

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO - UPRPE UNIDADE
ACADEMICA DE GARANHUNS - UAG
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA -SBF**

**TERMOELÉTRICA DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR: UMA
POSSIBILIDADE DE ALFABETIZAR CIENTIFICAMENTE.**

Dissertação de Mestrado

Maurício José Rodrigues

Recife

Maio/2016

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO - UPRPE UNIDADE
ACADEMICA DE GARANHUNS - UAG
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA -SBF**

**TERMOELÉTRICA DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR: UMA
POSSIBILIDADE DE ALFABETIZAR CIENTIFICAMENTE.**

Maurício José Rodrigues

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Garanhuns no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física, sob a orientação do Prof. Dr. Alexandro Tenório como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador

Alexandro Tenório

Recife

Maio /2016

Maurício José Rodrigues

**TERMOELÉTRICA DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR: UMA
POSSIBILIDADE DE ALFABETIZAR CIENTIFICAMENTE**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Garanhuns no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física, sob a orientação do Prof. Dr. Alexandro Tenório como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em :

Dedicação

Dedico este trabalho aos meus pais que não mediram esforços para proporcionar aos seus filhos uma educação digna.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, pelo dom da vida e a capacidade de aprender.

A esposa e filhos, pela compreensão e incentivo na conquista desse sonho.

A SBF, por proporcionar este curso.

A CAPES, pelas condições oferecidas.

Aos professores do curso, pelo apoio e incentivo ao estudo. Ao Prof. Dr.

Alexandro Tenório, meu orientador.

Aos colegas do curso, pelos momentos de aprendizado e convivência prazerosa.

Aos colegas das escolas EREMT e ECLPM, pelo apoio, em especial a Manoel, Fátima e Salete pelas correções e traduções.

Ao gestor bacana - Tony (imemoriám), pela sua compreensão e disponibilidade em permitir as minhas saídas para as aulas.

A Usina Central Olho D'Água por abrir seu parque industrial para a visita.

Aos donos do Engenho Vundinha, Sr. Gileno e Sr^a Marluce, por cederem a sua residência para a filmagem da peça Menino de Engenho de José Lins do Rego.

Pensamento

“ Toda a cultura científica deve começar por uma catarse intelectual e efetiva .Resta então a tarefa mais difícil: colocar a cultura científica em estado de mobilização permanente, substituir o saber fechado e estático por um conhecimento dinâmico , dialetizar todas as variáveis experimentais, oferecer enfim a razão, razões para evoluir”.

Gaston Bachelard

A formação do espírito científico.

RESUMO

Neste trabalho foram feitas entrevistas com alunos do 1º ao 3º ano do ensino médio das escolas EREMT- Escola de Referência em Ensino Médio de Timbaúba e ECLPM – Escola Coronel Luiz Ignácio Pessoa de Mello, para a **análise** quantitativo, com o objetivo de compreender a identificação dos alunos com uma proposta metodológica para o ensino de física, baseada nos princípios da alfabetização científica. Além do mais, no âmbito qualitativo, foi analisada a construção dos conceitos de termodinâmica, energia, geradores, matriz energética e medidas fundamentais da eletricidade tendo como ponto de partida a visita a uma usina de açúcar, construção de um gerador e experimentação. Os dados coletados a partir da conversação com alunos encontram-se representados através de um mapa conceitual. Traz ainda a importância do gerador e sua utilização prática em salas de aula do ensino médio regular e EJA (Educação de Jovens e Adultos) médio, sendo este potencialmente significativo enquanto ferramenta para a construção do conhecimento. A pesquisa foi referendada na linha da Alfabetização Científica, a qual tem como objetivo maior o ensino de ciências, menos baseado no ensino de conteúdos, e mais interdisciplinar, representando um meio de despertar o interesse do aluno para a aprendizagem de física.

Palavras-chave: termodinâmica – energia – gerador – cogeração – matriz energética

ABSTRACT

In this work were made analysis of interviews with students from first to third year of High School of Reference Schools, EREMT – Timbaúba High School Reference School and ECLPM – Luiz Ignacio Pessoa de Mello School , for qualitative analysis.

