberta. Lisboa. VALADARES, J. A. de C. S; MOREIRA, M. A. A Teoria da Aprendizagem Significativa: sua Fundamentação e Implementação. Coimbra: Almedina, 2009.

ZABALZA, M.A. **Os diários de classe dos professores.** Pátio. v. 6, n.22, p.14-17. 2002.

# APÊNDICES

## Apêndice A

### Questionário de Opinião

Caro aluno, estou interessado em saber sua *opinião* sincera sobre as questões abaixo. Por isso, não existem respostas certas ou erradas. Além do mais, esse questionário deve ser respondido de modo anônimo.

**01** – Com relação às aulas sobre a unidade curricular de **Eficiência Energética**, gostaria de saber do que você **MAIS** gostou e por quê?

O que eu mais gostei foi...

Devido a ...

**02** – Com relação às aulas sobre a unidade curricular de **Eficiência Energética**, gostaria de saber do que você **MENOS** gostou e por quê?

O que eu menos gostei foi...

Devido a ...

**03** – Você viu algum tipo de utilidade em estudar este assunto de **Eficiência Energética**?  Sim  Não

Caso tenha respondido SIM, você poderia me citar algumas? Use o espaço abaixo.  
Caso tenha respondido NÃO, você poderia dizer por quê? Use o espaço abaixo.

**04** – Você viu alguma vantagem em realizar o **Teatro/Vídeo de Física**, no ponto de vista do seu aprendizado?

**05** – Dê sugestões de “coisas” que poderiam mudar para melhorar o seu aprendizado e o aproveitamento das aulas no próximo trimestre.

## Apêndice B - Produto Educacional



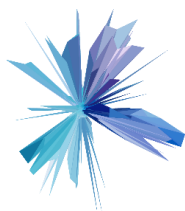
### Plano Complementar de Atividades Aplicado a Unidade Curricular de Eficiência Energética



por

Saulus Yuri Milli Rangel  
*saulusyuri@hotmail.com*

sob a orientação de  
Prof. Dr. Giuseppe Gava Camiletti  
*giuseppi.ufes@gmail.com*



**PPGEnFis**  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA

**Saulus Yuri Milli Rangel**

**Giuseppi Gava Camiletti**

# PLANO COMPLEMENTAR DE ATIVIDADES APLICADO A UNIDADE CURRICULAR DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Vitória – ES  
Dezembro – 2019



## Sumário

<b>Apresentação .....</b>	<b>3</b>
<b>Plano de Ensino .....</b>	<b>5</b>
<b>I. Conceito de Energia, suas Formas e Transformações.....</b>	<b>6</b>
Aula 01 – Apresentação da Unidade Curricular, do Professor e do Conteúdo Programático.....	6
Aulas 02 e 03 – Pré-teste.....	9
Aula 04 – Introdução a Eficiência Energética .....	15
Aulas 05 e 06 – Formas de energia e suas transformações.....	16
Aula 07 e 08– Formas de energia e suas transformações.....	18
Aulas 09, 10, 11 e 12 – Formas de energia e suas transformações.....	26
<b>II. Geração de Energia Elétrica, Fontes de Energia utilizadas na obtenção de energia elétrica.....</b>	<b>30</b>
Aula 13 e 14 – Consumo de Energia, perdas e programas de Eficiência Energética .....	30
<b>III. Balanço Energético de Energia Nacional e Matriz Energética Brasileira.....</b>	<b>31</b>
Aula 15 e 16 – Matriz Energética Brasileira e fontes de energia disponíveis.....	31
Aula 17 e 18 – Formas de energia e suas transformações.....	34
Aulas 19 e 20 – Formas de Energia e suas Transformações.....	42
<b>IV. Análise Tarifária .....</b>	<b>45</b>
Aulas 21 e 22 – Análise tarifária.....	45
Aulas 23 e 24 – Análise tarifária.....	48
Aula 25 e 26 – Eficiência energética e suas aplicações .....	52
<b>V. Eficiência Energética em Sistemas de iluminação e motores elétricos. ....</b>	<b>53</b>
Aula 27 e 28 – Otimização do uso de Energia em Sistemas Elétricos .....	53
Aulas 29 a 30– Eficiência Energética aplicada a iluminação de interiores.....	56
Aulas 31 a 34 – Prova parcial de Eficiência Energética .....	61
<b>VI. Eficiência Energética Aplicada a Instalações Residenciais e Prediais.....</b>	<b>70</b>
Aula 35 a 38 – Eficiência energética aplicada a instalações residenciais e prediais.....	70
Aula 39 a 42 – Recuperação Paralela.....	72
Aula 43 a 46 – Aulas destinadas a finalização das maquetes .....	73
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>75</b>

## Apresentação

Este Produto Educacional foi desenvolvido durante o curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física, ofertado pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGEnFís) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), em associação com o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), coordenado pela Sociedade Brasileira de Física. A proposta de elaboração e aplicação deste produto educacional foi de complementação aos catálogos técnicos, apostilas e materiais utilizados na disciplina de Eficiência Energética que integra a grade do curso técnico em Eletrotécnica da unidade do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial Senai na cidade de Serra- ES, de modo que fosse possível resgatar conceitos de Física e utilizá-los no contexto da Educação Profissional.

As atividades desenvolvidas foram aplicadas ao longo do segundo semestre de 2018, com uma turma de 18 alunos, sendo 5 do sexo feminino e 13 do sexo masculino, do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) do campus Serra-ES. Estes alunos realizam o curso técnico em Eletrotécnica, no contexto da disciplina de Eficiência Energética e estudam no turno vespertino. Pertencem ao programa de Aprendizagem Industrial que conta com apoio da iniciativa privada com subsídios de bolsas, vale transporte e alimentação para os alunos na modalidade de estágio (menores aprendizes). Os discentes que compõem a turma participante possuem idade entre 17 a 20 anos e realizam o Ensino Médio regular no turno matutino.

O uso deste material pode ocorrer de modo integrado a outros documentos técnicos aplicados aos processos industriais, desde que as estratégias adotadas e atividades propostas sejam seguidas, com as devidas alterações para o conteúdo específico que se deseja ensinar em outros contextos do Ensino Profissionalizante em Eletrotécnica e no Ensino Médio regular.



Na elaboração deste documento, foram considerados pressupostos teóricos e metodológicos da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e colaboradores (MOREIRA, 2015), complementada pelas sugestões práticas de José Aloysio Bzuneck sobre como motivar os alunos e o método de ensino ativo de Eric Mazur e colaboradores, especificamente o método de Instrução pelos Colegas. (ARAÚJO & MAZUR, 2013). O ícone apresentado no início deste parágrafo, e ao longo das aulas deste Produto, sinaliza o(s) pressuposto(s) teórico(s) que orientou(ram) o desenvolvimento e realização das diversas atividades.

Foi utilizada uma sequência de cinco vídeos da série “*Vida de República*” da Eletrobrás, com objetivo de demonstrar a utilidade dos conceitos físicos e as práticas de eficiência energética no cotidiano dos estudantes. Esta série retrata o cotidiano de jovens universitários que vivem em uma república estudantil e que são desafiados a mudança de hábitos de consumo. Ações como apagar a luz dos ambientes ao sair, reduzir o tempo de uso do chuveiro elétrico e até mesmo reconhecer equipamentos de baixo rendimento energético, evitando seu uso e substituindo-os quando necessário são retratadas na série. Os jovens são levados a refletir sobre seu modo de vida, a identificar as formas de energia e processos de conversão que estão presentes em seu cotidiano, tipos de lâmpadas, a conhecer o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) e a refletir sobre os impactos do desperdício de energia sobre o meio ambiente.

Foram propostas tarefas de leitura prévia as aulas, dinâmicas de grupo e atividades de reflexão sobre os conceitos apresentados, procurando integrar as atividades e nos

recursos instrucionais utilizados em sala de aula o conhecimento prévio dos alunos. Ao longo da aplicação desta sequência, para consolidar os novos conceitos ensinados aos alunos, utilizou-se de testes conceituais aplicados segundo o método de Instrução pelos Colegas, proposto por Araújo e Mazur (2013). Ao mesmo tempo, as questões com alto índice de erros possibilitaram ao professor a identificação dos conteúdos que necessitavam de reapresentação e atividades de recuperação.

Este Plano Complementar de Atividades foi aplicado em uma turma de quarto módulo do curso técnico em Eletrotécnica. Foram utilizados Pré-Teste, Pós-Teste, Questionário de Opinião dos estudantes e Diário de Bordo do professor para avaliar os impactos na turma participantes. Os resultados encontrados a partir da análise dos dados coletados apontam para uma melhora no desempenho dos estudantes, quando comparamos o índice de acertos das questões correlatas entre o pré e pós testes, ganho de vocabulário científico dos alunos ao longo das atividades desenvolvidas. Considerando a manifestação dos alunos por meio dos questionários de opinião, nota-se que o uso de mídias da série Vida de República da Eletrobrás, as aulas experimentais em laboratórios da escola, nos laboratórios virtuais e a construção das maquetes são importantes recursos para o ensino de conteúdo científico. Observou-se também que eles se sentem valorizados quando suas opiniões e suas concepções são consideradas pelo professor.

Saulus Yuri Milli Rangel

Dezembro 2019

## Plano de Ensino

**Público Alvo:** Alunos do curso técnico em Eletrotécnica do Senai.

### Conteúdos:

- Conceito de Energia, suas formas e processos de transformação;
- Geração de Energia Elétrica, Fontes de Energia utilizadas na obtenção de energia elétrica.;
- Balanço Energético de Energia Nacional e Matriz Energética Brasileira;
- Programa de combate ao desperdício de energia elétrica;
- Eficiência Energética em Sistemas de Iluminação e motores elétricos;
- Análise tarifária aplicada aos contratos de fornecimento de energia elétrica de consumidores com tensão elétrica de fornecimento primária e secundária.

### Objetivo Geral

- Compreender os conceitos aplicados as práticas e procedimentos de Eficiência Energética.

### Objetivos Específicos

- Compreender o conceito de energia, suas formas e manifestações na natureza.
- Compreender os mecanismos de geração de energia elétrica e fontes utilizadas em sua obtenção.
- Compreender o cenário técnico de exploração de energia no Brasil e dados do Balanço Energético Nacional.
- Compreender os programas do governo de combate ao desperdício de energia elétrica, bem como ações de eficiência energética aplicadas a estes programas.
- Compreender as ações, dados técnicos e métodos de especificação de equipamentos de iluminação.
- Compreender as ações, dados técnicos e métodos de especificação de motores elétricos.

**Tempo de cada aula:** 55 minutos

### Distribuição de notas:

Notas institucionais:

- ✓ Prova Parcial – 10 pontos
- ✓ Seminário – 10 pontos

## I. Conceito de Energia, suas Formas e Transformações

### 1º ENCONTRO

#### Aula 01 – Apresentação da Unidade Curricular, do Professor e do Conteúdo Programático

##### Objetivos

- ✓ Apresentar o conteúdo programático da unidade curricular de Eficiência Energética
- ✓ Apresentar o cronograma das atividades a serem desenvolvidas na disciplina.
- ✓ Propor um seminário com elaboração de maquetes como trabalho semestral.
- ✓ Apresentar os critérios de avaliação da disciplina

##### Ação 1 (Duração estimada: 25 minutos)

Momento dedicado a apresentação dos assuntos a serem abordados na unidade curricular de Eficiência Energética, bem como o plano de aula que contém as atividades a serem desenvolvidas ao longo do semestre e as características do processo de avaliação adotadas pelo professor.

Abre-se um espaço para cada aluno manifestar sua percepção do curso técnico, destacando o que eles mais gostaram até o presente momento, dentre as unidades curriculares já cursadas. Posterior a este momento de apresentações, o professor provoca um debate inicial sobre situações onde a eficiência energética pode ser aplicada. Com base nesses exemplos, o professor relaciona os conteúdos da ementa, ressaltando a importância de compreendê-los.

##### Ação 2 (Duração estimada: 25 minutos)

É apresentada aos alunos uma proposta de elaboração de um trabalho de conclusão da disciplina, em forma de desafio envolvendo a construção de maquetes e elaboração de um seminário sobre ações em Eficiência Energética.

#### Proposta de Projeto de Eficiência Energética

##### Contextualização

Com a escassez das fontes não renováveis de energia (Derivados do Petróleo, Carvão Mineral, Gás Natural, Urânio) que tradicionalmente foram exploradas para obtenção de energia elétrica no mundo, o uso racional de energia elétrica tornou-se um dos principais objetivos da unidade consumidoras residências, comerciais e industriais. O profissional de eletrotécnica deve buscar soluções inovadoras que visem implementar ações de eficiência energética que contribuam para a implementação de medidas de acompanhamento, avaliação e substituição de equipamentos e demais componentes de um sistema elétrico, de modo a atender as demandas do mercado, da indústria, dos seus clientes em geral. A exploração de fontes renováveis (Fotovoltaica, Solar, Eólica, Biomassa, Hidrogênio) tem sido uma alternativa buscada para substituição dos recursos em processo de escassez, como por exemplo, a exploração de Energia Eólica, de Biomassa, fotovoltaica tem ganhado participação expressiva na matriz energética brasileira. Com este desenvolvimento, a microgeração tem crescido no Brasil, na maioria das vezes, estes sistemas são formados por placas fotovoltaicas que operam em paralelo a rede, podendo devolver energia para o sistema, quando a energia gerada pelo sistema fotovoltaico for maior que a energia solicitada pela instalação.

**Desafio**

Cada grupo de trabalho desenvolverá uma maquete para exposição em formato de feira tecnológica, de modo que possam demonstrar o funcionamento destes sistemas, bem como apresentar ações de eficiência energética, procedimentos e rotinas que contribuam para o uso racional de energia elétrica nas instalações residenciais, prediais e industriais.

**Temas a serem desenvolvidos**

- ✓ Fontes de Energia Alternativas (Eólica, Biomassa)
- ✓ Caracterização do processo de obtenção de energia elétrica com protótipo.
- ✓ Apresentação dos dados do Balanço Energético Nacional relativos a estas fontes de energia.
- ✓ Sistema Elétrico de Potência. (Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica)
- ✓ Caracterização das fases de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica por meio de protótipos.
- ✓ Estudo das perdas elétricas que ocorrem no Sistema Elétrico de Potência.
- ✓ Eficiência Energética na indústria
- ✓ Energia solar (Geração de energia elétrica e térmica).
- ✓ Caracterização do sistema fotovoltaico por meio de protótipo.
- ✓ Caracterização do sistema de aquecimento Solar por meio de protótipo.
- ✓ Análise da viabilidade técnica de instalação de sistemas fotovoltaicos e aquecedores solar em residências.
- ✓ Estudo das perdas elétricas que ocorrem em instalações elétricas residenciais.

**Entrega e Apresentação**

A feira ocorrerá no dia 23/11/2018, sendo que serão disponibilizados dois dias de aulas 09/11/2018 e 16/11/2018 para finalização das montagens das maquetes e organização das apresentações.

**Avaliação**

O processo de avaliação será registrado de acordo com a ficha de avaliação que pontua as atividades em grupo e individuais, nas fases de pesquisa, concepção, elaboração e apresentação do projeto.

Individuais (Cada tópico vale 0 a 2 pontos)

- ✓ Engajamento do participante no projeto.
- ✓ Desempenho nas atividades práticas relacionadas ao protótipo.
- ✓ Contribuição na pesquisa teórica e elaboração de materiais de apresentação
- ✓ Domínio do conteúdo apresentado.
- ✓ Postura, oratória e atendimento de dúvidas ao longo da apresentação.

Grupo (Cada tópico vale 0 a 2,5 pontos)

- ✓ Organização, proatividade e desenvolvimento da pesquisa.
- ✓ Entrega das atividades dentro do prazo estabelecido.
- ✓ Criatividade, inovação e qualidade do protótipo desenvolvido.

- ✓ Criatividade, inovação e qualidade da apresentação dos resultados da pesquisa.

Ao final é feito a somatória das notas na ficha, dividindo o resultado por 2, para obtenção da nota final do projeto, com representação decimal com um dígito após a virgula.

<b>DESEMPENHO INDIVIDUAL</b>	
<b>NOME DO ALUNO:</b>	<b>NOTA</b>
Engajamento do participante no projeto.	
Desempenho nas atividades práticas relacionadas ao protótipo.	
Contribuição na pesquisa teórica e elaboração de materiais de apresentação	
Domínio do conteúdo apresentado.	
Postura, oratória e atendimento de dúvidas ao longo da apresentação.	
<b>DESEMPENHO DO GRUPO</b>	
Organização, proatividade e desenvolvimento da pesquisa.	
Entrega das atividades dentro do prazo estabelecido.	
Criatividade, inovação e qualidade do protótipo desenvolvido.	
Criatividade, inovação e qualidade da apresentação dos resultados da pesquisa.	
<b>MÉDIA</b>	



Conforme Bzuneck (2010), a proposição de desafios contribui para motivação dos alunos, combatendo o tédio e a apatia. Os desafios devem ter um grau de complexidade compatível com o perfil do estudante, levando em consideração seu grau de maturidade e as experiências de aprendizagem que ele possui. Tarefas muito fáceis não são estimulantes para alunos podendo levar ao tédio, por outro lado, tarefas muito difíceis podem causar ansiedade, fracasso, frustração, irritação e sentimento de inferioridade. Para a turma participante, a proposição da construção de maquetes foi adequada, considerando o contexto em que este Produto Educacional foi desenvolvido.

## Aulas 02 e 03 – Pré-teste

### Objetivos

- ✓ Gerar parâmetros de comparação para avaliar a eficácia produto educacional no ensino dos conceitos abordados na disciplina de Eficiência Energética.
- ✓ Investigar o conhecimento prévio dos alunos sobre os conceitos a serem ensinados na disciplina de Eficiência Energética.

### Ação 1 (Duração estimada: 100 minutos)

Aplicar o Questionário de diagnóstico inicial (Pré teste).

#### Teste Diagnóstico de Eficiência Energética

Nome: \_\_\_\_\_

1- (ENEM/2005) Observe a situação descrita na tirinha abaixo



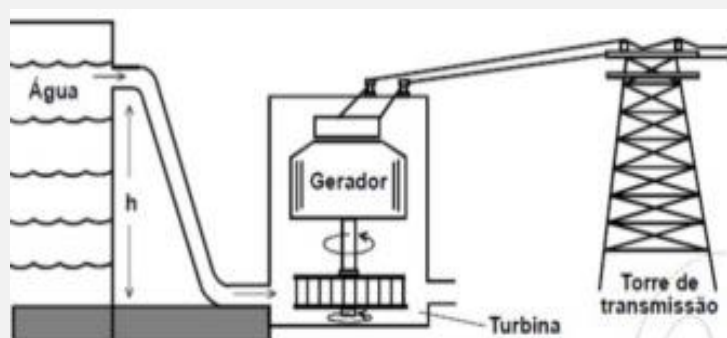
(Francisco Caruso & Luisa Daou, Tirinhas de Física, vol. 2, (CBPF, Rio de Janeiro, 2000.)

Assim que o menino lança a flecha, há transformação de um tipo de energia em outra. A transformação, nesse caso, é de energia

- a- potencial elástica em energia gravitacional.
- b- gravitacional em energia potencial.
- c- potencial elástica em energia cinética.**
- d- cinética em energia potencial elástica.
- e- gravitacional em energia cinética.



2- (ENEM/1998-modificada) Na figura abaixo está esquematizado um tipo de usina utilizada na geração de eletricidade. Analisando o esquema, identifique que tipo de uma usina é esse e as formas de energia envolvidas em cada etapa do processo.



Hidrelétrica. No reservatório de água (barragem) há energia potencial gravitacional ( $E_{pg}$ ). Na turbina, a queda d'água produz o seu movimento, convertendo energia potencial gravitacional em cinética ( $E_c$ ), como a turbina está acoplada mecanicamente ao eixo do gerador elétrico, o movimento da turbina produz a variação de campo magnético no interior do gerador, convertendo a energia mecânica do eixo da turbina em elétrica a ser enviada a torre de transmissão.

3- (ENEM/2012) Os carrinhos de brinquedos podem ser de vários tipos. Dentre eles, há os movidos a corda, em que uma mola em seu interior é comprimida quando a criança puxa o carrinho para trás. Ao ser solto, o carrinho entra em movimento enquanto a mola volta à sua forma inicial. O processo de conversão de energia que ocorre no carrinho descrito também é verificado em

- a- um dínamo.
- b- um freio de automóvel.
- c- um motor a combustão.
- d- uma usina hidroelétrica.
- e- uma atiradeira (estilingue)

4- (ENEM 2007)

**MOCHILA GERADORA DE ENERGIA**

O sobe e desce dos quadris faz a mochila gerar eletricidade.

- ▶ A mochila tem uma estrutura rígida semelhante a usada por alpinistas.
- ▶ O compartimento de carga é suspenso por molas colocadas na vertical.
- ▶ Durante a caminhada, os quadris sobem e descem em média cinco centímetros. A energia produzida pelo vai-e-vem do compartimento de pesofaz gira um motor conectado ao gerador de eletricidade.

**MOVIMENTO DA MOCHILA**

Energia potencial → Energia I → Energia II

Com o projeto de mochila ilustrado acima, pretende-se aproveitar, na geração de energia elétrica para acionar dispositivos eletrônicos portáteis, parte da energia desperdiçada no ato de caminhar. As transformações de energia envolvidas na produção de eletricidade enquanto uma pessoa caminha com essa mochila podem ser assim esquematizadas: As energias I e II, representadas no esquema acima, podem ser identificadas, respectivamente, como

- a- cinética e elétrica.
- b- térmica e cinética.
- c- térmica e elétrica.
- d- sonora e térmica.
- e- radiante e elétrica

5- (ENEM- 2002-modificada) – Em usinas hidrelétricas, a queda d'água move turbinas que acionam geradores. Em usinas eólicas, os geradores são acionados por hélices movidas pelo vento. Na conversão direta solar-elétrica são células fotovoltaicas que produzem tensão elétrica. Analise cada sistema deste individualmente, indicando as formas de energia envolvidas na entrada e na saída dos processos. Apresente a característica comum destas fontes de energia.

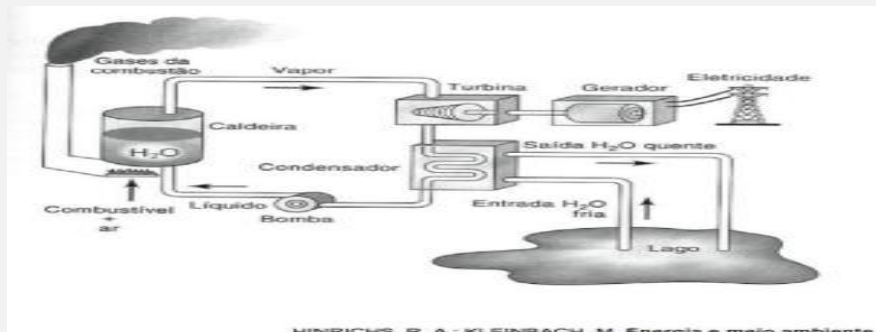
- ✓ Hidrelétricas: entrada (Potencial Gravitacional), saída (Elétrica/ Corrente Alternada).
- ✓ Eólicas: entrada (Cinética do vento), saída (Elétrica/ Corrente Alternada).
- ✓ Solar: entrada (Radiação Solar), saída (Elétrica/ Corrente Alternada).
- ✓ As três fontes são classificadas como renováveis, pois tem reservas abundantes na natureza.

6- (ENEM- 2011) – Segundo dados do Balanço Energético Nacional de 2008, do Ministério das Minas e Energia, a matriz energética brasileira é composta por hidrelétrica (80%), termelétrica (19,9%) e eólica (0,1%). Nas termelétricas, esse percentual é dividido conforme o combustível usado, sendo: gás natural (6,6%), biomassa (5,3%), derivados de petróleo (3,3%), energia nuclear (3,1%) e carvão mineral (1,6%). Com a geração de eletricidade da biomassa, pode se considerar que ocorre uma compensação do carbono liberado na queima do material vegetal pela absorção desse elemento no crescimento das plantas. Entretanto, estudos indicam que as emissões de metano (CH<sub>4</sub>) das hidrelétricas podem ser comparáveis às emissões de CO<sub>2</sub> das termelétricas. MORET, A. S.; FERREIRA, I. A. As hidrelétricas do Rio Madeira e os impactos socioambientais da eletrificação no Brasil. Revista Ciência Hoje. V. 45, n.º 265, 2009 (adaptado).

No Brasil, em termos do impacto das fontes de energia no crescimento do efeito estufa, quanto à emissão de gases, as hidrelétricas seriam consideradas como uma fonte:

- a- limpa de energia, contribuindo para minimizar os efeitos deste fenômeno.
- b- eficaz de energia, tomando-se o percentual de oferta e os benefícios verificados.
- c- limpa de energia, não afetando ou alterando os níveis dos gases do efeito estufa.
- d- poluidora, colaborando com níveis altos de gases de efeito estufa em função de seu potencial de oferta.
- e- alternativa, tomando-se por referência a grande emissão de gases de efeito estufa das demais fontes geradoras.

7- (ENEM - modificada) O esquema mostra um diagrama de bloco de uma estação geradora de eletricidade abastecida por combustível fóssil.



Com base nas formas de energia envolvidas e na dinâmica dos processos em cada etapa do sistema, explique como energia se manifesta em cada processo e comente quais as possíveis perdas de energia que ocorrem ao longo do sistema representado pela figura.

Na caldeira, as reações químicas de queima do combustível fóssil liberam energia em forma de calor, que é transferido para água armazenada nela por contato da chama proveniente da combustão. Podem ocorrer perdas nas paredes do reservatório que idealmente deveria ser adiabática. A água aquecida transforma-se em vapor com pressão suficiente para provocar a movimentação da turbina, que converte a energia térmica acumulada no vapor em cinética de rotação. Esta rotação é entregue ao gerador por um acoplamento mecânico, podendo haver atrito no acoplamento entre a turbina e o gerador. O vapor que sai da turbina tem energia armazenada muito inferior ao sair da caldeira, sendo condensado pela água do lago que deve estar a temperaturas próximas de 20°C. Uma bomba fecha o ciclo, conduzindo a água novamente para caldeira.

8- (ENEM-2012) Suponha que você seja um consultor e foi contratado para assessorar a implantação de uma matriz energética em um pequeno país com as seguintes características: região plana, chuvosa e com ventos constantes, dispondo de poucos recursos hídricos e sem reservatórios de combustíveis fósseis. De acordo com as características desse país, a matriz energética de menor impacto e risco ambientais é a baseada na energia

- a- dos bicombustíveis, pois tem menor impacto ambiental e maior disponibilidade.
- b- solar, pelo seu baixo custo e pelas características do país favoráveis à sua implantação.
- c- nuclear, por ter menor risco ambiental e ser adequada a locais com menor extensão territorial.
- d- hidráulica, devido ao relevo, à extensão territorial do país e aos recursos naturais disponíveis.
- e- eólica, pelas características do país e por não gerar gases do efeito estufa nem resíduos de operação.

9- (Empresa de Pesquisa Energética 2012) A definição para uma usina a ciclo combinado encontra-se em:

- a- Usina que possui dois geradores, sendo um deles utilizado para backup do sistema no caso de avarias do gerador principal de energia.
- b- Usina que possui sistema de geração em duas frequências distintas, sendo um exemplo desse tipo a Hidroelétrica Itaipu Binacional.
- c- Usina que opera com duas tensões terminais de saída com objetivo de atender a cargas alimentadas com diferentes níveis de tensão.
- d- Usina que tem dois sistemas de turbinas a gás em cascata, aumentando, portanto, a eficiência do sistema.
- e- **Usina que produz energia elétrica, primeiramente empregando a turbina a gás para, em seguida, aproveitar o calor rejeitado dessa turbina, empregando a turbina a vapor para a produção de energia elétrica.**

10- (Empresa de Pesquisa Energética 2012) Uma usina termoeletrica hipotética utiliza o gás natural, que possui poder calorífico de 9.000 kcal/m<sup>3</sup>, como combustível. Supondo-se que a usina possua um rendimento de 40%, o volume de gás natural, em m<sup>3</sup>, necessário para que a usina atenda a uma demanda de 100 MW por um período de 3 horas é, aproximadamente,

- a- 20.000
- b- 30.000
- c- 50.000
- d- 60.000
- e- **70.000**

11- (Empresa de Pesquisa Energética 2012) Em uma instalação comercial, há 12 luminárias com 4 lâmpadas fluorescentes tubulares de 32 W cada. A equipe de manutenção estuda a possibilidade de substituir todas as lâmpadas das luminárias por luminárias LED tubulares de 15 W. Considere que as lâmpadas funcionam 8 horas por dia, 30 dias no mês, e que o custo do kWh é R\$ 0,80. Nessas condições, a economia na fatura da concessionária referente ao consumo de energia, em reais, é, aproximadamente,

- a- 1.500,00
- b- 195,00
- c- **156,00**
- d- 19,00
- e- 5,00

12- (Empresa de Pesquisa Energética 2012) A implantação de um programa de eficiência energética no setor industrial, a fim de tornar efetivos os seus potenciais de eficiência, é impedida ou dificultada por diversas barreiras. A fim de ultrapassar essas barreiras, podem-se promover instrumentos de fomento à eficiência e adotar técnicas de engenharia, na área de eficiência energética, e, com isso, melhorar esse setor. Nesse contexto, representa uma técnica de engenharia a(o)

- a- capacitação de pessoal em medidas de conservação de energia na indústria
- b- imposição de metas de conservação de energia para supridores de energia
- c- obrigatoriedade de padrões mínimos de eficiência energética para equipamentos em geral
- d- financiamento de projetos de pesquisa e desenvolvimento sobre equipamentos e processos industriais eficientes
- e- levantamento de potenciais técnicos de eficiência por meio da realização de diagnóstico energético na indústria

13- (COCEL 2011/modificada) A estrutura tarifária, conjunto de tarifas aplicáveis às componentes de consumo de energia elétrica e/ou demanda de potência ativas, de acordo com a modalidade de fornecimento, é caracterizada pela aplicação de tarifas de consumo de energia elétrica e/ou demanda de potência independentemente das horas de utilização do dia e dos períodos do ano. No mesmo sentido, a estrutura tarifária horo-sazonal caracteriza-se pela aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica e de demanda de potência, de acordo com as horas de utilização do dia e dos períodos do ano. Acerca disso, considere as seguintes definições:

1. Tarifa Verde: modalidade estruturada para aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica de acordo com as horas de utilização do dia e os períodos do ano, bem como de uma única tarifa de demanda de potência.
2. Horário de ponta (P): período definido pela concessionária e composto por 3 (três) horas diárias consecutivas, exceção feita aos sábados, domingos, terça-feira de carnaval, sexta-feira da Paixão, Corpus Christi, dia de finados e os demais feriados definidos por lei federal, considerando as características do seu sistema elétrico.
3. Horário fora de ponta (F): período composto pelo conjunto das horas diárias consecutivas e complementares àquelas definidas no horário de ponta.

Considerando um cliente industrial, com fornecimento de tensão na rede de média tensão 13,8KV, quais as modalidades tarifárias que ele pode escolher momento da contratação dos serviços de fornecimento de energia elétrica? Apresente o procedimento de escolha da melhor opção para este tipo de cliente.

O cliente industrial se enquadra no grupo A, com fornecimento em média tensão e uso de subestação particular. Para estes clientes, as modalidades de contrato são: a estrutura tarifária azul; estrutura tarifária verde e tarifa convencional do grupo B, caso a potência da subestação não ultrapasse 112,5 KVA. O procedimento de escolha é feito de acordo com as demandas de potência e energia registradas ao longo de um período de um ano, ou para o caso de projeto deve ser estimada a melhor opção de contrato de acordo com a carga instalada e os fatores de demanda determinados no projeto da instalação. Existem algoritmos de otimização que levam a identificação da melhor opção para o contrato.

## Aula 04 – Introdução a Eficiência Energética

### Objetivos

- ✓ Mostrar a utilidade de estudar Eficiência Energética no contexto dos alunos da turma alvo da intervenção e aplicação do produto educacional.
- ✓ Favorecer a criação de concepções iniciais sobre o tema com uso de mídias. (organizador prévio)

### Ação 1 (Duração estimada: 20 minutos)

Exibir o primeiro vídeo da série “Vida da República” que está disponível em : <https://www.youtube.com/watch?v=KANxht0oSyk>, que aborda o uso eficiente de energia nas residências, a caracterização do programa de eficiência energética Procel da Eletrobrás, os benefícios da energia no nosso dia a dia e os diferentes usos da energia elétrica.



### Ação 2 (Duração estimada: 30 minutos)

Posterior a exibição desta mídia, o professor propõe um debate com os alunos sobre as ideias presentes no vídeo organizando-os em 4 grupos e propondo as seguintes questões de reflexão:

#### Questões Propostas no Debate

- 1- Como economizar energia elétrica em casa sem perder qualidade de vida? Cite ações presentes no vídeo que contribuam para esta tarefa.
- 2- O que é programa Procel e quais equipamentos podem receber o selo Procel.
- 3- Quais os tipos de lâmpadas que você conhece? Quais as características técnicas das lâmpadas são consideradas para sua escolha e uso nas instalações elétricas? Comente sobre os tipos que aparecem no vídeo.
- 4- Comente sobre algum fato ou acontecimento no vídeo que chamou sua atenção.

Posterior a reflexão dos alunos, os grupos são convidados a expor suas percepções sobre o vídeo apresentado, bem como as respostas dadas a cada item proposto.

**2º ENCONTRO**

**Aulas 05 e 06 – Formas de energia e suas transformações**

**Objetivos**

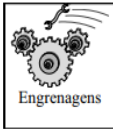
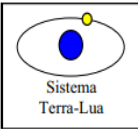


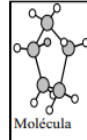




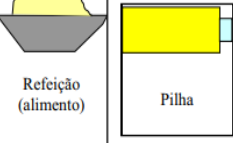





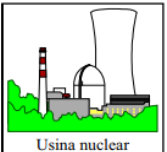


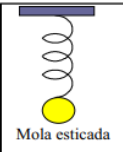
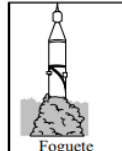
- ✓ Investigar as concepções iniciais dos estudantes sobre as formas de energia
- ✓ Mostrar a utilidade de estudar Eficiência Energética no contexto dos alunos da turma alvo da intervenção e aplicação do produto educacional.
- ✓ Favorecer a criação de concepções iniciais sobre o tema com uso de mídias. (organizador prévio)

**Ação 1 (Duração estimada: 35 minutos)**

Propor aos alunos a realização desta atividade.

**Onde a energia está presente no seu dia a dia?**

Baseado nos seus conhecimentos, assinale dentre as situações descritas nas imagens, quais você pode identificar a presença de algum tipo de energia. Para cada situação assinalada anteriormente, procure dar uma justificativa.

 Engrenagens	 Sistema Terra-Lua	 Carro em movimento	 Estátua	 Molécula	
[ ] 11	[ ] 12	[ ] 13	[ ] 14	[ ] 15	
 Esfera parada sobre a mesa	 Arqueiro	 Sol - planta	 Refeição (alimento)	 Pilha	
[ ] 16	[ ] 17	[ ] 18	[ ] 19	[ ] 20	[ ] 21
 Música (som de auto-falantes)	 Transmissão via satélite.	 Petróleo	 Lâmpada acesa	 Jogador	
[ ] 1	[ ] 2	[ ] 3	[ ] 4	[ ] 5	
 Usina nuclear	 Chama	 Ciclista	 Mola esticada	 Foguete	
[ ] 6	[ ] 7	[ ] 8	[ ] 9	[ ] 10	





O professor recolhe os registros do teste conceitual, de modo a agrupar as concepções manifestadas pelos estudantes e inseri-las nos materiais das aulas seguintes. Como por exemplo, frases que expressam as concepções alternativas dos alunos podem ser inseridas como exemplos ou questões de reflexão ao longo dos materiais instrucionais como slides, notas de aula e folhas de exercícios.

### **Ação 2 (Duração estimada: 20 minutos)**

Exibir o segundo vídeo da série vida de república, disponível em [https://www.youtube.com/watch?v=Ajed\\_uH5Qt0](https://www.youtube.com/watch?v=Ajed_uH5Qt0), este episódio aborda os conceitos de Energia e Potência, os tipos de energia e transformações energéticas e as formas de energia e equipamentos de conversão.

### **Ação 3 (Duração estimada: 40 minutos)**

Desenvolver com os alunos uma dinâmica sobre os significados da palavra energia.

#### **Dinâmica sobre os Significados de Energia**

O professor propõe que a sala seja organizada em um grande círculo com as carteiras dos alunos, ele disponibiliza pedaços de cartolina e fita durex para os discentes, de modo que possa registrar as contribuições de cada aluno na atividade, colando-os em um mural. Aos alunos é atribuída a tarefa de citar frases ou expressões em que a palavra energia apareça, anotando-as nos pedaços de cartolina e colando quadro. Quando as expressões acabarem, o professor solicita que a turma faça uma classificação de acordo com as diferentes formas de energia citadas nos exemplos e façam uma tradução dos termos presentes no mural, de acordo como os exemplos a seguir : energia eólica – energia que vem da atividade do vento; energia solar – energia que vem da presença do Sol. Provavelmente, surgirão expressões que não se enquadram na forma de energia que estamos estudando, mas que também devem ser aproveitadas, investigando sua etimologia ou as tradições culturais a que estão relacionadas, ampliando a troca de ideias e o conhecimento construído em conjunto. Veja alguns exemplos comuns: energia positiva ou negativa – energia que vem da boa/má intenção ou humor de alguém; estar cheio de energia – ter muita disposição física; ânimo, que também significa disposição, mais ligada à vontade e que se origina do latim animus (alma), ou princípio vital. Chame a atenção dos participantes para o fato de alguns usos da palavra energia não se aplicarem à física, mas a uma apropriação popular do conceito para explicar outros fenômenos, tais como a índole ou disposição de alguém, ou a presença da vida em nosso corpo, como nos exemplos que acabamos de ver. Aproveite para ampliar a discussão, provocando reflexões sobre a presença da energia nos seres humanos, como na gestação e no desenvolvimento de um bebê, por exemplo. Peça a cada participante que fale sobre um de seus hábitos de consumo de energia e anote no quadro, criando uma lista. A partir dessa lista, sugira que o grupo faça um paralelo entre seus hábitos de consumo de energia e os dos personagens do programa de TV. Peça, também, que observem o que cada item apresentado tem a ver com a qualidade de vida dos personagens e deles mesmos. Por fim, explique para o grupo que o objetivo da atividade é trazer o que cada um sabe sobre energia, observar se esses saberes têm denominadores comuns, ou se apresentam diferenças marcantes. E, também, aproveitar a “bagagem” dos diversos sujeitos para construir novos conhecimentos, compartilhados. Sinalize que, assim como os personagens do episódio, os participantes também vão, pouco a pouco, expandir seu entendimento sobre os conceitos relacionados à energia, seu uso eficiente e a estreita relação entre a energia e a vida de todos nós.



## Aula 07 e 08– Formas de energia e suas transformações

### Objetivos

- ✓ Realizar uma exposição dialogada em sala de aula sobre os conceitos de Energia, Trabalho, Potência e Geração de Energia elétrica.
- ✓ Consolidar os conceitos apresentados por meio da utilização do método de Instrução pelos colegas. (Araújo e Mazur 2013)
- ✓

### Ação 1 (Duração estimada: 50 minutos)

Apresentação do material teórico sobre Energia, Trabalho, Potência e Geração de Energia Elétrica.



De acordo com as recomendações da Teoria de Aprendizagem Significativa (Ausubel, 2003), o conhecimento prévio dos alunos deve ser inserido nos materiais e recursos instrucionais utilizados. As concepções dos estudantes mapeadas na 5ª aula com o teste de identificação de formas de energia, devem ser inseridas nos exemplos apresentados nos slides, nos testes conceituais e exercícios propostos.

### Eficiência Energética

Fonte : Energia : recurso da vida, coleção de livros PROCEL

### A ponte rolante

As pontes rolantes são equipamentos essenciais para o transporte de cargas pesadas na indústria, assista o vídeo disponível em [https://www.youtube.com/watch?v=Lv8jELod\\_6w](https://www.youtube.com/watch?v=Lv8jELod_6w), que tipo de trabalho este equipamento realiza? Quais equipamentos são utilizados na composição da ponte rolante que permite a realização de deslocamento tanto na horizontal, como na vertical? Quais os recursos necessários para que esse equipamento realize sua função?

Ainda pensando sobre o transporte de cargas na indústria, pequenas cargas como equipamentos eletrônicos, peças de reposição, materiais elétricos, lâmpadas, materiais de escritório são armazenadas em um tipo de estoque conhecido como almoxarifado, neste caso os próprios funcionários podem realizar o deslocamento destas pequenas cargas. Mas afinal, o que há em comum entre o transporte de cargas e os conceitos de trabalho e energia?

Figura 1 - ponte rolante, disponível em <http://infraestrutura.uoana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/07/ponte-rolante-305775-1.aspx>

## O conceito de Energia e Trabalho

**Energia** é a capacidade de realizar trabalho e este está relacionado com o deslocamento que um corpo realiza na direção de uma força aplicada sobre ele.

- Os alimentos que ingerimos fornecem energia para nosso organismo, que gastamos realizando movimentos com o corpo, para efetuar as funções biológicas necessárias para manutenção da vida.
- Uma barra de chocolate nos oferece a energia em quilo calorias que seria gasta para subir 800 andares em uma escada.



Figura 2. água na tigelada, disponível em : [https://www.tripsadvisor.com.br/locationPhotoDirectLink?g70119-c5344374-c226-9936-3c-91zazzara\\_Uj-Braganca\\_Paulista\\_State\\_of\\_Sao\\_Paulo.html](https://www.tripsadvisor.com.br/locationPhotoDirectLink?g70119-c5344374-c226-9936-3c-91zazzara_Uj-Braganca_Paulista_State_of_Sao_Paulo.html)



Figura 3. chocolate em barra, disponível em : <https://www.monfaturmiegocio.com/chocolate-em-barra-por-atacado/>

- Para deslocar uma pedra do solo até o alto de uma montanha, o soldado grego antigo tinha que aplicar uma força proveniente de seu corpo, realizando o trabalho suficiente para chegar no pico da montanha e se ele soltar a pedra desta posição, a medida que ela rola sobre a montanha, ganha velocidade até atingir valor máximo quando estiver sobre o solo.
- A pilha possui um tipo de energia que é transportada para um carrinho de fricção provocando seu movimento.
- O gás de cozinha , quando queimado libera uma quantidade de energia sobre forma de calor e luz, através da chama produzida.