In the interviews affinity questions were analyzed and methodological proposals for physics teaching. From the quantitative point of view, was analyzed the construction of thermodynamic concepts, energy, generators, energy matrix and electricity fundamental measures having as starting point the visitation to a sugar mill, construction of a generator and experimentation. The collected data from the conversation with students are represented through a conceptual map. It also brings the importance of the generator and its practical use in classrooms of regular High School and EJA (Adults and Youth Education) High School, being this potentially meaningful as a tool for the knowledge construction. The research was approved in the line of Scientific Literacy, which has as its highest goal the science teaching representing a means of awakening the student's interest to the Physics learning.

Key- words: thermodynamic – energy – generator - cogeneration – energy matrix

1. INTRODUÇÃO

O presente projeto “Termoelétrica do Bagaço de Cana-de-Açúcar: uma possibilidade de Alfabetizar Cientificamente”, parte da premissa, que a metodologia adotada vista-pesquisa-construção – conversação, contribui para a melhoria do ensino da física tendo como base a alfabetização científica. O trabalho **prático** foi desenvolvido com alunos do segundo ano do ensino médio da Escola de Referência em Ensino Médio de Timbaúba. O ensino médio segundo as diretrizes curriculares nacional, 2013, está longe de atender às necessidades dos estudantes, **tanto no aspecto da cidadania como para o trabalho**. Documentos legais como a lei de diretrizes e base educação Nacional – LDBEN9394/96 no seu artigo 22 diz:“A educação básica tem por finalidades desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores”. **As diretrizes Curriculares Nacional da Educação Básica (DCNEB) 2013, afirmam que o desenvolvimento científico e tecnológico acelerado impõe à escola um novo posicionamento de vivência e convivência com o conhecimento capaz de acompanhar sua produção acelerada.** A apropriação de conhecimento científico se efetiva por práticas experimentais com a contextualização que relacione os conceitos com a vida, em oposição a metodologia que pouco ou nada ativa e sem significado para os estudantes. **(Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica, 2013).** Como **consequência temos a apatia por parte dos deles frente ao ensino que ora se pratica nas escolas e apontam como o grande desafio para o ensino a efetivação do que está proposto nos documentos legais, que garanta aos jovens uma educação que promova ampliação às condições de inserção social, possibilitando o acesso a tecnologia, a ciência, o trabalho e a cultura**

“Para que” ensinar Física, supõe-se que se esteja preparando o jovem para ser capaz de lidar com situações reais, crises de energia, problemas ambientais, manuais de aparelhos, concepções de universo, exames médicos, notícias de jornal, e assim por diante. Finalidades para o conhecimento a ser apreendido em Física que não se reduzem apenas a uma dimensão pragmática, de um saber fazer imediato, mas que devem ser concebidas dentro de uma concepção humanista abrangente, tão abrangente quanto o perfil do cidadão que se quer ajudar a construir. (Brasil, 2000,p.61)

Os parâmetros curriculares esperam que o ensino de física contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação de fatos e fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação (PCNE- ensino médio, 2002, p. 229). Para os PCN+ (BRASIL, 2000), a presença do conhecimento de Física na escola média ganhou um novo sentido a partir das diretrizes apresentadas nos PCNEM. Trata-se de construir uma visão da Física voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade. Em consonância com os PCNs, os Parâmetros Curriculares de Pernambuco para o Ensino de Física, 2013, afirmam que esta deve contribuir para formação científica, histórica e humana que possibilite ao estudante a capacidade de participação crítica da vida social e que as escolas necessitam vencer o caráter linear e hierarquizado que vem sendo tratado o ensino de física e que precisamos avançar nos conceitos, pois priorizamos a física do século XIX. A física em seu arcabouço se constitui de leis, principio e teorias cientificamente aceitos e que vem a ele sendo incorporado novas descoberta , novos saberes, porem uma diferença como os físicos compreendem este fenômenos e os estudantes , ai reside a distancia ser percorrida pelo ensino básico

A física enquanto um corpo de conhecimento estruturado permanece sendo a mesma com suas leis e princípios reconhecidos e estabelecidos, ainda que continuamente incorporando novos conhecimentos e estabelecendo novas descobertas. Mas entre a física dos físicos e a física do ensino médio há certamente um longo percurso (Coleção explorando o conhecimento de ensino, 2006 p. 12).