Figura 4. Sicho, disponível em <http://eventos.mtlogiagrega.blogspot.com/2010/07/sicho.html>



Figura 5. circuito elétrico, disponível em : <https://vestibular.brasilecola.uol.com.br/energia-a-bordagem-dos-circuitos-eltricos-no-enem.htm>



Figura 6. chama no fogão, disponível em <http://quimicacacuem.vilveste.com/ocapimicacacuem-gle-post2016/06/22/voc%C3%AA-sao-e-por-que-a-chama-do-fog%C3%A3o-%C3%A9-azul>

## Energia Potencial

A energia potencial está relacionada a posição do corpo e pode ser armazenada nele, desde de que sua posição não se altere. Podendo ser Gravitacional, Elástica, Elétrica.

- **Gravitacional** : relacionada a ação da gravidade sobre os corpos na superfície da terra, quanto maior for a altura de um corpo em relação o solo, maior sua quantidade de energia armazenada para esta posição.
- **Elástica** : a deformação elástica de um corpo provocada pela aplicação de uma força externa ocasiona o acúmulo de energia neste corpo, por exemplo, o uso de um estilingue, ao puxar uma pedra preza ao seu elástico até uma posição final, esta ação provoca o armazenamento de energia potencial no conjunto, de forma que ao soltarmos a pedra, esta energia armazenada é utilizada para lançar a pedra horizontalmente.



Figura 8 : A queda da maçã de Newton, disponível em <http://www.uhmalima.blog.br/2014/09/melco-nrualtaooc-nhmalima.html>



Figura 9 : estilingue, disponível em [https://br.gearbest.com/other-accessories/pp\\_490860.html](https://br.gearbest.com/other-accessories/pp_490860.html)

- **Elétrica** : Uma carga elétrica no interior de um campo elétrico uniforme sofre a influência de uma força que provoca seu movimento do polo positivo em direção ao polo negativo, a energia armazenada nesta carga pode ser convertida em outra forma de energia que provoca seu movimento como ,por exemplo, no capacitor de placas paralelas, uma carga elétrica em seu interior é acelerada em direção a placa de polaridade oposta ao sinal da carga.

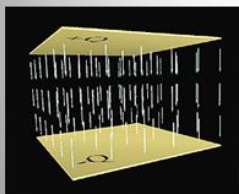


Figura 10 ,Capacitor de placas paralelas, disponível em : <http://www.dee.ufjf.br/ia/neg/intermas/projetosPROV.htm>



Figura 11. Tempestade de raios, disponível em : <http://le.miribeliro.com/tag/rio-sao-carlos-chuva-de-granizo-e-tempestade-de-raios-assustam-sao-carlos-4270>

## Energia Cinética

A energia cinética está associada ao movimento de um corpo, logo durante a realização de um deslocamento, quanto maior for sua velocidade, maior será sua energia cinética, por exemplo, voltando a questão da pedra caindo de um morro, no alto do morro quando ainda está parada, a pedra tem uma energia armazenada classificada como energia potencial gravitacional, esta energia é convertida em cinética, a medida que a pedra cai devido a ação da gravidade que provoca a atuação de uma força constante conhecida como peso, de forma que a velocidade do corpo aumenta a medida que sua altura diminui. Nas figuras a seguir, o energia cinética está relacionada a velocidade em que o atleta desce a rampa e a velocidade que o carro assume ao longo de seu deslocamento.



Figura 12. atleta na rampa de skate, disponível em <http://globoesporte.globo.com/programas/esporte-especial/arrivara/ma/noticia/0,01510,mole-da-megara-mpa-por-bumquist-frio-agressivo-maduro-letal-e-suicida.html>



Figura 13. cruze sport6, disponível em <https://www.car-olog.br/2017/08/gm-cruze-hatch-2018-preco-consumo-e.html>

## Trabalho

Grandeza física que mede a quantidade de energia gasta por uma força aplicada sobre um corpo na direção do seu deslocamento.

- No exemplo da ponte rolante, o trabalho pode ser medido pela diferença de energia potencial na posição inicial e na posição final de um bloco deslocando-se verticalmente.
- Durante a realização do movimento do carro, a força produzida pelo motor a combustível utilizado em sua estrutura produz a aceleração que faz variar sua velocidade, logo o trabalho realizado por esta força produz o deslocamento do carro e pode ser medido pela variação de energia cinética.
- No chuveiro elétrico, a passagem de uma corrente elétrica pelo resistor de aquecimento faz a temperatura da água elevar, neste caso o trabalho realizado pode ser medido pela quantidade de calor produzida na resistência, que provoca uma variação de temperatura na água, para tanto os elétrons que compõem a corrente realizaram um deslocamento na direção do campo elétrico resultante no interior do fio, o que possibilitou o processo de conversão de energia elétrica em calor sensível cedido a água, no interior do equipamento.



Figura 14. empurrando carro, disponível em <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/trabalho-uma-forca.htm>



Figura 15. transporte manual de cargas, disponível em <https://ate.asselco.mt/levante-metrico-manual-de-cargas-de-1999-2005/>



## Potência

Quantifica a capacidade de realizar trabalho em um intervalo de tempo, logo para uma quantidade fixa de trabalho, quanto menor for o tempo para realização do mesmo, maior será a potência desenvolvida. Para um intervalo fixo de tempo, o equipamento de maior potência entrega mais energia sobre forma de trabalho realizado por ele, comparado a outro equipamento de menor potência.

- Dois motores elétricos de potências diferentes são utilizados para elevar uma carga de 2 metros em relação a sua posição inicial, o motor de maior potência gastará menor tempo para realizar este trabalho, comparado ao outro motor.
- Dois equipamentos de ar condicionado de potências diferentes são utilizados para climatização de um recinto a uma temperatura de 22°C, o equipamento de maior potência realiza esta tarefa em menor intervalo de tempo comparado ao outro de menor potência.

Nas imagens a seguir, como podemos identificar o conceito de potência?



Figura 15. Atletismo, disponível em <https://conceito.de/potencia>



Figura 16. carro novo e antigo, disponível em: <https://pt.dreamstime.com/foto-de-stock-carro-novo-contra-o-carro-novo-Imagem57335910>

## Rendimento

Rendimento : Razão entre a potência útil que a máquina disponibiliza para a realização de trabalho e a potência que ele necessita para realizado.

- Um motor elétrico quando realiza a conversão de energia elétrica em cinética de rotação do eixo, perde parte da energia que ele absorve devido ao efeito joule que a corrente elétrica causa nos condutores que o compõe.
- Uma lâmpada incandescente perde parte da energia elétrica que ela absorve da rede sob forma de calor dissipado em seu filamento de tungstênio.
- Uma máquina térmica perde parte da energia que ela absorve da fonte quente para uma fonte fria durante a realização de trabalho, como por exemplo o motor de combustão de um carro.



Figura 17. motores WEG, disponível em <http://www.weg.net/instituto.nal/BR/pt/ne/wi/produtos-e-solucoes/weg-acresce-ita-ir-indice-de-rendimento-no-nome-de-sua-linha-de-motores-eletricos-de-baixa-tensao>

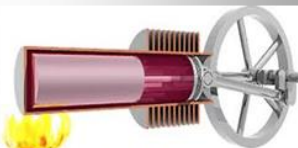


Figura 18. motor Stirling, disponível em [https://pt.wikipedia.org/wiki/Motor\\_Stirling](https://pt.wikipedia.org/wiki/Motor_Stirling).

## Outras formas de energia

- Energia química

É a energia potencial das ligações químicas entre os átomos. Ela está associada, por exemplo, à queima ou combustão presente na gasolina, nos derivados de petróleo e até mesmo nos alimentos que se transformam em nosso corpo.

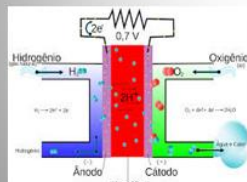


Figura 20. Célula combustível, disponível em: <https://estao.com.br/index.php/2015/10/24/energia-sustentavel-celulas-a-combustivel-voce-se-interessaria-pela-area/>



Figura 21. Fogueira, disponível em <http://globedia.com/que-e-e-energia-quimica>

• Energia térmica

Apresenta-se na forma de calor. Por definição, é a energia do movimento aleatório dos átomos ou partículas que constituem um determinado meio e está diretamente associada à temperatura deste meio. O conjunto das reações químicas do nosso corpo (metabolismo) produz a energia térmica, e é por isso que temos uma temperatura corporal. O calor do sol, de uma fogueira ou de um ferro de passar roupa são outros exemplos de energia térmica.

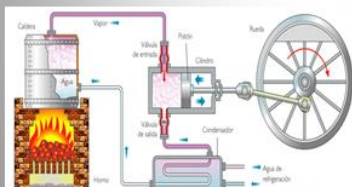


Figura 22. motor de combustão externa, disponível em : <https://motor-de-combustion-externa.webnode.es/ques/>



Figura 23. Aquecedor solar, disponível em <https://www.datuopinion.com/energia-solar-termica>

• Energia nuclear

É a nuclear, que é encontrada no núcleo dos átomos (urânio, plutônio e tório, por exemplo) e obtida através de sua quebra ou fissão. Ela vem sendo utilizada na medicina, no tratamento de várias doenças, em aplicações diversas na indústria, para a geração de energia elétrica e outros usos



Figura 24. Energia Nuclear, disponível em : <http://meioambiente.culturamix.com/noticias/energia-nuclear>

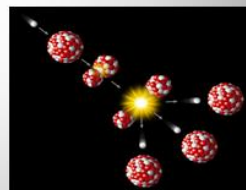


Figura 25. Fissão nuclear, disponível em : <https://manualdequimica.uol.com.br/fisico-quimica/fissao-nuclear.htm>

• Energia Radiante

É a energia emitida por radiação através de ondas eletromagnéticas, e a luz, que está dentro do espectro visível do homem, é o exemplo mais conhecido. Contudo, as ondas eletromagnéticas fora do espectro visível também possuem energia: ninguém consegue enxergar ondas de rádio, por exemplo, mas elas transportam a energia que é captada pelas antenas para sintonizar os aparelhos de rádio e TV. Outros exemplos de energia radiante são as micro-ondas e os raios X.



Figura 25. O sol, disponível em : <http://www.universiaonline.com.br/sistema/fisica/paginapublica/online/001e/01e.html.vire.m?re=direct=40757718258302559030181506137>



Figura 26. Raios X, disponível em : <http://ofq-maria.blogspot.com/2013/06/energia.html>

• Energia Elétrica

Que está associada à corrente elétrica oriunda de uma diferença de potencial elétrico em um corpo ou superfície. Esta diferença de potencial cria um campo eletromagnético pelo qual a energia pode fluir do ponto de maior concentração ( a rede elétrica, a usina de geração ) para o ponto de menor concentração de energia ( a carga ).



Figura 27. Linhas de Transmissão, disponível em : <https://paralato.do.dia.com.br/na-eletricidade-tarifa-verde-e-energia-elétrica-permanece-muito-barrata-e-em-marcos>



Figura 28. Lâmpada robô, disponível em : <http://tomadas.co.m.br/fo-ma-das-pela-cas-a-se-ligue-nas-dicas/>

• Energia sonora

Que está associada à propagação de ondas sonoras de uma fonte emissora para um meio material, estas ondas estão em movimento com velocidade definida, o som é produzido quando uma força faz com que um objeto ou substância vibre, logo há realização de trabalho que envolve uma quantidade de energia.



Figura 28. A voz, disponível em : <http://meioambiente.culturamix.com/recursos-naturais/energia-sonora>

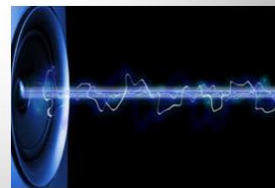


Figura 29. Auto falante, disponível em : <http://meioambiente.culturamix.com/recursos-naturais/energia-sonora>

Responda a pergunta proposta no início da aula :

O que há em comum entre o transporte de cargas e os conceitos de trabalho e energia?

Observe a imagem a seguir e indique onde os conceitos trabalhados na aula de hoje estão presentes.



Figura 19. Fontes de energia, disponível em : <http://www.notapositiva.com/>



Note que este material inicia com o exemplo da ponte rolante que é um equipamento importante nas indústrias para o transporte de cargas pesadas. Tal escolha tem o objetivo de mostrar aos alunos a utilidade da Física. São apresentadas quatro perguntas relacionadas ao funcionamento da ponte rolante e os conceitos de Trabalho e Energia. No fim da apresentação, no último slide os alunos são convidados a expor sua percepção sobre o que foi ensinado nesta aula, de modo a responder as perguntas propostas no início. Cada aluno tem a oportunidade de ir até o quadro e identificar na imagem apresentada neste slide, as formas de energia e processos de conversão de energia.

### Ação 2 (Duração estimada: 20 minutos)

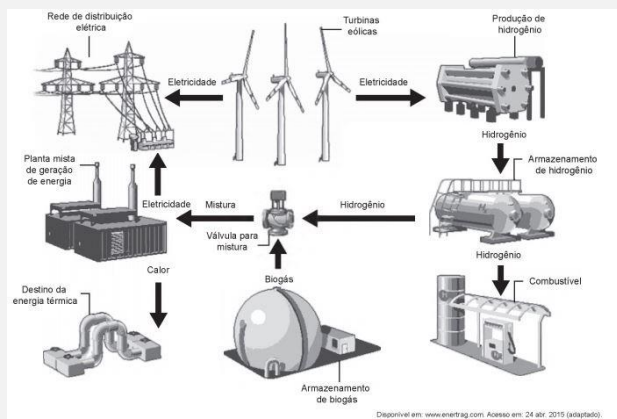
Aplicar o Teste Conceitual com o auxílio do método de Instrução pelos Colega (MAZUR E ARAÚJO,2013).



A seleção das questões deste teste deve provocar discussões entre os estudantes, envolvendo principalmente suas concepções prévias identificadas nos debates das aulas anteriores.

#### Teste Conceitual 1

1- (ENEM 2017) A figura mostra o funcionamento de uma estação híbrida de geração de eletricidade movida a energia eólica e biogás. Essa estação possibilita que a energia gerada no parque eólico seja armazenada na forma de gás hidrogênio, usado no fornecimento de energia para a rede elétrica comum e para abastecer células a combustível.



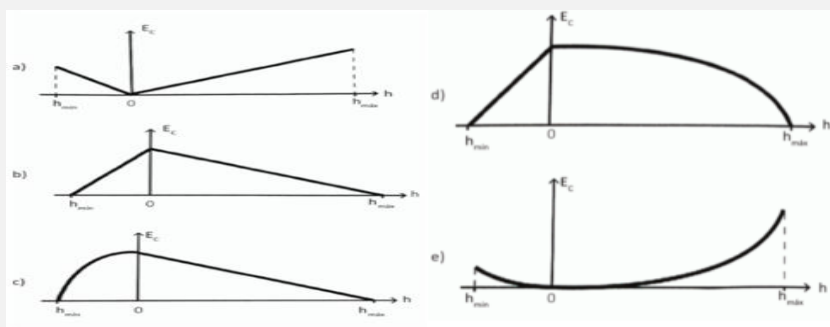
Mesmo com ausência de ventos por curtos períodos, essa estação continua abastecendo a cidade onde está instalada, pois o(a)

- a- Planta mista de geração de energia realiza eletrólise para enviar energia à rede de distribuição elétrica.
- b- Hidrogênio produzido e armazenado é utilizado na combustão com o biogás para gerar calor e eletricidade.
- c- Conjunto de turbinas continua girando com a mesma velocidade, por inércia, mantendo a eficiência anterior.
- d- Combustão da mistura biogás-hidrogênio gera diretamente energia elétrica adicional para a manutenção da estação.
- e- Planta mista de geração de energia é capaz de utilizar todo o calor fornecido na combustão para a geração de eletricidade.



2- O brinquedo pula-pula (cama elástica) é composto por uma lona circular flexível horizontal presa por molas à sua borda. As crianças brincam pulando sobre ela, alterando e alternando suas formas de energia. Ao pular verticalmente, desprezando o atrito com o ar e os movimentos de rotação do corpo enquanto salta, uma criança realiza um movimento periódico Vertical em torno da posição de equilíbrio da lona ( $h = 0$ ), passando pelos pontos de máxima e de mínima alturas,  $h_{máx}$  e  $h_{mín}$ , respectivamente.

Esquemáticamente, o esboço do gráfico da energia cinética da criança em função de sua posição vertical na situação descrita é: **(item C é o correto)**



3- Um motor só poderá realizar trabalho se receber uma quantidade de energia de outro sistema. No caso, a energia armazenada no combustível é, em parte, liberada durante a combustão para que o aparelho possa funcionar. Quando o motor funciona, parte da energia convertida ou transformada na combustão não pode ser utilizada para a realização de trabalho. Isso significa dizer que há vazamento da energia em outra forma.

CARVALHO, A. X. Z. Física Térmica. Belo Horizonte: Pax, 2009 (adaptado).

De acordo com o texto, as transformações de energia que ocorrem durante o funcionamento do motor são decorrentes de a

- a- Liberação de calor dentro do motor ser impossível.
- b- Realização de trabalho pelo motor ser incontrolável.
- c- **Conversão integral de calor em trabalho ser impossível.**
- d- Transformação de energia térmica em cinética ser impossível.

4- (ENEM 2016) Todo ano, cresce a demanda mundial de energia com o aumento das populações e do consumo. É cada vez mais necessário buscar fontes alternativas que não degradem os recursos do planeta nem comprometam a sobrevivência das espécies. Ainda há muito o que se descobrir sobre o uso eficiente de recursos energéticos provenientes de fontes renováveis, mas elas estão mais próximas do que parece da adoção em larga escala.

BARBOSA, M. A sustentabilidade da energia renovável. Superinteressante, n. 102,1996.

Os recursos energéticos do tipo citado são provenientes de

- a- Pilhas e baterias.
- b- Usinas nucleares e hidrelétricas.
- c- **Células solares e geradores eólicos.**
- d- Centrais geotérmicas e termoelétricas.



5- (ENEM 2012) Suponha que você seja um consultor e foi contratado para assessorar a implantação de uma matriz energética em um pequeno país com as seguintes características: região plana, chuvosa e com ventos constantes, dispondo de poucos recursos hídricos e sem reservatórios de combustíveis fósseis. De acordo com as características desse país, a matriz energética de menor impacto e risco ambientais é a baseada na energia:

- a) Dos biocombustíveis, pois tem menor impacto ambiental e maior disponibilidade.
- b) Solar, pelo seu baixo custo e pelas características do país, favoráveis à sua implantação.
- c) Nuclear, por ter menor risco ambiental e ser adequada a locais com menor extensão territorial.
- d) Eólica, pelas características do país e por não gerar gases do efeito estufa nem resíduos de operação.



Com o término da aula 08, o professor deve fornecer aos alunos, como tarefa extraclasse, a análise da questão apresentada no roteiro da aula prática, disponibilizando meios de comunicação com, orientando-os a manifestar suas respostas no mínimo com 48 horas de antecedência da aula experimental (E-mail, WhatsApp, folhas avulsas). O professor deve inserir as concepções alternativas dos estudantes nas questões propostas no fim do roteiro, na expectativa de levar o aluno a fazer uma reflexão sobre suas crenças, confrontando com as concepções científicas e fatos da observação do experimento.

### 3º ENCONTRO

#### Aulas 09, 10, 11 e 12 – Formas de energia e suas transformações

##### Objetivos

- ✓ Estas aulas são dedicadas a realização de uma simulação na plataforma PhET (laboratório virtual), com objetivo de demonstrar aplicações nos processos de conversão de energia.

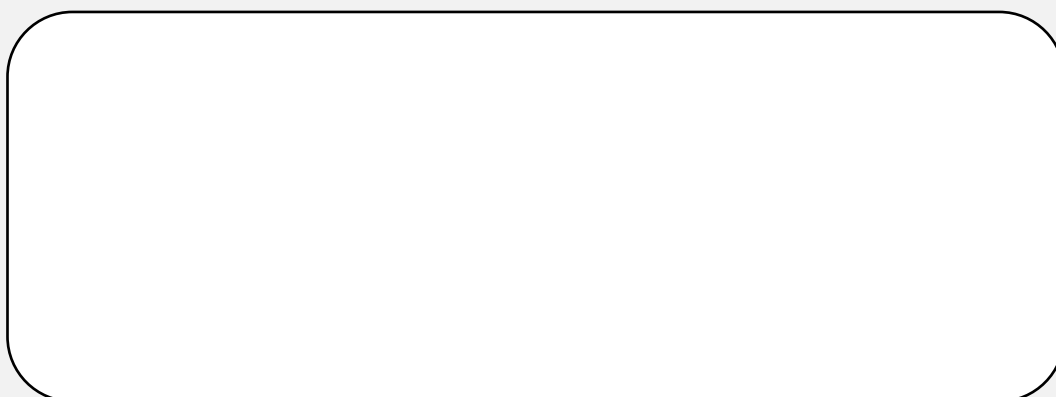
##### Ação 1 (Duração estimada: 200 minutos)

##### Atividade de Simulação da plataforma PhET.

O esquetismo é um dos esportes preferidos dos jovens e adolescentes, que consiste basicamente em realizar movimentos com um objeto, conhecido como esquete, em pistas de diversos formatos e obstáculos. Considerando os conhecimentos adquiridos na disciplina de Física, apresente-os e comente a relação que existe entre esses conceitos e a prática do esporte. Use a imagem a seguir como inspiração para sua resposta.