Uma das inquietações, com a qual nos deparamos nos documentos oficiais é, o que ensinar em física agora? Como ensinar? E continuamos a fazer como antigamente, aulas expositivas, “narrativa de fatos” e cálculo e reduzimos a física a um número. É aí que nos deparamos com resposta do tipo, a física é “mórbida” e calculosa que veio de um aluno quando lhe questione porque ele não gostava de física. Para Bachelar, 1996, quando duas disciplinas interferem como a matemática e a física, é raro que os alunos harmonizem as duas precisões, ora é da prática docente enfatizar a solução numérica ao invés de discutir os conceitos físicos, muitas vezes por questões de casas decimais toda a questão é desconsiderada. Segundo Maurício Pietrocola, tal inquietude docente justifica-

se porque, a física, a matemática, a química e a biologia escolares são áreas de conhecimento onde as transposições didáticas iniciadas num passado distante adquiriram certa estabilidade, que lhe confere um lastro didático. Ratificando a nossa visão do ensino de Física, propedêutica, descontextualizada, matematizada, sem história e livre das interferências cultural, social e política. Por fim, trabalhamos a física como obra acabada, e construída por gênios isolados do mundo, mas o próprio Isaac Newton afirma que “Se eu vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes”, reconhecendo a contribuição de estudos anteriores para a formulação das teorias e leis. Para Castro e Carvalho, apud Mulazani (2009), “quando o aluno (...) discute de onde vieram as coisas, como evoluíram para chegar onde estão ou mesmo questionar os caminhos que geraram tal evolução, de certa forma, ele nos dá indícios de que reconhece tais conceitos como objeto de construção e não como conhecimentos revelados ou meramente possíveis de transmissão”.

Se quisermos construir de fato uma ciência para todos termos que refletir a nossa ação educativa, o professor como mediador do conhecimento deve partir de questões problematizadoras e não de conceitos prontos, deve ensinar a perguntar e a pesquisarem diversas fontes, como jornais, revistas, internet, realizar visitas a espaços onde se faz ou se aplica a física. Recorrer a contextualização e a interdisciplinaridade, estimula a curiosidade em direção ao mundo que o cerca gerando a inquietude, possibilitando que o estudante seja protagonista em busca da informação e na construção da resposta que melhor se adequa àquele problema pois como diz Bachelar, 1996, sem pergunta não se faz ciência, não se desenvolve o espírito científico. Por fim, garantir que o processo ensino aprendizagem seja fonte de desenvolvimento social baseando nos quatro pilares propostos pela UNESCO para a educação do século XXI, “**aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver, aprender a ser.**” É que ninguém caminha sem aprender a caminhar, sem aprender a fazer o caminho caminhando, sem aprender a refazer, a retocar o sonho por causa do qual a gente se põe a caminhar (Paulo Freire, 2006, p.155)”.

Estruturação do trabalho...como as idéias e argumentos estão organizados ao longo do texto escrito.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O presente trabalho se propõe a analisar os aspectos qualitativos do uso da metodologia do ensino de física centrado na relação teoria e prática, das leis da termodinâmica e conceitos da matriz energética brasileira e a construção do gerador termoelétrico, com meio de desenvolver a alfabetização científica dos alunos do ensino médio.

1.1.2 Objetivos Específicos

Na educação problematizadora, do ponto de vista do investigador, importa na análise o que se faz no processo de investigação, detectar o ponto de partida dos homens no seu visualizar a objetividade, verificando-se, durante o processo, se observou ou não a transformação no seu modo de perceber a realidade (PAULO FREIRE, 2006, p. 115). Nesta perspectiva, o projeto visa analisar os aspectos qualitativos do embasamento científico e tecnológico utilizados para construir o gerador. O projeto **tem** como objetivos específicos:

- ✓ Observar o funcionamento de um gerador elétrico em uma usina de açúcar e compreendendo as diferentes etapas ocorridas até a produção de energia nos geradores térmicos;
- ✓ Construir um gerador termoelétrico, que use bagaço de cana como combustível a partir do que foi observado na visita à usina e nas pesquisas realizadas;
- ✓ Observar através da conversação com os alunos envolvidos no processo de construção do gerador, o embasamento científico e tecnológico adquirido em relação aos conceitos trabalhados;
- ✓ Analisar a percepção dos alunos no que se refere à disciplina física e em relação aos que não se envolveram no projeto.