Figura 1, Pedro Barros, atleta brasileiro no Vans Skate Park, imagem disponível em : <https://oglobo.globo.com/esportes/dicionario-do-skate-especialistas-explicam-que-uma-pista-park-21183509>



**Materiais necessários para realização do experimento**

- Laboratório de informática com computadores com acesso à internet.

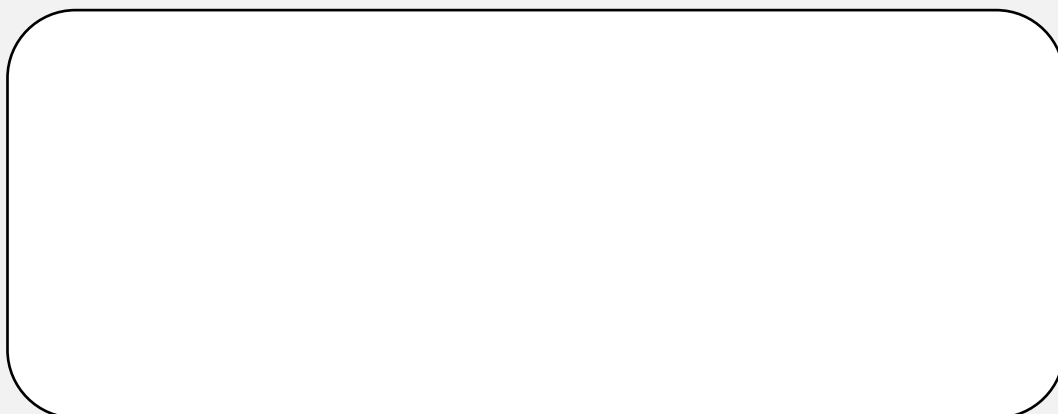
**Desenvolvimento da atividade**

Acesse ao endereço eletrônico: [https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park-basics/latest/energy-skate-park-basics\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park-basics/latest/energy-skate-park-basics_pt_BR.html), selecione a opção de introdução, aparecerá a imagem a seguir.

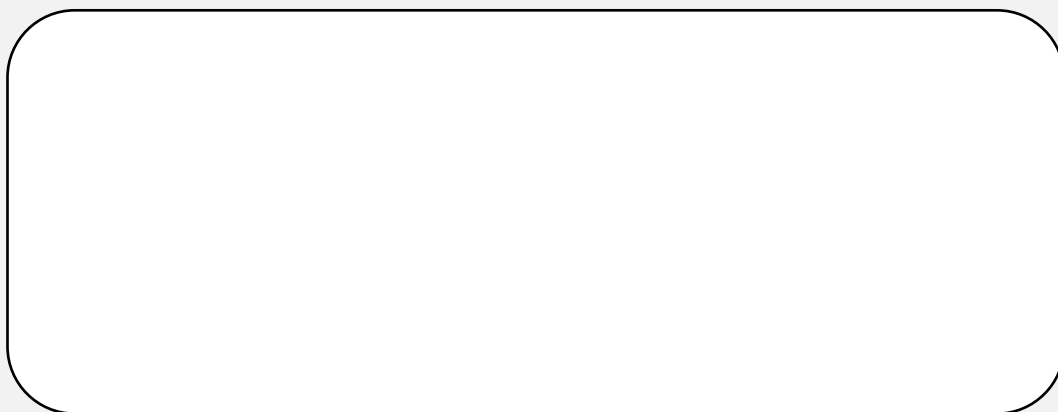


Figura 2, ambiente de simulação da plataforma PHET.

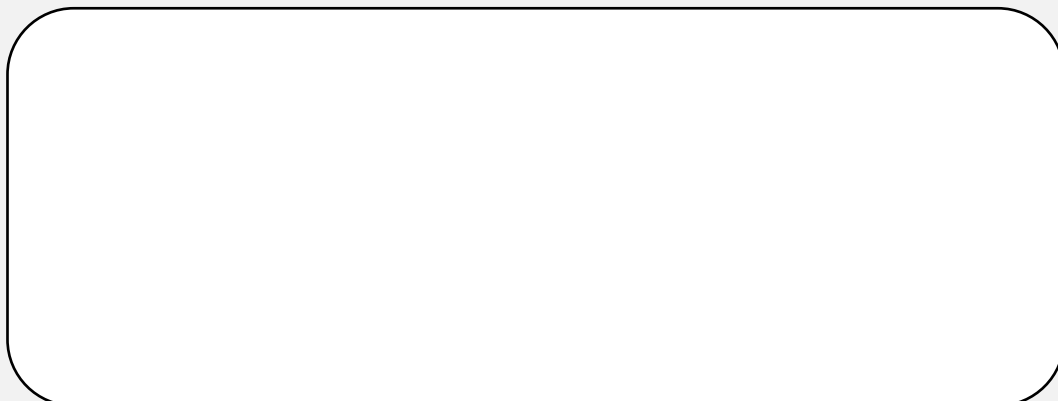
1- Antes de iniciar a simulação, inclua as opções de velocidade, mostrar grade e gráfico de barras. Coloque o atleta no ponto da pista que corresponde à altura de 2 metros, observe o que ocorre com a velocidade e as energias mostradas no gráfico. Explique o que ocorre.



2- Varie a massa do atleta e comente o que ocorre com a simulação.



3- Retire o atleta da pista e coloque-o novamente a partir da posição de altura de 4 metros, e depois de 6 metros. Qual relação entre a altura da posição inicial do atleta e o movimento que ele executa? É possível verificar o princípio da conservação de energia nesta simulação? Este processo é reversível ou não do ponto de vista energético.



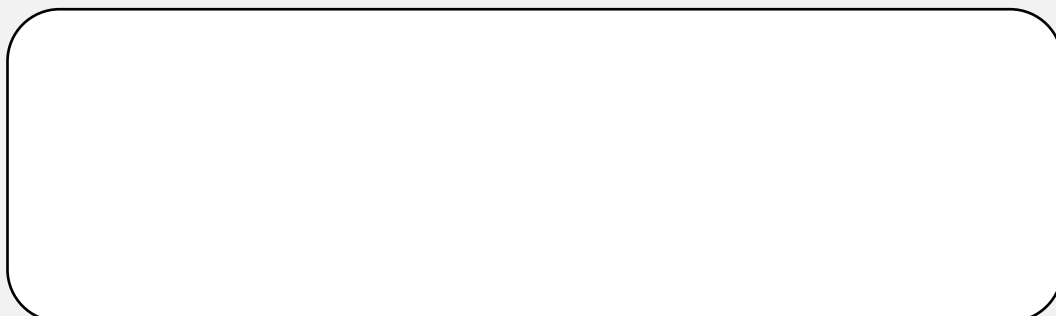
4- Troque a pista para a posição com atrito, repita o procedimento do item a. Efetue uma simulação com atrito médio, uma com máximo atrito e outra com atrito nulo. Varie também a massa do atleta e observe o efeito.



5- Repita o item c, considerando agora a situação com atrito.



6- Faça uma pista no formato de montanha russa com um loop, teste-a com o atleta e verifique quais as condições para que o atleta consiga durante seu movimento passar pelo loop sem cair. Inclua atrito na simulação e apresente suas conclusões.



7- Considerando os resultados observados neste experimento, responda novamente à pergunta feita no início desta atividade, destaque os novos conceitos que você aprendeu



## II. Geração de Energia Elétrica, Fontes de Energia utilizadas na obtenção de energia elétrica.

### 4º ENCONTRO

#### Aula 13 e 14 – Consumo de Energia, perdas e programas de Eficiência Energética

- ✓ Nesta aula será exibido o episódio 03 de “Vida de república”
- ✓ Desenvolver uma atividade em grupo que promova a contextualização do conceito de energia e a identificação de perdas energéticas no cotidiano dos estudantes e a classificação de equipamentos eficientes.

#### Ação 1 (Duração estimada: 25 minutos)

Exibição do episódio 03 de “Vida de república”, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=7KDESKxKP4>.

#### Ação 2 (Duração estimada: 50 minutos)

Atividade em grupo sobre episódio 03 de vida de república. **Duração estimada: 50 minutos**

#### O que consome energia perto de você?

##### Objetivo

O objetivo desta atividade é associar o consumo de energia aos nossos hábitos, comparando o acesso dos jovens de hoje a equipamentos elétricos e eletrônicos ao de gerações passadas. É uma maneira de identificar a relação do tema energia com o estilo de vida.

##### Material utilizado

Quadro negro, quadro branco ou flipchart + giz, marcador para quadro branco ou piloto atômico.

##### Procedimento

Que forma de energia você utiliza em sua casa? E no seu entorno? Essa é a pergunta que motiva a atividade. Sem se preocupar em definir o conceito de energia, peça que cada um observe, no lugar onde mora, objetos que consomem energia. E cada um vai preparar uma lista com os objetos que identificou. Na data combinada, peça que todos leiam suas listas e registre os objetos citados em um quadro, visível para todos. A partir do que foi levantado pelo grupo, promova uma discussão comparando o uso de objetos que demandam energia na geração atual aos hábitos de gerações passadas (pais, avós, bisavós etc.). Estimule que todos se manifestem, relatando casos familiares e compartilhando impressões sobre o tema.

### III. Balanço Energético de Energia Nacional e Matriz Energética Brasileira

#### Aula 15 e 16 – Matriz Energética Brasileira e fontes de energia disponíveis

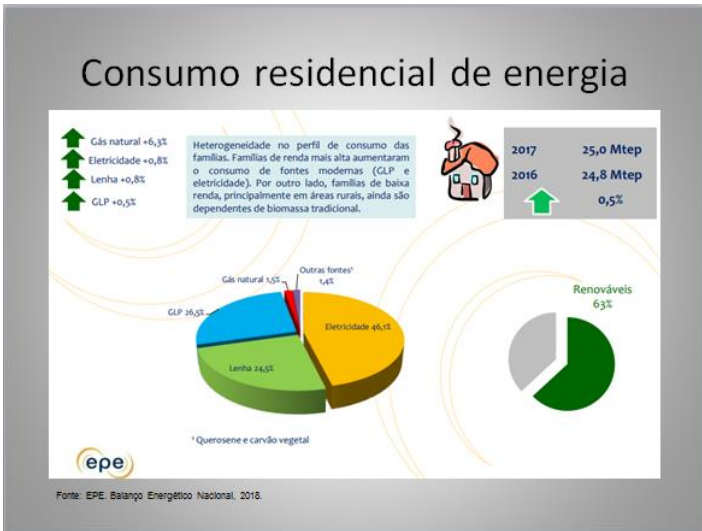
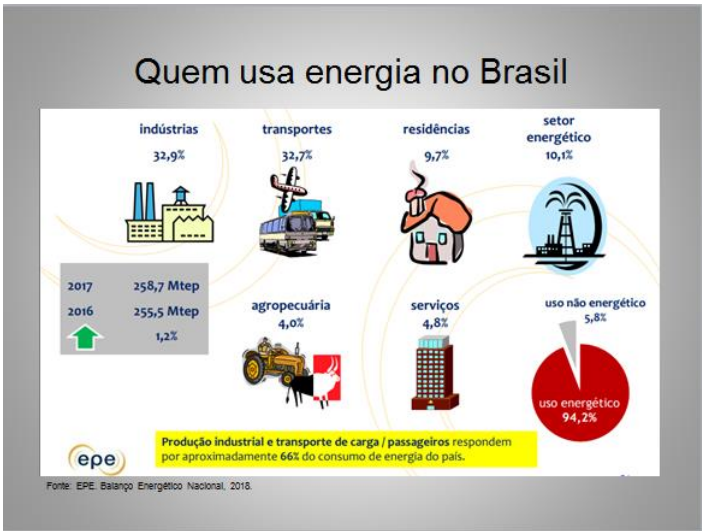
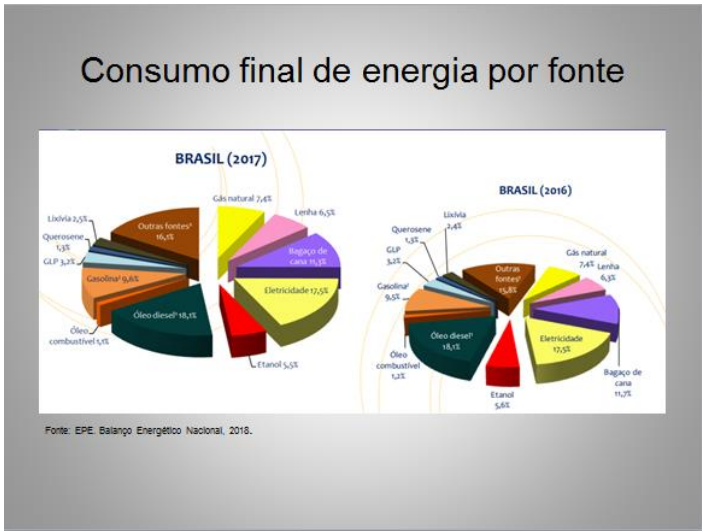
##### Objetivos

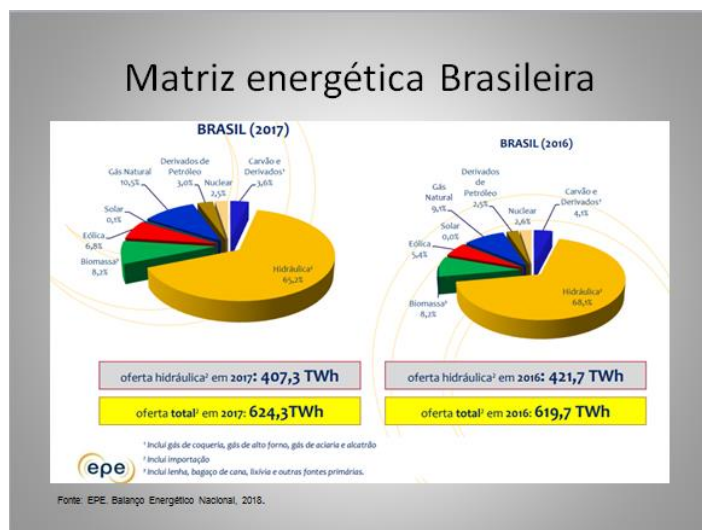
- ✓ Apresentada uma sequência de slides com os dados das fontes de energia disponíveis no Brasil, considerando o levantamento feito no Balanço Energético Nacional 2018.
- ✓ Realizar uma atividade de reflexão sobre ações de eficiência energética em residências.

##### Ação 1 (Duração estimada: 50 minutos)

Apresentar o material teórico elaborados a partir do relatório Balanço Energético Nacional elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética EPE, 2018.





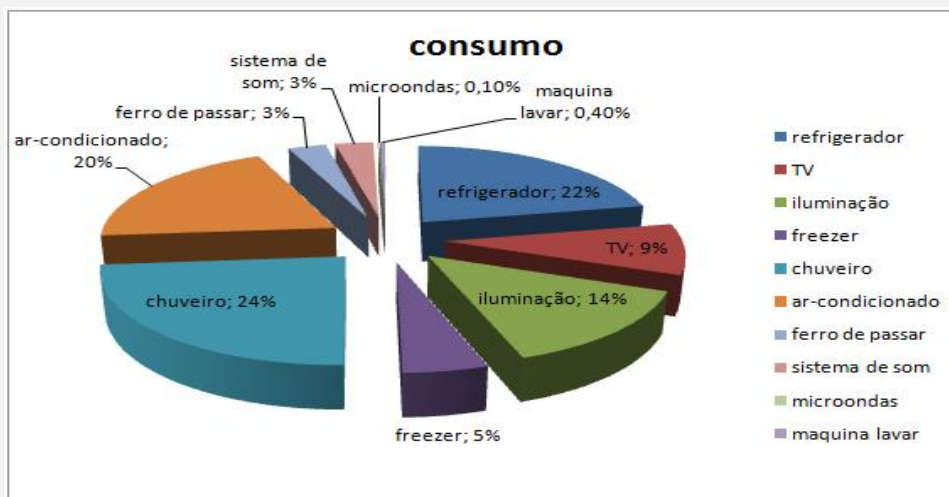


## Ação 2 (Duração estimada: 50 minutos)

Propor a atividade de reflexão em grupo sobre projetos de eficiência energética aplicada a indústria.

### Eficiência Energética Residencial

Quais possibilidades para o desenvolvimento de projetos de eficiência energética aplicados aos consumidores residenciais? Utilize as informações do gráfico a seguir que retrata a participação no consumo de energia elétrica residencial de equipamentos típicos utilizados no Brasil.



Fonte: Pesquisa na classe residencial Procel Eletrobrás 2007.



Após a conclusão do debate, será proposta as questões de reflexão sobre lâmpadas:

- ✓ Exercícios de fixação. **Duração estimada: 30 minutos**

#### Exercícios

- 1- Quais os tipos de lâmpadas você conhece?
- 2- Considerando a necessidade de uso racional de energia elétrica e as recomendações do Procel, apresentadas no vídeo **Vida de república episódio 01** disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=KANxht0oSyk>. Dentre as lâmpadas que você citou na primeira questão, qual delas produz maior fluxo luminoso? Qual atinge maior temperatura durante seu funcionamento? Qual apresenta maior eficiência luminosa?
- 3- Por que é importante conhecer a temperatura de trabalho de cada tipo de lâmpada? Como esta variável influencia a escolha de lâmpadas aplicadas em projetos de eficiência energética.
- 4- Dentre as lâmpadas que você citou na primeira questão, qual você indica para utilização em projetos de eficiência energética. Explique o motivo de sua escolha.

### 5º ENCONTRO

#### Aula 17 e 18 – Formas de energia e suas transformações

Nesta aula será utilizado um texto aplicado a temática de energia e suas transformações, posteriormente, será aplicado um teste conceitual baseado no método de instrução pelos colegas aplicado a formas de energia e suas transformações.

- ✓ Texto sobre Energia e suas transformações **Duração estimada: 30 minutos**

#### Energia: uma presença universal

Processos naturais – tais como a fotossíntese, a respiração, os ciclos da água e do ar –, bem como aqueles que ocorrem por meio de tecnologia como uma televisão em funcionamento, um carro em movimento, o chuveiro elétrico ou o fogão a gás – não seriam possíveis sem **energia**. Em todos esses exemplos, e em incontáveis outros, os processos podem ser compreendidos como transformações de energia.



### A energia está em tudo

Para que você possa ler esta página é preciso que alguma luz, que é energia luminosa, ilumine o papel e em seguida atinja seus olhos. Se a iluminação for natural, essa energia partiu do Sol, cerca de oito minutos antes. Se for artificial, a energia elétrica, que produz a luz emitida por uma lâmpada, veio de uma usina em que um gerador transformou energia mecânica em energia elétrica. Essa energia chegou até você em frações de segundo, por meio de oscilações de cargas elétricas em fios de cobre.

Em uma usina hidrelétrica, a energia mecânica é provida pela queda da água represada de rios, fazendo uso do ciclo natural da água, que é mantido com a energia proveniente do Sol. Se a usina for uma termelétrica, suas turbinas são movidas por vapor d'água a alta pressão, obtido pela queima de combustíveis.

No caso de combustíveis derivados de petróleo ou carvão mineral, a energia liberada pela queima originou-se de alguma síntese primária, como a fotossíntese, há centenas de milhões de anos.

A luz que atinge sua retina provoca um pulso eletroquímico, que percorre seus nervos para que a informação que você está lendo chegue ao cérebro, onde é interpretada e registrada em células nervosas. Isso significa também que, em algum momento do passado, você foi alfabetizado, tendo sido formadas em seu cérebro configurações que reconhecem palavras e frases nos conjuntos de símbolos da página e lhes atribuem significado. Para isso, seu cérebro precisa utilizar energia, como está utilizando agora para a leitura.



A lâmpada, cuja energia necessária para seu funcionamento pode vir de uma usina hidrelétrica, ilumina o livro e permite sua leitura.

Onde e quando houver transporte ou processamento de matéria ou de informação, haverá energia. Não é possível imaginar uma situação em que não haja energia.

### Energia, sempre mudando de forma

Energia de movimento, chamada de **energia cinética**, pode transformar-se em energia de configuração, chamada de **energia potencial**, e vice-versa; **energia mecânica** – que envolve as duas formas anteriores – pode transformar-se em **energia elétrica**, e vice-versa; **energia luminosa** pode transformar-se em **energia química**, e vice-versa; todas as formas de energia podem transformar-se em **energia térmica**, mas essa transformação

não é totalmente reversível. Em todo processo de transformação de energia, parte dela se degrada, ou seja, perde potencial de utilização, na forma de energia térmica. Essa degradação também pode ser denominada de **dissipação de energia**.