1.2 – JUSTIFICATIVA

A Física na educação básica está em crise: além da falta e/ou despreparo de professores, das más condições de trabalho, do reduzido número de aulas e da progressiva perda da identidade no currículo, o ensino da Física na educação contemporânea estimula a aprendizagem mecânica de conteúdos desatualizados segundo Moreira. Esta crise está vista a olho nu, manifestando-se através da rejeição, apatia dos educandos em se tratando da disciplina física. Sendo assim, este projeto fundamentou-se na teoria da Alfabetização Científica como uma forma de construir uma ciência para todos, onde o educando seja protagonista do seu processo de ensino-aprendizagem.

“num mundo repleto pelos produtos da indagação científica, a alfabetização científica converteu-se em uma necessidade para todos: todos necessitamos utilizar a informação científica para realizar opções com que nos deparam a cada dia; todos necessitamos ser capazes de participar em discussões públicas sobre assuntos importantes que se relacionam com a ciência e com a tecnologia e todos merecemos compartilhar da emoção e a realização pessoal que pode produzir a compreensão do mundo natural”.

National Science Education Standards auspiciado pelo National Research Council, apud Cachapuz, 2014

A alfabetização cresce em duas direções, em uma considera as competências e habilidades que a vida social exigia, a sua falta implica na injustiça social. Na outra a uma diversifica segundo as necessidades do alfabetizando. No congresso mundial de ministros da educação sobre erradicação do analfabetismo realizado em 1965 na cidade de Teerã, considerou o conceito que alfabetização era um aspecto fundamental para o trabalho e o aumento da produção. Nos anos 60 com as ideias de Paulo Freire o aluno deixa de ser Mero objeto para ser sujeito de um processo de alfabetização crítica que tinha condições de participar. Portanto Não há de se estranhar a analogia da alfabetização básica do século passado, com a educação científica no momento (Fourez, apud, Cachapu, et al p. 18). Para Diaz, Alonso e Ma, a alfabetização científica é a finalidade mais importante do ensino de Ciências, estas razões se baseiam em benefícios pessoais, práticos, sociais, para a prática de cultura e para a humanidade. A metodologia aqui adotada está voltada a desenvolver a “alfabetização científica” com o educando que foi planejada e executada de forma a garantir aos educandos interação com uma nova cultura, de forma lógica e crítica, interferindo e modificando com base em conhecimentos científicos. Existir humanamente é pronunciar o mundo, é modificá-lo. O mundo pronunciado por sua vez, se volta problematizando aos sujeitos pronunciantes, a exigir deles um novo pronunciar (Paulo Freire, 2006).

A aprendizagem significativa crítica, por sua vez pode contribuir para a conquista da alfabetização científica, pois a mesma considera o conhecimento dinâmico que evolui, que esse ocorre de forma não arbitrária, o que vem superar uma das formas em que a ciência vem sendo trabalhada, em que o desenvolvimento da ciência é fruto do conhecimento linear, puramente acumulativo (Izquierdo, Sanmarti e Espinet,1999 , apud Cachapuz etal, 2014, p. 49) e ainda ignora as crises e remodelações profundas, fruto de processos complexos que não se deixam ajustar por nenhum modelo definido de desenvolvimento científico (Giere,1988,Estany,1990, apud Cachapuz etal, 2014,p.49).A aprendizagem para ser significativa precisa ser também substantiva, ou seja, uma vez aprendido determinado conteúdo desta forma, o indivíduo conseguirá explicá-lo com suas próprias palavras. A “substantividade” do aprendizado significa que o aprendiz apreendeu o sentido, o significado daquilo que se ensinou, de modo que pode expressar este significado com as mais diversas palavras. Podemos nos perguntar o que isto tem haver com ciências e com o processo de alfabetização científica. Para Lemek, 1997, aprender ciências é aprender a falar ciências, que isto não é coisa simples, sendo esta uma das dificuldades dos alunos. Ainda afirma que esta linguagem não é só escrita ou oral; são necessárias outras formas de linguagem como gráficos, tabelas, figuras, a matemática para dar conta de todo processo de construção do conhecimento científico.