Todo processo da vida é uma complexa cadeia de trocas de energia. O crescimento de um vegetal ou o processamento de alimentos em um animal são processos bioquímicos de transformação energética. A vida é a mais elaborada forma que se conhece de processamento de matéria e de informação, necessitando de energia, portanto, para a sustentação de seus processos. Uma simples folha de qualquer vegetal não poderia se formar, não fosse a energia luminosa recebida do Sol, que permite a realização da fotossíntese; um animal herbívoro não se sustentaria, se não comesse as folhas; um carnívoro não viveria se não comesse o herbívoro, em uma sequência de apropriação de energias. Essa cadeia sempre parte de seres, como as plantas, capazes de formar-se a partir de matéria não viva e energia solar, ou seja, na base da cadeia alimentar sempre há quem faça a síntese primária.

Em nosso sistema digestório, o alimento, cuja fonte primária de energia é sempre solar, recebe um tratamento inicial para poder ser transportado ao restante do organismo. Nossos órgãos e cada uma das bilhões de células que temos estão continuamente recebendo e transformando a energia que ele contém. As células têm usinas próprias, que preparam essa energia para o uso final.



A energia solar transfere-se para o alimento; deste, transfere-se para o corpo humano e, deste último, para o skate e o skatista em movimento.

O sistema muscular-esquelético transforma a energia química em energia mecânica. O sistema nervoso, nossos sentidos e nosso cérebro processam informações, realizando diferentes transformações. Na visão, a informação original é luminosa; na audição a informação processada é sonora, produzida pela ação mecânica do ar; no tato as informações são produzidas por estímulos de caráter mecânico ou térmico; no olfato e no paladar, processam-se informações químicas. É como se cada um desses sistemas corporais fosse um aparelho de que dispomos e ao qual é preciso fornecer energia. É por meio desses aparelhos que a energia é transformada.



### Um animal inventor e consumidor de energia

Uma das principais diferenças entre nós e os outros animais é a forma pela qual alteramos o meio onde vivemos. Nós o **adequamos** a nossos interesses, por exemplo, apropriando-nos de fontes naturais de energia e manipulando-as para a nossa conveniência. Uma lâmpada, por exemplo, é movida a energia elétrica que foi produzida em uma hidrelétrica; a hidrelétrica, por sua vez, utiliza a energia de movimento da água, um recurso natural, para a geração da energia elétrica que chega às nossas casas. Fazemos isso para ampliar nossa força muscular, nossos sentidos e até mesmo a capacidade de guardar e processar informações de nosso cérebro. Assim, a história da vida humana em sociedade também pode ser vista como sob a perspectiva do domínio e da elaboração da energia disponível na natureza.

Este texto, como qualquer outro, pode ser pensado como uma ampliação da memória, habilidade que a espécie humana tem desenvolvido há milhares de anos. A escrita, essa “memória exterior”, é apenas uma das muitas formas de ampliar nossas capacidades naturais. Adaptar o ambiente natural às nossas necessidades consome grande quantidade de matérias e de energia.

Fonte: Texto retirado da sequência didática de Vinicius Lopes Leite (2016).



Os animais são corporalmente adaptados ao ambiente em que vivem.



O ser humano inventou maneiras de sobreviver nos mais diversos ambientes terrestres.

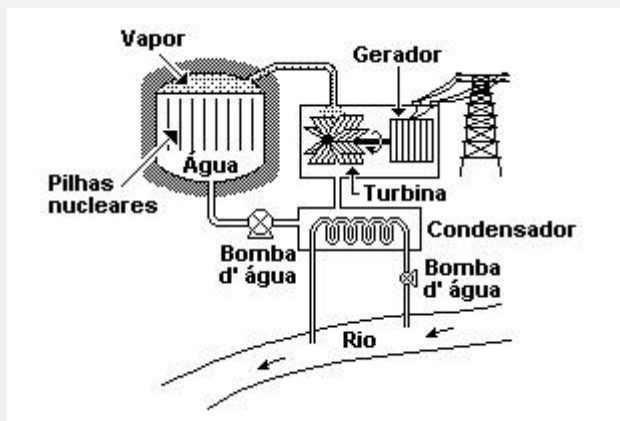
Ao final da leitura do texto, o professor promove um debate sobre as principais ideias do texto junto aos alunos da turma, de modo que cada estudante possa expressar sua percepção sobre os conceitos apresentados.

Com auxílio da ferramenta slido.com o professor disponibiliza um código de acesso de uma sala virtual, propondo aos alunos que digitem via smartphone uma palavra que represente o conceito de energia, a plataforma disponibiliza em destaque as palavras que se repetem mais vezes, após a participação de todos, o professor media uma discussão com os alunos de acordo com as palavras em destaque, de modo que os alunos manifestem suas concepções e negociem os múltiplos significados e conceitos associados.

- ✓ Teste Conceitual (Método de Instrução pelos Colegas) – **Duração estimada: 20 minutos**

#### Questões do Teste

1- (ENEM 2000/modificada) A energia térmica liberada em processos de fissão nuclear pode ser utilizada na geração de vapor para produzir energia mecânica que, por sua vez, será convertida em energia elétrica. Abaixo está representado um esquema básico de uma usina de energia nuclear.



Sobre este sistema são feitas algumas afirmações

O dimensionamento adequado da potência do motor elétrico utilizado na bomba d'água, depende do volume água transportado e das alturas relativas entre a bomba, o rio, o reator e a turbina, pois estas alturas definem parte da quantidade de trabalho que o motor deve realizar.

A energia mecânica da correnteza do rio é transformada em energia elétrica no esquema.

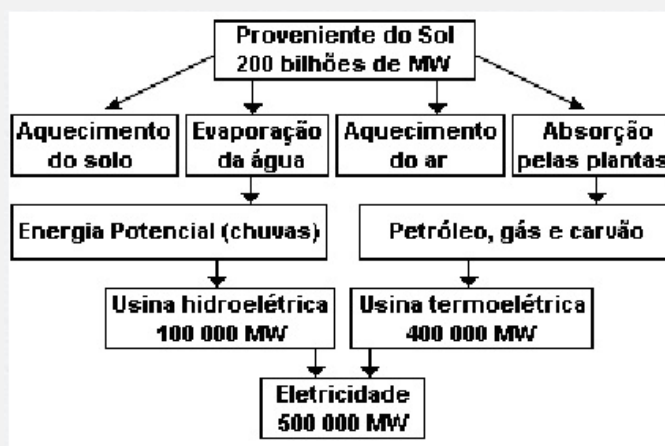
Quando maior for a quantidade de energia térmica liberada no interior do reator pela reação química, maior será o volume de água bombeado pelo motor elétrico, maior será seu rendimento e menores suas perdas.

Toda a energia térmica liberada na reação nuclear é transformada em energia elétrica pelo sistema, considerando um sistema real em operação.

São corretas as alternativas

- a- I, II, III.
- b- I, apenas.**
- c- II e IV, apenas.
- d- Todas são incorretas

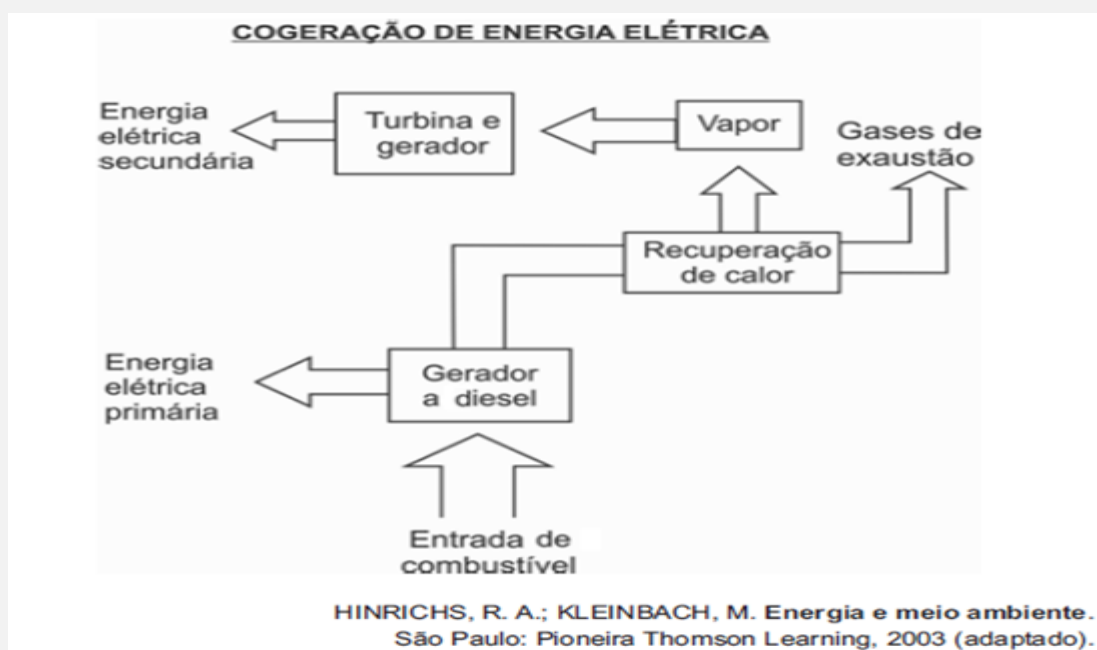
2- (ENEM)



De acordo com este diagrama, uma das modalidades de produção de energia elétrica envolve combustíveis fósseis. A modalidade de produção, o combustível e a escala de tempo típica associada à formação desse combustível são, respectivamente,

- a- hidroelétricas - chuvas - um dia
- b- termoelétricas - petróleo - 200 anos
- c- termoelétricas - aquecimento do solo - um milhão de anos
- d- termoelétricas - petróleo - 500 milhões de anos.

3- (ENEM 2010) No nosso dia a dia deparamo-nos com muitas tarefas pequenas e problemas que demandam pouca energia para serem resolvidos e, por isso, não consideramos a eficiência energética de nossas ações. No global, isso significa desperdiçar muito calor que ainda poderia ser usado como fonte de energia para outros processos. Em ambientes industriais, esse reaproveitamento é feito por um processo chamado cogeração. A figura a seguir ilustra um exemplo de cogeração na produção de energia elétrica.



Em relação ao processo secundário de aproveitamento de energia ilustrado na figura, a perda global de energia é reduzida por meio da transformação de energia

- a- Térmica em mecânica.
- b- Mecânica em térmica.
- c- Química em térmica.
- d- Química em mecânica.

4- (ENEM – 2009/modificada) Considere a ação de se ligar uma bomba hidráulica elétrica para captar água de um poço e armazená-la em uma caixa d'água localizada alguns metros acima do solo. As etapas seguidas pela energia entre a usina hidroelétrica e a residência do usuário podem ser divididas da seguinte forma:

- I- Na usina: água flui da represa até a turbina, que aciona o gerador para produzir energia elétrica.
- II- Na transmissão: no caminho entre a usina e a residência do usuário a energia elétrica flui por condutores elétricos.
- III- Na residência: a energia elétrica aciona um motor cujo eixo está acoplado ao de uma bomba hidráulica e, ao girar, cumpre a tarefa de transferir água do poço para a caixa.

As etapas I, II e III acima mostram, de forma resumida e simplificada, a cadeia de transformações de energia que se processam desde a fonte de energia primária até o seu uso final. A opção que detalha o que ocorre em cada etapa é:

- a- Na etapa I, energia potencial gravitacional da água armazenada na represa transforma-se em energia potencial da água em movimento na tubulação, a qual lançada na turbina, causa a rotação do eixo do gerador elétrico e a correspondente energia cinética, dá lugar ao surgimento de corrente elétrica.
- b- Na etapa I, parte do calor gerado na usina se transforma em energia potencial na tubulação, no eixo da turbina e Joule no circuito interno do gerador.
- c- Na etapa II, elétrons movem-se nos condutores que formam o circuito entre o gerador e a residência: nessa etapa, parte da energia elétrica transforma-se em energia térmica por efeito Joule nos condutores e parte se transforma em energia potencial gravitacional.
- d- Na etapa III, parte da energia se transforma em calor devido a forças dissipativas (atrito). Na tubulação; e por efeito Joule no circuito interno do motor; outra parte é transformada em energia cinética da água na tubulação e potencial gravitacional na caixa d'água.

5- (ENEM 2012) A usina termelétrica a carvão é um dos tipos de unidades geradoras de energia elétrica no Brasil. Essas usinas transformam a energia contida no combustível (carvão mineral) em energia elétrica. Em que sequência ocorrem os processos para realizar essa transformação?

- a- A usina transforma diretamente toda a energia química contida no carvão em energia elétrica, usando reações de fissão em uma célula combustível.
- b- A usina queima o carvão, produzindo energia térmica, que é transformada em energia elétrica por dispositivos denominados transformadores.
- c- A queima do carvão produz energia térmica, que é usada para transformar água em vapor. A energia contida no vapor é transformada em energia mecânica na turbina e, então, transformada em energia elétrica no gerador.
- d- A queima do carvão produz energia térmica, que é transformada em energia potencial na torre da usina. Essa energia é então transformada em energia elétrica nas células eletrolíticas



Ao término desta aula deve ser proposta a análise da questão apresentada no roteiro da aula prática sobre o motor Stirling, disponibilizando meios de comunicação com os alunos, orientando-os a manifestar suas respostas no mínimo com 48 horas de antecedência da aula experimental (E-mail, WhatsApp, folhas avulsas). O professor deve inserir as concepções alternativas dos estudantes nas questões propostas no fim do roteiro, na expectativa de levar o aluno a fazer uma reflexão sobre suas crenças, confrontando com as concepções científicas e fatos da observação do experimento.



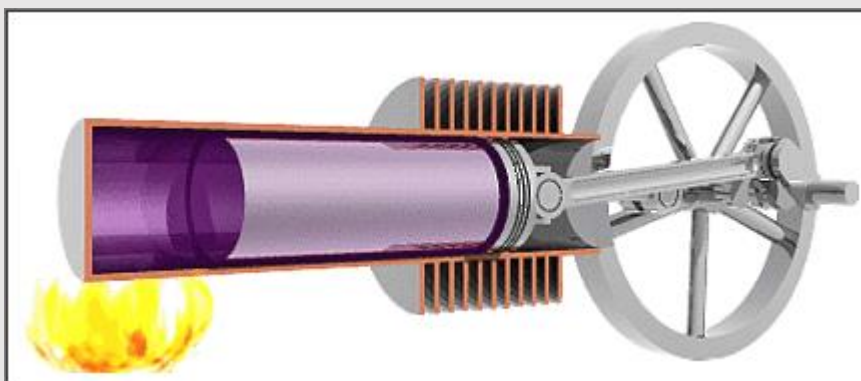
## Aulas 19 e 20 – Formas de Energia e suas Transformações

Nestas aulas será explorado o princípio de geração de energia elétrica a partir de energia térmica, para tanto utilizou-se o experimento do motor Stirling acoplado a um dínamo. Os alunos têm a oportunidade de manipular o experimento junto ao professor, simulando a alimentação de uma carga (LED) acoplada ao dínamo.

- ✓ Atividade prática experimental. **Duração estimada: 100 minutos**

### Geração de Energia Elétrica a partir do Motor Stirling

Observe a imagem apresentada, identifique as formas de energia envolvidas neste processo e diga como ocorre realização de trabalho. Explique resumidamente como este sistema funciona.



#### Materiais necessários para realização do experimento

- Um protótipo do motor construído com lata de alumínio.
- Álcool 94% 500 ml.
- Cubos de gelo.
- Água gelada 500 ml.
- Um gerador DC
- Um medidor de temperatura.

**Desenvolvimento da atividade**

Inicialmente observe o motor e verifique as orientações a seguir:



Adicione uma carga de álcool no reservatório de combustão e o posicione embaixo da base da lata, onde corresponde a fonte quente.

Adicione água gelada com pequenos cubos de gelo para manter a temperatura da fonte fria num valor adequado para realização do experimento.

Acenda o pavio. (cuidado para não sofrer queimaduras neste processo.)

Aguarde 10 segundos e dê um impulso no CD acoplado ao eixo do motor. Caso o sistema não entre em rotação, espere mais 5 segundos e novamente dê um impulso.

**Procedimentos**

- 1- Meça a temperatura na fonte fria e na fonte quente. Anote esses valores.

2- Acione a chave para inserir o LED no circuito. Explique o que ocorre no processo.

**Análise dos resultados**

3- Calcule o rendimento teórico desta máquina térmica a partir dos valores de temperatura coletados. O que significa este parâmetro? Relacione que o experimento realizado.

4- Elabore uma explicação para o processo destacando as formas de energia envolvidas.

5- Por que o motor diminui sua velocidade quando o LED é acionado?

6- Apresente algum processo de geração de energia elétrica para uso residencial, comercial, industrial, que seja parecido com este motor. Faça uma comparação entre o funcionamento de ambos.

## IV. Análise Tarifária

### 6º ENCONTRO

#### Aulas 21 e 22 – Análise tarifária

Nestas aulas serão apresentados os procedimentos técnicos de faturamento do consumo de energia elétrica dos clientes residências e industriais. Foram apresentados conceitos, definições e cálculos relacionados a esta temática com auxílio da apostila de Eficiência Energética disponibilizada pela instituição.

- ✓ Apostila de atualização tecnológica em Eletrotécnica/ Eficiência Energética. Leitura das páginas 15 a 27. **Duração estimada: 30 minutos**
- ✓ Realização de exercícios de fixação. **Duração estimada: 50 minutos**

#### Exercícios sobre Análise Tarifária

Leia o fragmento de texto retirado da apostila de atualização tecnológica em Eletrotécnica/ Eficiência Energética

*“Você deve considerar o uso da energia elétrica na realização de trabalho, seja movimentando máquinas, iluminando um ambiente ou proporcionando conforto térmico. Para isso, define-se eficiência energética, como sendo o conjunto de ações que tem por objetivo obter o mesmo resultado ou produto utilizando menos energia. Como, por exemplo, os programas de efficientização disponibilizados à população onde se facilita a substituição de aparelhos refrigeradores mais antigos, ou seja, com menos eficiência, seja no rendimento do compressor ou no isolamento térmico. Esse tipo de ação resulta em grande economia na fatura de energia.”*

- 1- Considerando as atividades e discursões realizadas na disciplina até esta aula, analise o fragmento acima e manifeste sua definição de eficiência energética. Justifique sua resposta.

**O aluno deve manifestar a compreensão que as ações de eficiência energética devem prover o uso racional de energia elétrica, ou seja, a aplicação adequada das formas de energia nas unidades consumidoras, visando a adequação destes ambientes as condições estabelecidas nas normas técnicas que regulam as atividades em âmbito residencial, predial, industrial. Ele deve demonstrar a compreensão de que nem sempre um projeto de Eficiência Energética leva a redução do consumo de energia, evidenciando que se busca minimizar as perdas, uso abusivo de máquinas e sua condição de operação, vida útil, entre outros parâmetros.**

- 2- Apresente como é feita a classificação das unidades consumidoras em grupo A e B. Indique os tipos de consumidores de cada categoria.

A ANEEL apresenta uma estrutura tarifária com possibilidade de cobrança de tarifas diferenciadas de acordo com o nível de tensão de fornecimento e a demanda de energia e potência elétrica da unidade consumidora. O grupo A corresponde as unidades consumidoras industriais, prediais com tensões de fornecimento maiores ou iguais 2.3 kV. O Grupo B corresponde as instalações elétricas em baixa tensão (menor que 2,3 kV), sendo composta em sua maioria pelas residências com tensão de 127V e 220V.

- 3- Utilize os termos listados a seguir para caracterizar as opções faturamento do consumo de energia elétrica do grupo A e B. **Modalidade Tarifária Monômnia; Modalidade Tarifária Binômnia; Modalidades Tarifárias Branca, Azul e Verde.**

**Azul:** aplicada às unidades consumidoras do grupo A, caracterizada por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica e de demanda de potência, de acordo com as horas de utilização do dia;

**Verde:** modalidade tarifária horária verde: aplicada às unidades consumidoras do grupo A, caracterizada por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia, assim como de uma única tarifa de demanda de potência;

**Convencional Binômnia:** aplicada às unidades consumidoras do grupo A caracterizada por tarifas de consumo de energia elétrica e demanda de potência, independentemente das horas de utilização do dia. Esta modalidade será extinta a partir da revisão tarifária da distribuidora;

**Convencional Monômnia:** aplicada às unidades consumidoras do grupo B, caracterizada por tarifas de consumo de energia elétrica, independentemente das horas de utilização do dia; e

**Branca:** aplicada às unidades consumidoras do grupo B, exceto para o subgrupo B4 e para as subclasses Baixa Renda do subgrupo B1, caracterizada por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia.

- 4- Caracterize os termos apresentados a seguir e dê exemplos de aplicação. **Horário de Ponta; Horário Fora Ponta; Horário Intermediário; Período Úmido; Período Seco; Demanda Contratada; Demanda Faturável; ERE-Energia Reativa Excedente.**

Verificar os termos técnicos na resolução normativa 414/2010 da ANEEL.

- ✓ Atividade para casa.

O professor solicita que os alunos pesquisem como é feito o faturamento de energia elétrica dos consumidores residências. Ele sugere que seja feita uma leitura previa das páginas 18 a 33 do catálogo “*Por dentro da conta de luz*” da ANEEL, disponível em [http://www.aneel.gov.br/conteudo-educativo/-/asset\\_publisher/vE6ahPFxsWHt/content/cartilhas-educativas/656877](http://www.aneel.gov.br/conteudo-educativo/-/asset_publisher/vE6ahPFxsWHt/content/cartilhas-educativas/656877), acesso em 13 de agosto de 2019.

## Aulas 23 e 24 – Análise tarifária

Nesta aula será apresentado os procedimentos técnicos de faturamento da energia elétrica consumida por clientes residenciais e industriais, para tanto, utiliza-se a cartilha catálogo “Por dentro da conta de luz” da ANEEL, disponível em [http://www.aneel.gov.br/conteudo-educativo/-/asset\\_publisher/vE6ahPFxsWHt/content/cartilhas-educativas/656877](http://www.aneel.gov.br/conteudo-educativo/-/asset_publisher/vE6ahPFxsWHt/content/cartilhas-educativas/656877), acesso em 13 de agosto de 2019, como material técnico de apoio.

- ✓ Discussão do conteúdo técnico sobre faturamento. **Duração estimada: 15 minutos**

O professor usa a ferramenta slido.com para que os alunos possam inserir os termos técnicos que não compreenderam no material, após a contabilização das contribuições, o professor provoca um debate em grupo, construindo com os alunos os significados de cada termo em destaque.

- ✓ Realização de exercícios de cálculo aplicado ao faturamento dos consumidores. **Duração estimada: 40 minutos**

O professor propõe as questões a seguir para fixação do conteúdo técnico de faturamento.

### Exercícios sobre Faturamento do Consumo de Energia Elétrica

- 1- Comente brevemente sobre o que é a ANEEL e como ela atua no setor elétrico.

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), autarquia em regime especial vinculada ao Ministério de Minas e Energia, foi criada para regular o setor elétrico brasileiro, por meio da **Lei nº 9.427/1996** e do **Decreto nº 2.335/1997**. Têm funções de regular, fiscalizar, dirimir divergências e promover atividades de concessão, permissão e autorização de empreendimentos e serviço de energia elétrica, regulando sua geração, transmissão, distribuição e comercialização com as unidades consumidoras do Sistema Elétrico de Potência.

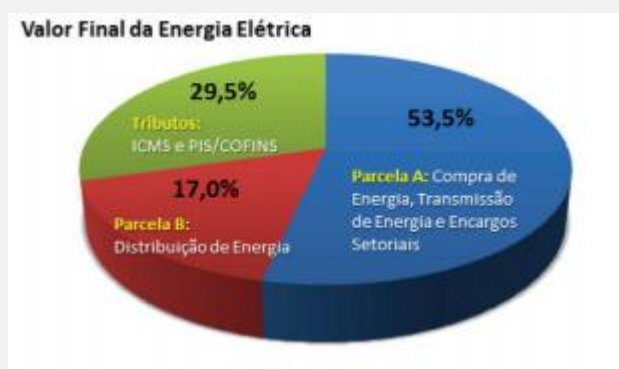
- 2- Qual o papel da tarifa no setor energético? O que ela deve garantir? Ela é unificada em todo o território nacional?

A tarifa deve garantir o fornecimento de energia com qualidade e assegurar aos prestadores dos serviços receitas suficientes para cobrir custos operacionais eficientes e remunerar investimentos necessários para expandir a capacidade e garantir o atendimento. Os custos e investimentos repassados às tarifas são calculados pelo órgão regulador, podendo ser maior ou menor do que os custos praticados pelas empresas. Ela não pode ser unificada, uma vez que os custos de geração, transmissão e distribuição são diferentes de região para região, sem contar com as variações do mercado financeiro de cada estado.

3- O que está embutido no custo da energia que chega aos consumidores?

Para cumprir o compromisso de fornecer energia elétrica com qualidade, a distribuidora tem custos que devem ser avaliados na definição das tarifas. A tarifa considera três custos distintos: compra da energia elétrica, transmissão, distribuição, encargos setoriais, PIS/COFINS e contribuição de Iluminação Pública.

4- Considerando este gráfico disponibilizado na cartilha da ANEEL, comente como é feita a composição final do valor da energia elétrica.



Fonte: Cartilha “Por dentro da conta de luz, da ANEEL”



- 5- Caracterize as bandeiras tarifárias verde, amarela e vermelha. Como elas impactam na fatura de fornecimento de energia elétrica?

**Bandeira verde:** condições favoráveis de geração de energia (o valor do Custo Variável Unitário - CVU da última usina a ser despachada é inferior a R\$ 211,28/MWh). A tarifa não sofre nenhum acréscimo; **Bandeira amarela:** condições de geração menos favoráveis (o valor do CVU da última usina a ser despachada é igual ou superior a R\$ 211,28/MWh e inferior a R\$ 422,56/MWh); **Bandeira vermelha:** condições mais custosas de geração. O valor do CVU da última usina a ser despachada é igual ou superior a R\$ R\$ 422,56/MWh, subdividido em dois patamares de aplicação – igual ou superior a R\$ 422,56/ MWh e inferior a R\$ 610/MWh (patamar 1), e igual ou superior a R\$ 610/MWh (patamar 2). As tarifas são definidas considerando a bandeira verde. Se a situação for adversa, podem ser acionadas as bandeiras amarela e vermelha. Se a situação melhora, a bandeira pode voltar a ficar verde e, automaticamente, o consumidor tem redução da conta.

- 6- Caracterize as perdas técnicas e não técnicas. Como elas impactam no custo da energia.

**Perdas técnicas:** relacionadas ao efeito joule que ocorre nos equipamentos elétricos, condutores e demais dispositivos percorridos por corrente elétrica no Sistemas Elétrico de Potência.

**Perdas não técnicas:** relacionadas ao furto de energia que pode ocorrer nas unidades consumidoras.

- 7- Considerando o fragmento de uma fatura de fornecimento de um cliente residencial.

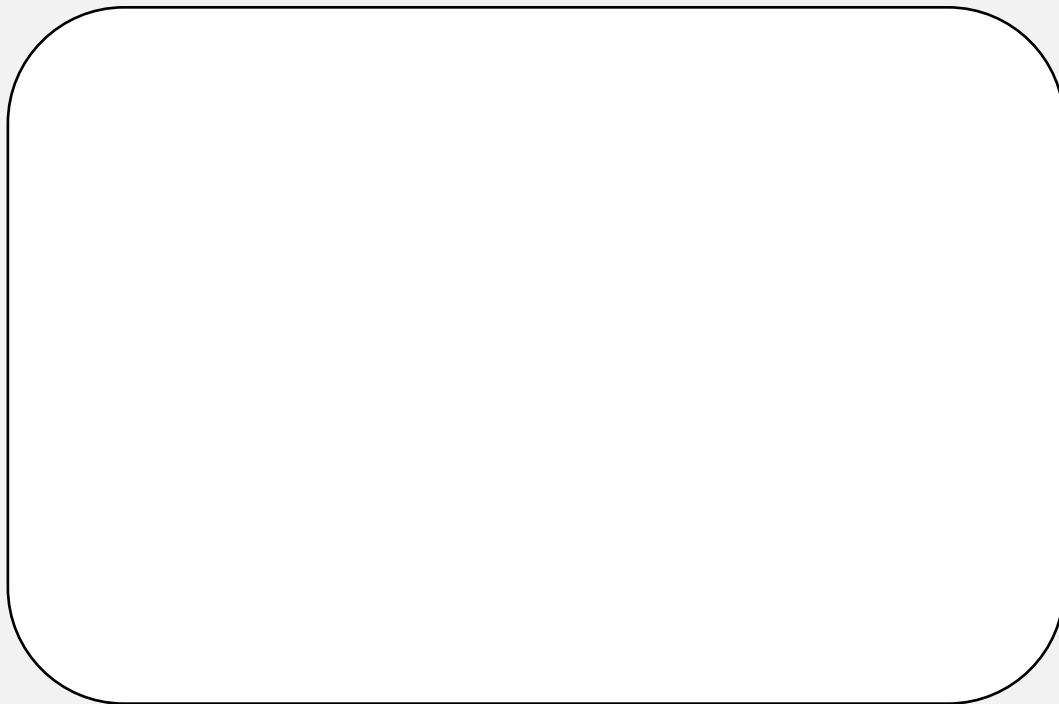
Nota Fiscal/Conta de Energia Elétrica N.000.427.605

Instalação: 1309671  
Conta do Mes: JULHO/2016

ESPIRITO SANTO CENTRAIS ELÉTRICAS S.A. - ESCELSA  
Praça Costa Pereira, 210 - 3º andar  
Centro - Vitória/ES - CEP:29010-080  
CNPJ 28.152.650/0001-71 - Inscrição Estadual 080.250.16-5

Dados Cadastrais		Histórico de Consumo (kWh)	
		Ano ->	2016
Cod. Fiscal Oper.: 5056-TENSAO FORN.: 127 V - Monofasico		JUL	150
Classificacao: 110-RESIDENCIAL		JUN	80
U.L.: 55/774/40.3 - Medidor: U014216802 - Bv6.47n			
Descrição de Consumo		Indicadores de Qualidade	
Medidor	Leit. Atual(+) Leit. Anter. (-) Const. (x) Consumo(=)	REFERENCIA: MARI/2016	
0014216802 kWh	230 80 1 150	Limite Permitido	
		DIC FIC DHIC	
		5,43 3,30 3,11	
		Apurado Mensal	
		0,00 0,00 0,00	
		Conjunto Aneel:	
		ITAPEHIRIM	
Dados Importantes			
Leit. Anter.: 14/06/2016 Prev. Prox. Leitura: 12/09/2016 Num: 11/07/2016			
Leit. Atual: 13/07/2016 Emissao/ Apresentacao: 13/07/2016			
Detalhes de Faturamento (R\$)			
Descrição	Quantidade	X ( TUSD + TE ) =	Total R\$
Fornecimento de energia elétrica			97,82
Consumo	150,00 kWh	X (0,21971000 + 0,24481000)	69,68
Tributos	B. Calculo	X Aliquota	
PIS	97,82	X 0,67%	0,66
COFINS	97,82	X 3,09%	3,02
ICMS	97,82	X 25,00%	24,46
CONTRIBUICAO DE ILUM. PUBLICA			14,18
JURIS DE HORA			0,20
MULTA			1,06
Detalhes do Valor Faturado (R\$)			
ENER. ELETRICA	TRANSMISSAO	DISTRIBUICAO	ENC. SETORIAIS
37,51	1,62	16,08	14,47
IMPOSTOS/TRIBUTOS			28,14
TOTAL			97,82
Mensagens			
MENOS PAPEL, MAIS VANTAGENS PARA VOCE. ACESSO WWW.EDP.COM.BR E CADASTRE-SE EM CONTA POR E-MAIL.			
- Agradecemos a pontualidade no pagamento			

Admitindo as condições de faturamento praticadas nesta conta, caso o cliente consiga reduzir o seu consumo para 120 kWh, determine o valor final da fatura neste caso.

A large, empty rounded rectangular box with a black border, intended for the student to write their answer to the problem. The box is centered on the page and occupies most of the lower half of the page.

**7º ENCONTRO****Aula 25 e 26 – Eficiência energética e suas aplicações**

Nesta aula será exibido o episódio 04 de “Vida de república” que aborda os temas de Princípio da conservação de energia; Transformações energéticas; Diversificação das fontes de energia: renováveis, não renováveis; Pré-sal. Será proposto uma atividade em grupo.

- ✓ Exibição do episódio 04 de “Vida de república”, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=7KDESKxKP4> – Duração estimada: 25 minutos
- ✓ Atividade em grupo sobre episódio 04 de vida de república. Duração estimada: 50 minutos

**Tema:** Geração de Energia elétrica, fontes renováveis e não renováveis

Posterior a exibição desta mídia, o professor propõe um debate com os alunos sobre as ideias presentes no vídeo, organizando-os em 4 grupos e propondo as seguintes questões de reflexão:

**Questões Propostas no Debate**

- 1- O que são fontes de energia renováveis e não renováveis em sua opinião? Apresente exemplos.
- 2- Considerando o documentário produzido pela personagem Leandra, destaque dentre os tipos de fontes de energia que ela explorou, as características que chamaram sua atenção. Como este documentário pretende sensibilizar seu público alvo.
- 3- Você conhece o termo matriz energética? Como se apresenta a matriz energética do Brasil segundo a mídia apresentada.
- 4- Descreva de forma resumida como ocorre o processo de conversão de energia nas hidrelétricas. Quais as configurações possíveis para este tipo de usina.
- 5- Comente sobre as cidades eficientes apresentadas por Leandra em seu documentário, você acha possível a implementação destas cidades em sua região? Quais os fatores que impedem a realização destes projetos em sua cidade?
- 6- Comente sobre algum fato ou acontecimento no vídeo que chamou sua atenção.

Posterior a reflexão dos alunos, os grupos são convidados a expor suas percepções sobre o vídeo apresentado, bem como as respostas dadas a cada item proposto. Foi apresentado como tarefa para casa a leitura da Apostila de atualização tecnológica em Eletrotécnica/ Eficiência Energética, páginas 28 a 38. Os alunos são orientados a anotar as dúvidas e termos desconhecidos no texto da apostila, de modo a se preparem para a aula seguinte.

## V. Eficiência Energética em Sistemas de iluminação e motores elétricos.

### Aula 27 e 28 – Otimização do uso de Energia em Sistemas Elétricos

Nesta aula será apresentado os procedimentos técnicos de otimização de sistemas de iluminação, motores elétricos, sistemas de ar comprimido, ar condicionado e aquecimento. Além de apresentar características do estudo de viabilidade técnica de implementação de ações de eficiência energética nestes sistemas. Será utilizada a apostila de Eficiência Energética disponibilizada pela instituição.

- ✓ Apostila de atualização tecnológica em Eletrotécnica/ Eficiência Energética. Leitura das páginas 28 a 38. **Duração estimada: 20 minutos**
- ✓ Realização de exercícios de fixação. **Duração estimada: 40 minutos**
- ✓ Correção dos exercícios de fixação. **Duração estimada: 20 minutos**

#### Exercícios sobre Otimização do uso de Energia em Sistemas Elétricos

- a- Defina e apresente características do que é um programa de eficiência energética. Quais os resultados esperados pela implementação destes programas na indústria.

Um programa de eficiência energética consiste na recomendação de um conjunto de ações, procedimentos de rotina que visem prover o uso racional de energia no processo industrial de modo a adequar as atividades desenvolvidas no parque industrial de acordo com normas técnicas aplicadas a atividade profissional desenvolvida. Os resultados esperados pela implementação destas ações contribuem para melhor utilização das instalações elétricas e equipamentos, aumento do tempo de utilização das máquinas sem ocorrência de falhas, minimização das perdas energéticas e melhor aproveitamento dos recursos aplicados no processo industrial, podendo gerar retorno financeiro, o que torna atrativa a adoção destes programas na indústria.

- b- Comente ações de eficiência energética que podem contribuir para otimização dos sistemas industriais listados abaixo.

- a- Sistemas de Iluminação.

- Análise do fluxo luminoso disponibilizado no plano de trabalho de acordo com limites mínimo definidos em norma para a realização da atividade industrial.
- Avaliação da condição dos equipamentos de iluminação (luminárias e lâmpadas) de acordo com padrões técnicos aplicados.
- Substituição de lâmpadas convencionais por lâmpadas de maior eficiência luminosa, como por exemplo, lâmpadas LED.

**b- Sistemas de força motriz (motores Elétricos).**

- Verificação de grandezas de operação dos motores, como a corrente elétrica, diferença de potencial elétrico disponibilizada no ponto de acionamento da máquina, temperatura a serviço contínuo, velocidade de rotação dos motores elétricos.
- Avaliação do rendimento dos motores elétricos e da necessidade de substituição de equipamentos.
- Avaliação do método de partida adotado na instalação elétrica, sistemas de frenagem do motor e possíveis sobrecargas em serviço contínuo.

**c- Sistemas de ar comprimido.**

- Verificar se está ocorrendo contaminação do ar com óleo ou água durante o processo.
- Inspeccionar se há vazamentos nos dutos e válvulas pneumáticas.
- Verificar os níveis de pressão em cada parte da instalação eletropneumática e a necessidade de instalação de outras redes de distribuição de ar.

**d- Sistemas de refrigeração.**

- Verificar se a carga térmica do ambiente está de acordo com a potência de refrigeração dos equipamentos condicionadores de ar utilizados.
- Verificar se os equipamentos utilizados têm o selo PROCEL.
- Verificar o rendimento dos equipamentos e as condições de higienização das máquinas de acordo com os padrões técnicos.
- Evitar a entrada do ar exterior no ambiente com o fechamento portas e janelas, manter cortinas e persianas fechadas para que as áreas climatizadas não fiquem expostas ao sol, desligar o aparelho de ar condicionado quando não houver pessoas no ambiente climatizado, regular a temperatura do aparelho para valor não inferior a 23° C, que é uma temperatura agradável ao ser humano.

e- Sistemas de aquecimento de água.

- Verificar os isolamentos térmicos aplicados as tubulações, reservatórios e demais elementos do sistema.

- Verificar a possibilidade de operação em ciclo combinado entre os sistemas de refrigeração e de aquecimento de água, pois a água rejeita na fonte quente do sistema de refrigeração pode ser aproveitada no processo de aquecimento do sistema aquecedor de água.

Verificar a possibilidade de instalação de aquecedores solar nos sistemas de aquecimento, evitando ou reduzindo o consumo de energia elétrica para esse fim.

f- Em que consiste a análise de viabilidade técnica.

Para uma proposta ser atrativa ela deve apresentar um razoável tempo de retorno do investimento, sendo que cada caso deve ser analisado individualmente. Para essa análise, você precisa ter, de maneira bem clara, os gastos anuais considerando a condição atual e quais seriam os valores gastos aplicando a melhoria proposta. Assim, seria possível visualizar a economia obtida no período e em quanto tempo o investimento inicial retornaria.

**8º ENCONTRO**

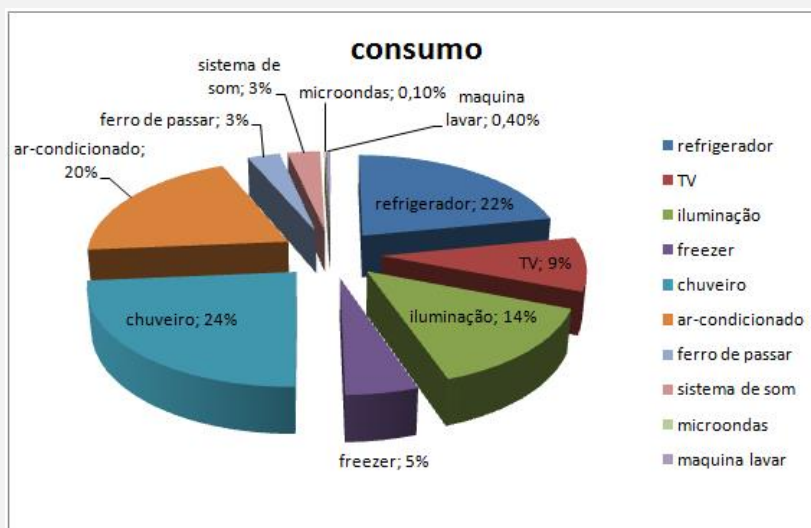
**Aulas 29 a 30– Eficiência Energética aplicada a iluminação de interiores.**

Esta aula será realizada no laboratório de eletricidade, tendo por objetivo verificar as características técnicas dos equipamentos de iluminação. O professor desenvolve junto com os alunos da turma atividade prática de avaliação dos tipos de lâmpadas: Incandescente, Fluorescente, Halógenas e de LED.

- ✓ Atividade Experimental de avaliação de características das lâmpadas de uso residencial **Duração estimada: 200 minutos**

**Eficiência E energética aplicada a Sistemas de Iluminação**

O gráfico de setores a seguir retrata a participação no consumo de energia elétrica residencial de equipamentos típicos utilizados no Brasil.



Fonte: Pesquisa na classe residencial Procel Eletrobrás 2007.

Quais os tipos de lâmpadas você conhece? Considerando a necessidade de uso racional de energia elétrica e as recomendações do Procel, apresentadas no vídeo Vida de república episódio 01” disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=KANxht0oSyk>, qual tipo de lâmpada você escolheria levando em consideração a eficiência luminosa, vida útil, rendimento e perdas de energia elétrica para o meio?

**MATERIAIS NECESSÁRIOS PARA REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO**

- a- Uma lâmpada Led, 4.9W, 127V.
- b- Uma lâmpada Halógena, A55, 70 W, 127V.
- c- Uma lâmpada Fluorescente Compacta 15 W 127V.
- d- Uma lâmpada Incandescente 127 V 60W.
- e- Uma fonte de corrente alternada variável.
- f- Quatro plafon's de Teto com receptáculo E27.
- g- Um alicate multímetro.
- h- Um Luxímetro.
- i- Um medidor de temperatura.

**DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE**

Inicialmente, preencha a tabela a seguir de acordo com os dados dos fabricantes das respectivas lâmpadas utilizadas no experimento.

Tensão (V)	Potência (W)	Fluxo luminoso (lm's)	Eficiência (lm/W)	Vida útil (h)
Incandescente				
Halógena				
Fluorescente				
LED				

Apresente um diagrama de ligação que permita avaliar a tensão fornecida a lâmpada, a partir da fonte CA variável, e o iluminamento produzido pela lâmpada testada.



**PROCEDIMENTOS**

- 1- Monte o circuito proposto no diagrama sem fazer a conexão da lâmpada no plafon de teto. Ajuste a fonte CA variável em 127V, insira a lâmpada no circuito e preencha os dados na tabela a seguir. Depois mude a tensão para 100V

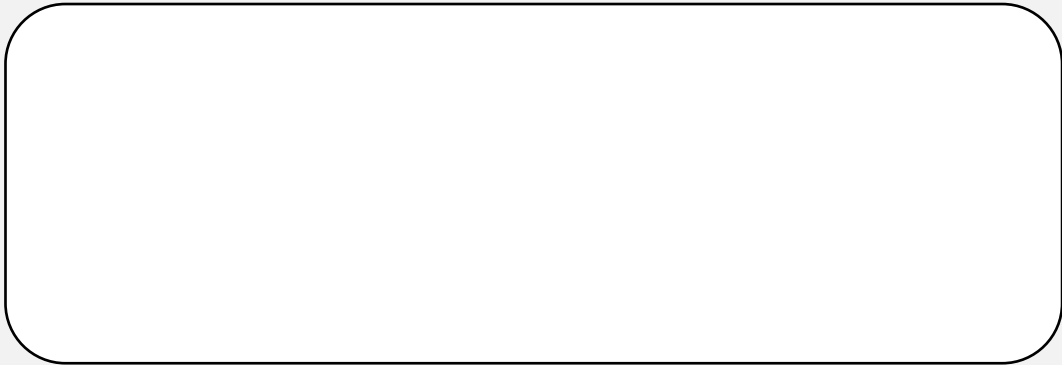
Lâmpada	Tensão (V)	Iluminamento (LUX)	Temperatura
Incandescente	127		
Halógena	127		
Fluorescente	127		
LED	127		

- 2- Varie a tensão aplicada de 0 a 127 V e observe o comportamento do fluxo luminoso de cada lâmpada. Comente aqui os resultados

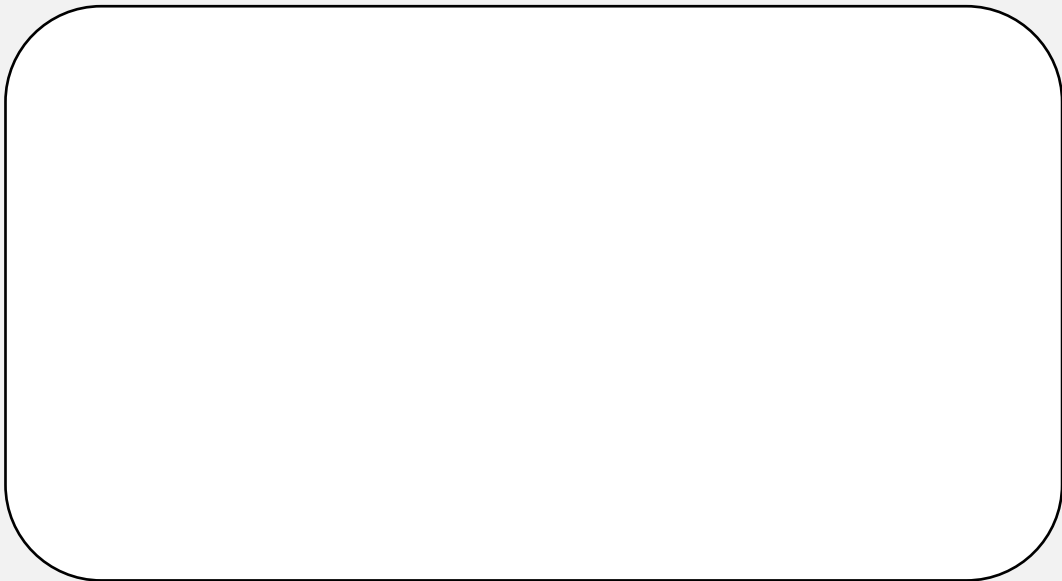
- 3- Com auxílio do Luxímetro, meça o iluminamento produzido no laboratório em 9 pontos distintos, distribua estes pontos de forma mais uniforme o possível e faça um esquema indicando a localização destes pontos onde as medições foram realizadas. Anote todas as 9 medidas em Lux. Calcule a média aritmética simples destas medidas.

**ANÁLISE DOS RESULTADOS**

- 1- Com relação a tabela 1, calcule a eficiência de cada lâmpada, verifique se estes valores correspondem aos valores disponibilizados pelos fabricantes das lâmpadas.



- 2- Analisando os valores medidos de iluminamento e a temperatura, selecione a lâmpada de maior rendimento e eficiência. Que tipo de perdas de energia elétrica podem ocorrer nestas lâmpadas.



- 3- O que provoca queda de tensão em instalações elétricas residenciais em geral? Com base nos valores medidos, como a queda de tensão influencia o funcionamento de cada lâmpada.



- 4- Considerando os respectivos preços das lâmpadas incandescente, Halógena, fluorescente e LED, sendo R\$: 2,00; R\$: 3,00; R\$: 5,00; R\$: 12,00. E as informações coletadas neste experimento, determine o número mínimo de lâmpadas de cada tipo disponível, para atender o iluminamento médio calculado no procedimento III. Considere aqui também a vida útil de cada lâmpada.



- 5- Verifique sua resposta dada a questão introdutória desta atividade, você gostaria de alterá-la? O que você achou interessante nesta atividade? Sugere alguma mudança ou ponto de melhora?



**9º ENCONTRO****Aulas 31 a 34 – Prova parcial de Eficiência Energética**

Nesta aula será aplicada uma avaliação teórica relativa aos conteúdos trabalhados ao longo das aulas 01 a 22.

- ✓ Pós-teste. **Duração estimada: 150 minutos**

**AValiação Semestral de Eficiência Energética**

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_/\_\_/\_\_

Turma: \_\_\_\_\_

1- (Enem 2002/) Em usinas hidrelétricas, a queda d'água move turbinas que acionam geradores. Em usinas eólicas, os geradores são acionados por hélices movidas pelo vento. Na conversão direta solar-elétrica são células fotovoltaicas que produzem tensão elétrica. Além de todos produzirem eletricidade, esses processos têm em comum o fato de:

- a) não provocarem impacto ambiental.
- b) independem de condições climáticas.
- c) a energia gerada poder ser armazenada.
- d) utilizarem fontes de energia renováveis.**
- e) dependerem das reservas de combustíveis fósseis.

2. (Enem 2011) Segundo dados do Balanço Energético Nacional de 2008, do Ministério das Minas e Energia, a matriz energética brasileira é composta por hidrelétrica (80%), termelétrica (19,9%) e eólica (0,1%). Nas termelétricas, esse percentual é dividido conforme o combustível usado, sendo: gás natural (6,6%), biomassa (5,3%), derivados de petróleo (3,3%), energia nuclear (3,1%) e carvão mineral (1,6%). Com a geração de eletricidade da biomassa, pode-se considerar que ocorre uma compensação do carbono liberado na queima do material vegetal pela absorção desse elemento no crescimento das plantas. Entretanto, estudos indicam que as emissões de metano (CH<sub>4</sub>) das hidrelétricas podem ser comparáveis às emissões de CO<sub>2</sub> das termelétricas. MORET, A. S.; FERREIRA, I. A. As hidrelétricas do Rio Madeira e os impactos socioambientais da eletrificação no Brasil. Revista Ciência Hoje. V. 45, n.º 265, 2009 (adaptado).

No Brasil, em termos do impacto das fontes de energia no crescimento do efeito estufa, quanto à emissão de gases, as hidrelétricas seriam consideradas como uma fonte:

- a) limpa de energia, contribuindo para minimizar os efeitos deste fenômeno.
- b) eficaz de energia, tomando-se o percentual de oferta e os benefícios verificados.
- c) limpa de energia, não afetando ou alterando os níveis dos gases do efeito estufa.
- d) poluidora, colaborando com níveis altos de gases de efeito estufa em função de seu potencial de oferta.**
- e) alternativa, tomando-se por referência a grande emissão de gases de efeito estufa das demais fontes geradoras.

3- (ENEM 2012/ADAPTADO) Suponha que você seja um consultor e foi contratado para assessorar a implantação de uma matriz energética em um pequeno país com as seguintes características: região plana, chuvosa e com ventos constantes, dispondo de poucos recursos hídricos e sem reservatórios de combustíveis fósseis.

De acordo com as características desse país, apresente os sistemas de geração de energia elétrica possíveis para implementação neste país. Qual você escolheria dentro do seu contexto social e tecnológico? Justifique.

O fato de ser uma região plana inviabiliza a implantação de hidrelétrica, já que esta depende de variação de energia potencial para geração de eletricidade; O fato de ser uma região chuvosa, indica a presença frequente de nuvens carregadas, o que diminui a incidência solar na região, inviabilizando a implantação de sistemas fotovoltaicos; O fato de possuir poucos recursos hídricos, inviabiliza a exploração de biomassa vegetal; O fato de não possuir reservas de combustíveis fósseis, inviabiliza a implantação de termoeletricas.

A melhor escolha para esta região seria a adoção do sistema de geração eólico, devido ao fato de possuir ventos constantes e de ser uma região plana, favorecendo tecnicamente a exploração deste recurso, regiões com regime de ventos variados torna pouco produtivo estes sistemas, além de aumentar o custo com a tecnologia empregada nas turbinas para o controle de velocidade que aciona o gerador elétrico.

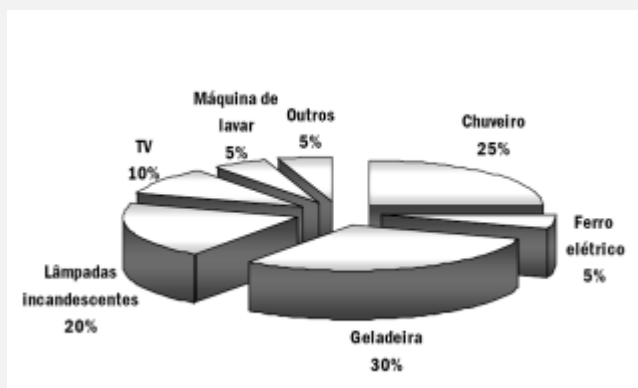
4 - (ENEM/2008) O potencial brasileiro para gerar energia a partir da biomassa não se limita a uma ampliação do Pró-álcool. O país pode substituir o óleo diesel de petróleo por grande variedade de óleos vegetais e explorar a alta produtividade das florestas tropicais plantadas. Além da produção de celulose, a utilização da biomassa permite a geração de energia elétrica por meio de termelétricas a lenha, carvão vegetal ou gás de madeira, com elevado rendimento e baixo custo. Cerca de 30% do território brasileiro é constituído por terras impróprias para a agricultura, mas aptas à exploração florestal. A utilização de metade dessa área, ou seja, de 120 milhões de hectares, para a formação de florestas energéticas, permitiria produção sustentada do equivalente a cerca de 5 bilhões de barris de petróleo por ano, mais que o dobro do que produz a Arábia Saudita atualmente. José Walter Batista Vidal.

Desafios Internacionais para o século XXI. Seminário da Comissão de Relações Exteriores e de Defesa Nacional da Câmara dos Deputados, ago./2002 (com adaptações).

Para o Brasil, as vantagens da produção de energia a partir da biomassa incluem

- a- implantação de florestas energéticas em todas as regiões brasileiras com igual custo ambiental e econômico.
- b- substituição integral, por biodiesel, de todos os combustíveis fósseis derivados do petróleo.
- c- formação de florestas energéticas em terras impróprias para a agricultura.
- d- importação de biodiesel de países tropicais, em que a produtividade das florestas seja mais alta.
- e- regeneração das florestas nativas em biomas modificados pelo homem, como o Cerrado e a Mata Atlântica.

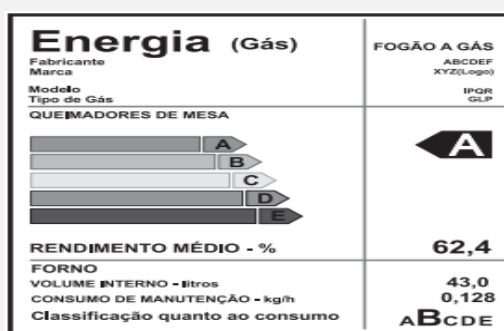
5- A distribuição média, por tipo de equipamento, do consumo de energia elétrica nas residências no Brasil é apresentada no gráfico.



Como medida de economia, em uma residência com 4 moradores, o consumo mensal médio de energia elétrica foi reduzido para 300 kWh. Se essa residência obedece à distribuição dada no gráfico, e se nela há um único chuveiro de 5000 W, pode-se concluir que o banho diário de cada morador passou a ter uma duração média, em minutos, de

- a- 5,0.
- b- 7,5.
- c- 10,0.
- d- 12,0.**
- e- 2,5.

6- (EPE -2012)



A figura acima apresenta um extrato de um selo informativo das características de um fogão a gás. Com base nesse selo, verifica-se que o

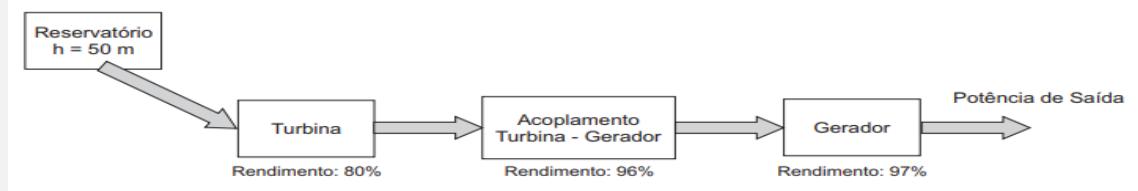
- a- fogão é de um modelo ineficiente.
- b- fogão é de um modelo eficiente.**
- c- fogão tem baixo consumo de energia elétrica.
- d- programa responsável pela emissão desse selo é o Procel.
- e- gás empregado como combustível neste fogão é o gás natural.

Comentário: A definição das categorias de A, B, C, D, E é definida no Procel de acordo com as perdas energéticas que ocorrem no equipamento, influenciando seu rendimento, sendo atribuído “A” para equipamento de maior rendimento, o que denota menores perdas e maior eficiência energética. O Selo Procel é feito a partir de parcerias entre o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Estatística (Inmetro), fabricantes e pesquisadores de laboratórios e universidades, para que sejam produzidos equipamentos cada vez mais econômicos e eficientes.

7- (EPE -2012) Em uma instalação comercial, há 12 luminárias com 4 lâmpadas fluorescentes tubulares de 32 W cada. A equipe de manutenção estuda a possibilidade de substituir todas as lâmpadas das luminárias por luminárias Led tubulares de 15 W. Considere que as lâmpadas funcionam 8 horas por dia, 30 dias no mês, e que o custo do kWh é R\$ 0,80. Nessas condições, a economia na fatura da concessionária referente ao consumo de energia, em reais, é, aproximadamente,

- a- 1.500,00
- b- 195,00
- c- 156,00
- d- 19,00
- e- 5,00

8- (EPE -2010/ADAPTADO)



A figura acima apresenta um diagrama de blocos de uma usina hidrelétrica, desde a área do reservatório até a saída do gerador. Sabe-se que: - a altura da queda d’água: h = 50 metros; - a aceleração da gravidade: g = 10 m/s<sup>2</sup>; - densidade da água: 1 kg/litro.

- a- Determine as quantidades de energia perdida em cada estágio do processo e o rendimento total do sistema. Expresse as quantidades de energia em joules.
- b- Comente o que pode ocasionar o aumento destas perdas à medida que os equipamentos avançam para o fim de sua vida útil.

a- Energia que entra no processo:  $E_{\text{POTENCIAL GRAVITACIONAL}} = m.g.h = 25. 10^6 \text{ J}$

Perdas na turbina:  $(1 - 0,8).m.g.h = 5,0. 10^6 \text{ J}$

Perdas no acoplamento:  $(1 - 0,96) .0,8.m.g.h = 0,8. 10^6 \text{ J}$

Perdas no gerador:  $(1 - 0,97).96 .0,8.m.g.h = 576,0. 10^3 \text{ J}$

Total de perdas:  $0,4. 10^6 + 64. 10^3 + 46,08. 10^3 = 6,376. 10^3 \text{ J}$

Energia que sai do processo:  $E_{\text{elétrica}} = E_{\text{POTENCIAL GRAVITACIONAL}} - \text{perdas} = 18,624. 10^6 \text{ J}$

Rendimento = Energia que sai do processo/ Energia que entra no processo .100

Rendimento = 74,5 %

b- Com a utilização de máquinas como a turbina e o gerador elétrico, fatores como atrito mecânico, isolamento elétrica e integridade física dos equipamentos sofrem alteração, de modo que no fim da vida útil, as perdas indicadas tendem a aumentar. Deve-se acompanhar este processo e substituir os equipamentos, quando for economicamente viável.

9 - (EPE -2010) A energia solar teve seu custo de investimento bastante reduzido nos últimos anos; no entanto, ainda é uma forma de geração relativamente cara, se comparada às fontes convencionais. A respeito desse tipo de geração, pode-se afirmar que

I - Se trata de um sistema robusto com baixo custo de manutenção, se comparado ao custo de implantação;

II - Sua conexão à rede elétrica propicia um cenário favorável para a inserção desta forma de energia no mercado;

III - Não causa impacto ao meio ambiente, tendo em vista que se trata de uma forma de energia limpa.

Está correto o que se afirmar em

a- I, somente.

b- II, somente.

c- I e II, somente.

d- I e III, somente.

e- I, II e III.

10-( EPE -2010) As Medidas de Eficiência Energética (MME) são fundamentais para a economia de recursos energéticos, trazendo repercussões econômicas, ambientais, sociais e culturais. Apesar dos benefícios já comprovados das MME, ainda existem dificuldades na sua plena viabilização, como a falta de informação, treinamento, acesso aos equipamentos de uso eficiente da energia, custo de implantação, entre outros. Considerando os estudos sobre a eficiência energética, analise as afirmativas abaixo.

I - É possível substituir luminárias com 4 lâmpadas fluorescentes de 40 W por 2 de 32 W com refletor parabólico e gerar uma economia de mais de 60% na conta de luz.

II - O setor industrial é o que tem o maior potencial de conservação de energia.

III - É importante a orientação para o correto dimensionamento dos motores, uma vez que na indústria há um percentual significativo de motores operando a baixa carga.

IV - As geladeiras e os freezers são os principais responsáveis pelo consumo residencial de energia elétrica e apresentam, como fator negativo, um custo muito maior que o dos equipamentos mais eficientes, o que se configura em uma barreira na busca de maior eficiência nesse setor.

Está correto APENAS o que se afirmar em

a- I.

b- III.

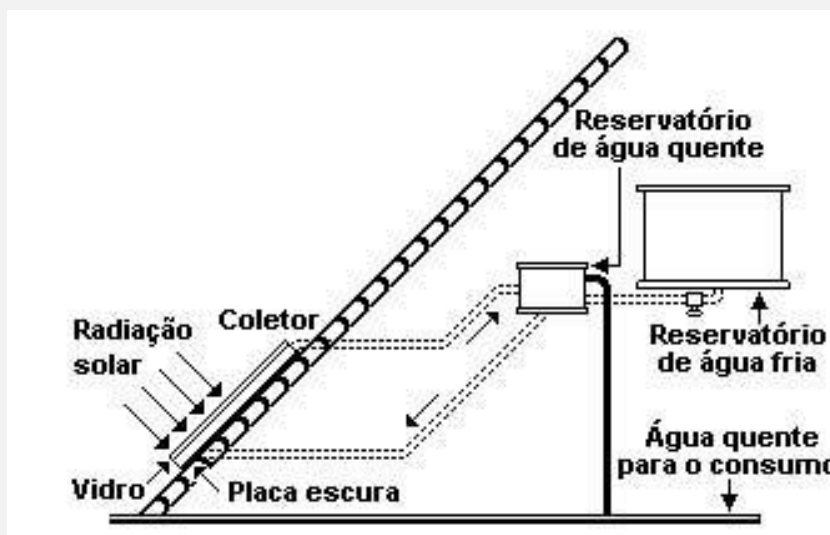
c- IV.

d- II e IV.

e- I, II e III.



11- (ENEM/2000) O resultado da conversão direta de energia solar é uma das várias formas de energia alternativa de que se dispõe. O aquecimento solar é obtido por uma placa escura coberta por vidro, pela qual passa um tubo contendo água. A água circula, conforme mostra o esquema abaixo.



Fonte: Adaptado de PALZ, Wolfgang, "Energia solar e fontes alternativas". Hemus, 1981.

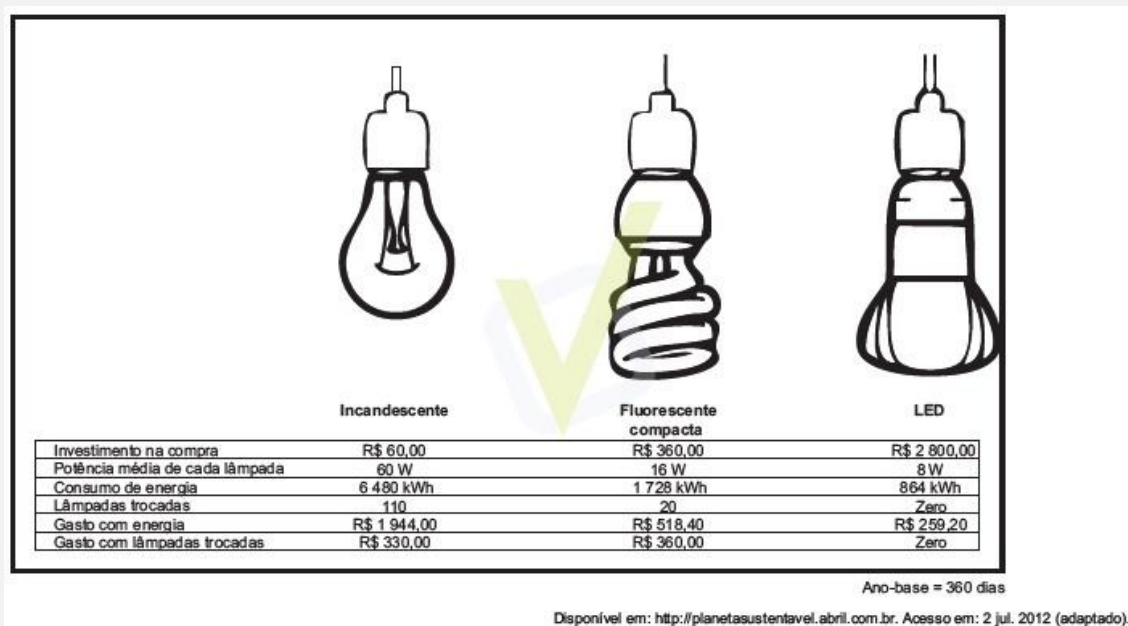
São feitas as seguintes afirmações quanto aos materiais utilizados no aquecedor solar:

- I. o reservatório de água quente deve ser metálico para conduzir melhor o calor.
- II. a cobertura de vidro tem como função reter melhor o calor, de forma semelhante ao que ocorre em uma estufa.
- III. a placa utilizada é escura para absorver melhor a energia radiante do Sol, aquecendo a água com maior eficiência.

Dentre as afirmações acima, pode-se dizer que, apenas está(ão) correta(s):

- a) I
- b) I e II
- c) II
- d) I e III
- e) II e III

12- (ENEM2012/MODIFICADO) A figura apresenta a comparação dos gastos de três tipos de lâmpadas residenciais de mesmo brilho, durante cinco anos. Considera-se a utilização média de vinte pontos de luz, utilizando em média dez lâmpadas acesas durante 6 horas ao custo de R\$ 0,30, para cada 1kWh consumido



Para cada lâmpada apresentada, calcule sua eficiência luminosa, a quantidade de energia elétrica em kWh e o respectivo valor pago na fatura por esta energia. Apresente a melhor lâmpada a ser escolhida, considerando as informações da imagem acima e as recomendações dos programas de eficiência energética. Justifique sua escolha. Considere que os fluxos luminosos produzido pelas três lâmpadas são iguais a 860 lm's.

13 (COPEL/2015) Conforme a resolução 414/2010 da ANEEL, numere a coluna da direita de acordo com sua correspondência com a coluna da esquerda.

1. Fator de carga.

2. Fator de demanda.

3. Fator de Potência.

Razão entre a demanda máxima num intervalo de tempo especificado e a carga instalada na unidade consumidora.

Razão entre a energia elétrica ativa e a raiz quadrada da soma dos quadrados das energias elétricas ativa e reativa, consumidas num mesmo período especificado.

Razão entre a demanda média e a demanda máxima da unidade consumidora ocorridas no mesmo intervalo de tempo especificado.

Assinale a alternativa que apresenta a numeração correta da coluna da direita, de cima para baixo.

a) 1 - 3 - 2.

b) 2 - 1 - 3.

c) 3 - 2 - 1.

d) 1 - 2 - 3.

e) 2 - 3 - 1.

14- (COCEL 2011/MODIFICADA) A estrutura tarifária, conjunto de tarifas aplicáveis às componentes de consumo de energia elétrica e/ou demanda de potência ativas, de acordo com a modalidade de fornecimento, é caracterizada pela aplicação de tarifas de consumo de energia elétrica e/ou demanda de potência independentemente das horas de utilização do dia e dos períodos do ano. No mesmo sentido, a estrutura tarifária horo-sazonal caracteriza-se pela aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica e de demanda de potência, de acordo com as horas de utilização do dia e dos períodos do ano. Acerca disso, considere as seguintes definições:

1. Tarifa Verde: modalidade estruturada para aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica de acordo com as horas de utilização do dia e os períodos do ano, bem como de uma única tarifa de demanda de potência.

2. Horário de ponta (P): período definido pela concessionária e composto por 3 (três) horas diárias consecutivas, exceção feita aos sábados, domingos, terça-feira de carnaval, sexta-feira da Paixão, Corpus Christi, dia de finados e os demais feriados definidos por lei federal, considerando as características do seu sistema elétrico.

3. Horário fora de ponta (F): período composto pelo conjunto das horas diárias consecutivas e complementares àquelas definidas no horário de ponta.

Considerando um cliente industrial, com fornecimento de tensão na rede de média tensão 13,8KV, quais as modalidades tarifárias que ele pode escolher momento da contratação dos serviços de fornecimento de energia elétrica? Apresente o procedimento de escolha da melhor opção para este tipo de cliente.

O cliente industrial se enquadra no grupo A, com fornecimento em média tensão e uso de subestação particular. Para estes clientes, as modalidades de contrato são: a estrutura tarifária azul; estrutura tarifária verde e tarifa convencional do grupo B, caso a potência da subestação não ultrapasse 112,5 KVA. O procedimento de escolha é feito de acordo com as demandas de potência e energia registradas ao longo de um período de um ano, ou para o caso de projeto deve ser estimada a melhor opção de contrato de acordo com a carga instalada e os fatores de demanda determinados no projeto da instalação. Existem algoritmos de otimização que levam a identificação da melhor opção para o contrato.

## VI. Eficiência Energética Aplicada a Instalações Residenciais e Prediais

### 10º ENCONTRO

#### Aula 35 a 38 – Eficiência energética aplicada a instalações residenciais e prediais

Nesta aula será apresentado os procedimentos técnicos de faturamento do consumo de energia elétrica dos consumidores residências e industriais. foram apresentados conceitos, definições e cálculos relacionados a esta temática com auxílio da apostila de Eficiência Energética disponibilizada pela instituição. Será exibido o episódio 05 da série vida de república que aborda os temas de panorama da exploração de energia renovável no Brasil e características dos sistemas de geração eólicos e a produção do biodiesel.

- ✓ Exibição do episódio 05 de “Vida de república”, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=cmns8ZMkbkI>– Duração estimada: 25 minutos
- ✓ Apostila de atualização tecnológica em Eletrotécnica/ Eficiência Energética. Leitura das páginas 39 a 48. Duração estimada: 25 minutos
- ✓ Realização de exercícios de fixação. Duração estimada: 30 minutos

#### EXERCÍCIOS SOBRE PROCEDIMENTOS TÉCNICOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

- 1- Em residências e edifícios, quais os tipos de carga têm consumo de energia elétrica mais expressivo?

Se considerarmos as cargas com consumos expressivos em residências e em edifícios residenciais e comerciais, certamente identificaremos aquelas que são as responsáveis pela climatização dos ambientes, aquecimento de água e iluminação.

- 2- Considerando os sistemas de iluminação residencial e predial, comente como os fatores formas arquitetônicas e iluminação natural podem contribuir para os projetos de eficiência energética.

O fluxo luminoso que chega ao plano de trabalho do usuário é influenciado pelas características arquitetônicas do ambiente, como cor das paredes, mobília empregada na planta de decoração, possibilidade de acesso a iluminação natural do sol durante o dia. Um projeto de eficiência deve levar em consideração tais características, de modo que leve a condição ótima de operação, aproveitando ao máximo as características do ambiente, pode-se optar pelo uso de cores mais claras nas paredes, uso de lâmpadas de maior eficiência luminosa, como as lâmpadas LED, por exemplo, e o uso de telhas translúcidas, realização de inspeção e limpeza periódica das luminárias e refletores, gestão do uso dos equipamentos de iluminação, por meio de conscientização dos usuários.

- 3- Considerando os sistemas de climatização residencial e predial, comente como os fatores de uso de isolantes térmicos, aproveitamento da ventilação natural do ambiente, posição de incidência solar e possuir o selo PROCEL podem contribuir para os projetos de eficiência energética.

O dimensionamento dos condicionadores de ar que compõem o sistema de climatização é definido em função da carga térmica do ambiente, logo a posição de incidência solar, a área do ambiente a ser climatizado, a quantidade de pessoas que frequentam o ambiente, a quantidade de vezes em que ocorre abertura da porta. Um sistema de climatização eficiente deve atender a carga térmica calculada para o recinto, disponibilizando acesso a ventilação natural, uso de isolantes térmicos de qualidade, e conscientização dos usuários da importância de racionar o uso do sistema de climatização, abrindo a porta dos ambientes climatizados só quando indispensável, utilizando a temperatura de 23°C para evitar trabalho excessivo do sistema, inspecionar e manter limpo o sistema.

- 4- Considerando os programas de gestão energética, comente como os fatores de dimensionamento de condutores e controle do fator de potência da instalação, devem ser considerados nas medidas de gestão e eficiência energética.

O dimensionamento correto dos condutores deve ocorrer segundo as recomendações da NBR5410, pois, uma instalação inadequada pode se tornar ineficiente, com perdas internas excessivas devido ao dimensionamento incorreto dos condutores, falta de critérios na divisão dos circuitos elétricos da instalação, dutos sobrecarregados, baixo fator de potência, sistema de aterramento inadequado, entre outras considerações. Com relação ao fator de potência, sabe-se que este deve ser controlado, assumindo valor o mais próximo de 1, pois quando o fator de potência está baixo, a corrente de circulação nos condutores aumenta, o que tem como consequência o aumento da queda de tensão e da energia elétrica dissipada por efeito joule. Para o caso dos consumidores industriais, o descontrole do fator de potência leva a cobrança de energia reativa excedente.

- 5- Descreva as características de um aquecedor solar, como a instalação deste equipamento pode contribuir para os projetos de eficiência energética.

Consiste em um equipamento que promove o aquecimento da água pela ação direta dos raios solares, sem geração de energia elétrica, possui um resistor de aquecimento que promove apoio elétrico em dias chuvosos, é constituído por um material isolante térmico, de modo que o calor seja conservado em seu interior. O uso deste equipamento leva a redução do consumo de energia elétrica, visto que não será necessário o uso do chuveiro elétrico, reduzindo cerca de 20 % o consumo de energia elétrica em uma residência. Vale lembrar que além da vantagem econômica, uso racional da energia elétrica contribui para preservação do meio ambiente e dos recursos explorados na geração de energia elétrica.

**11º ENCONTRO****Aula 39 a 42 – Recuperação Paralela**

- ✓ Entregar a prova corrigida e comentar as questões mais erradas pelos alunos no pós-teste.
- ✓ Reapresentar o conteúdo relativo as questões de maior índice de erro.
- ✓ Aplicar novamente o mesmo pós-teste, deixando os alunos refazerem as questões erradas na correção do pós-teste.

**Ação 1 (Duração estimada: 30 minutos)**

Entregar a prova corrigida aos alunos, evidenciando as questões no teste de baixo índice de acerto pelos alunos de modo que eles percebam onde erraram na resolução das questões propostas.

**Ação 2 (Duração estimada: 100 minutos)**

Promover uma revisão rápida do conteúdo que abrange as questões de maior índice de erro na prova, no caso da turma participante da intervenção com esse produto educacional, os conteúdos que foram reapresentados na explanação do professor foram: o conceito de energia fonte limpa; exploração da Biomassa para a geração de energia elétrica; sistemas fotovoltaicos; ações e procedimentos de eficiência energética aplicados a análise tarifária; cálculos aplicados a luminotécnica.

**Ação 3 (Duração estimada: 70 minutos)**

Deixar que os alunos refaçam o que eles erraram no teste como atividade recuperação.



Atendendo as recomendações do referencial teórico que embasou esta pesquisa, a avaliação da aprendizagem significativa deve ser predominantemente formativa e recursiva. Segundo Moreira (2012), é necessário buscar evidências de aprendizagem significativa, ao invés de querer determinar se ocorreu ou não. É importante a recursividade, ou seja, permitir que o aprendiz refaça, mais de uma vez se for o caso, as tarefas de aprendizagem. É importante que ele ou ela externalize os significados que está captando, que explique, justifique, suas respostas. Portanto, foi dada aos alunos que não alcançaram a média para aprovação a oportunidade de refazer a atividade avaliativa.

**12º ENCONTRO**

**Aula 43 a 46 – Aulas destinadas a finalização das maquetes**

O objetivo desta aula é concluir a construção das maquetes relacionadas aos processos de transformação de energia, a caracterização das etapas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica e ações de Eficiência Energética. A apresentação das maquetes e dos seminários deve ocorrer em formato de feira científica, com auxílio de cartazes, banners e disponibilização de folhetos com orientações de Eficiência Energética. Os episódios 06 e 07 da série vida de república abordam as tendências futuras do Sistema Elétrico de Potência e o estudo das perdas elétricas.

- ✓ Exibição dos episódio 06 da série “Vida de república”, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=AqkIVlB-WY&t=952s> **Duração estimada: 20 minutos**
- ✓ Para facilitar a pesquisa de materiais técnicos o professor pode disponibilizar aos alunos os sites apresentados no quadro abaixo para pesquisarem. A apresentação do seminário e das maquetes deve ocorrer para os demais alunos na escola, sendo que o processo de avaliação deste projeto pode ser feito com auxílio da ficha de avaliação disponível na descrição desta proposta

Conteúdo	Site
Matriz Energética do Brasil. BEM 2018	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 1º <a href="http://epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2018">http://epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2018</a></li> </ul>
Guia de Eficiência Energética	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 1º <a href="http://www.procelinfo.com.br/main.asp?Team=%7B28E0A622%2D909E%2D4AF1%2DBF96%2DB90EA35B5D3E%7D">http://www.procelinfo.com.br/main.asp?Team=%7B28E0A622%2D909E%2D4AF1%2DBF96%2DB90EA35B5D3E%7D</a></li> <li>➤ 2º <a href="https://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/manual/\$FILE/manual_eficiencia_energ.pdf">https://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/manual/\$FILE/manual_eficiencia_energ.pdf</a></li> <li>➤ 3º <a href="http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/Efic%20En-Teoria%20e%20Pratica-Eletr-Procel-Unifei%20-07.pdf">http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/Efic%20En-Teoria%20e%20Pratica-Eletr-Procel-Unifei%20-07.pdf</a></li> </ul>
Construção de Maquetes	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 1º <a href="http://www.biblioteca.ufes.br/conteudo/maquete-sobre-transforma%C3%A7%C3%B5es-de-energia-em-exposi%C3%A7%C3%A3o-na-biblioteca-central-da-ufes">http://www.biblioteca.ufes.br/conteudo/maquete-sobre-transforma%C3%A7%C3%B5es-de-energia-em-exposi%C3%A7%C3%A3o-na-biblioteca-central-da-ufes</a></li> <li>➤ 2º <a href="https://www.youtube.com/watch?v=XsH4GaZCGmQ">https://www.youtube.com/watch?v=XsH4GaZCGmQ</a></li> <li>➤ 3º <a href="https://www.youtube.com/watch?v=mhRFGwkGrnY">https://www.youtube.com/watch?v=mhRFGwkGrnY</a></li> <li>➤ 4º <a href="https://www.youtube.com/watch?v=ZeqmI84-Bbs&amp;list=PL7xBWOZkuzkk1a9PkYhNtyrnZmWDx62Nu">https://www.youtube.com/watch?v=ZeqmI84-Bbs&amp;list=PL7xBWOZkuzkk1a9PkYhNtyrnZmWDx62Nu</a></li> </ul>



**13º ENCONTRO****Apresentação do Seminário**

O desafio proposto no início deste Produto Educacional (1º encontro) foi de desenvolver maquetes para exposição em formato de feira tecnológica, de modo que pudessem demonstrar o funcionamento destes sistemas, bem como apresentarem ações de Eficiência Energética, procedimentos e rotinas que contribuíssem para o uso racional de energia elétrica nas instalações residenciais, prediais e industriais. Neste dia, os alunos devem explicar a solução dada ao desafio aos demais alunos visitantes da escola, cabendo ao professor observar o processo, avaliando o desempenho dos alunos segundo a ficha de avaliação desenvolvida e apresentada no Produto Educacional (1º encontro).

**14º ENCONTRO****Encerramento da Unidade Curricular**

O professor deve apresentar os resultados do processo avaliativo desenvolvido na unidade curricular, agradecendo a participação da turma nas atividades propostas e solicitando aos alunos que façam o registro de suas impressões relativas as aulas desenvolvidas no Produto Educacional, por meio do preenchimento do questionário de opinião.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL) – **Metodologia de Cálculo das Tarifas de Uso dos Sistemas de Distribuição**. Brasília, 2000.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL) – **Resolução Normativa nº 414**. Brasília, 2010: disponível em [www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br). Acesso em 20. novembro.2018.
- ANEEL. **Por dentro da conta de luz**: informação de utilidade pública/ Agência Nacional de Energia Elétrica. 7. ed. - Brasília, 2016.
- ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. **Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, UFSC, Santa Catarina, v. 30, n. 2, p. 362-384, ago. 2013.
- AUSUBEL, D. P. **Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento**. Buenos Aires: El Ateneo, 1973.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Barcelona. Um ed. Lisboa: Paralelo Editora, 2003.
- AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Tradução Eva Nick. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BARBOSA, J. BORGES, A. **O entendimento dos estudantes sobre energia no início do Ensino Médio**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, vol. 23, n 2, p. 182-217, Agosto, 2006.
- BZUNECK, J. A. Como motivar os alunos: sugestões práticas. In: BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A.; GUIMARÃES, S. E. R. (Org.). **Motivação para aprender: Aplicações no contexto educativo**. Petrópolis: Editora Vozes, 2010. p. 13-42.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Balanço Energético Nacional – Ano Base 2011: Resultados preliminares. Rio de Janeiro, 2018.
- EITLER, Kitta; LINS, Vânia (Org.). Vida de República: episódios 1-5: volume 4. 1. ed. [Energia que transforma]. Rio de Janeiro: **Fundação Roberto Marinho**. 2012.
- MOREIRA, M. A. A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. In: \_\_\_\_\_. (Org.). **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: E.P.U., 2015. p. 159-173.

LEITE.LOPES. VINÍCIUS, **O ESTUDO DAS DIVERSAS FORMAS DE PRODUÇÃO DE ENERGIA EM UMA ABORDAGEM CTSA: BUSCANDO INDÍCIOS DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO, VITÓRIA, 2016.** Disponível em [http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/4798/1/tese\\_9505\\_Leite%2C%20V.%20L.%20-%20disserta%C3%A7%C3%A3o%20vers%C3%A3o%20final%20para%20inserir%20no%20sappg.pdf](http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/4798/1/tese_9505_Leite%2C%20V.%20L.%20-%20disserta%C3%A7%C3%A3o%20vers%C3%A3o%20final%20para%20inserir%20no%20sappg.pdf). Acesso em 18. agosto.2018.

MOREIRA, M. A. **Organizadores Prévios e Aprendizagem Significativa** (Advanced organizers and meaningful learning). Revista Chilena de Educación Científica, *ISSN 0717-9618, Vol. 7, N.º. 2, 2008, p. 23-30. Revisado em 2012.*

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: A Visão Clássica. In: \_\_\_\_\_. (Org.). **Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências: A Teoria da Aprendizagem Significativa.** Porto Alegre, 2009. p. 6-29. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios6.pdf>. Acesso em: 24 de setembro de 2018

MOREIRA, M. A. Metodologias de Pesquisa em Ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2011a.

MOREIRA, M. A. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas.** 2011. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf>>. Acesso em: 25 de junho de 2018.

MOREIRA, M. A.; ROSA, P. R. S. Pesquisa em Ensino: Métodos Quantitativos. In: MOREIRA, M. A. (Org.). **Subsídios Metodológicos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências: Pesquisa em Ensino: Métodos Qualitativos e Quantitativos.** Porto Alegre: 2009. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios11.pdf>>. Acesso em: 24 de setembro de 2017.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/oqueeafinal.pdf>. Acesso em: 10 de abril de 2016.

MOREIRA, M.A. (2012). ¿Al final qué es aprendizaje significativo? *Revista Qurrriculum*, La Laguna, 25: 29-56.

MOREIRA, M. A. A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. In: \_\_\_\_\_. (Org.). **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: E.P.U., 2015. p. 159-173.