A interação **em grupo** é o centro da aprendizagem e por isso não pode ser massificada. O aspecto mais determinante do ensino é a qualidade da relação educacional, de onde o professor não impõe práticas, explicações, programas ou exames e não faz uso da crítica. O que ele faz é fortalecer a autoconfiança do aluno (**Alberto Ricardo Prass**, 2012). Moreira afirma que é importante que a aprendizagem significativa seja também crítica, subversiva, antropológica. Quer dizer, na sociedade contemporânea não basta adquirir novos conhecimentos de maneira significativa, é preciso adquiri-los criticamente. Ao mesmo tempo, que é preciso viver nessa sociedade, integrar-se a ela, é necessário também ser crítico dela, distanciar-se dela e de seus conhecimentos quando ela está perdendo rumo. A alfabetização na perspectiva antropológica, diz que a enculturação científica está relacionada ao fato que o processo de ensino aprendizagem de ciências não leva em conta as bases antropológicas em que o conhecimento científico foi construído, chama a atenção para as novas formas de representação social de grupos de indivíduos, valorizando o papel da linguagem **na construção do conhecimento científico**. Na perspectiva Freiriana, a alfabetização tem um significado mais abrangente, na medida em que vai além do domínio do código escrito, pois, enquanto prática

discursiva, “possibilita uma leitura crítica da realidade, constitui-se como um importante instrumento de resgate da cidadania e reforça o engajamento do cidadão nos movimentos sociais que lutam pela melhoria da qualidade de vida e pela transformação social” (FREIRE, Educação na cidade, 1991, p. 68, apud, Edmilsa Santana de Araújo et al), por sua vez, Moreira afirma que é através da aprendizagem significativa crítica que o aluno poderá fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, não ser subjugado por ela, por seus ritos, mitos e ideologias. É através dessa aprendizagem que ele poderá lidar construtivamente com a mudança sem deixar-se dominar por ela, manear a informação sem sentir-se impotente frente a sua grande disponibilidade e velocidade de fluxo, usufruir e desenvolver a tecnologia sem tornar-se tecnófilo. Vislumbro pontos de convergência entre a alfabetização científica e a aprendizagem significativa crítica e pressuponho que há uma relação intrínseca entre elas. Suponho que com as etapas propostas para este projeto, os alunos se alfabetizem cientificamente e que a aprendizagem significativa possa contribuir para aquisição desta alfabetização.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. O ENSINO DE CIÊNCIAS FRENTE AOS DOCUMENTOS LEGAIS

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) 9394/96, de acordo com o artigo 35, o ensino médio, etapa final da educação básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidades: **I**- a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos; **II** - a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade às novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores; **III** - o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico; **IV**- a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina. Portanto, o ensino médio se propõe a compreensão entre teoria e prática que possibilite a formação científica. Já a resolução nº 2 do Conselho Nacional da Educação (CNE) em seu artigo 5º estabelece como objetivo para o ensino médio a formação integral do estudante, tendo como princípios educativos e pedagógicos o trabalho e a pesquisa, norteados pela educação em direitos humanos, pelo princípio da sustentabilidade ambiental e pela indissociabilidade entre educação e prática social.

As Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica (DCNEB), apontam como pressupostos e fundamentos para um ensino médio de qualidade, o trabalho, a ciência, a tecnologia e a cultura, sendo o trabalho conceituado na sua perspectiva antropológica de transformação, como realização inerente ao ser humano e como mediação no processo de produção de sua existência. Sendo assim o trabalho é o ponto de partida para a produção do conhecimento e da cultura pelos grupos sociais. A ciência é conceituada como um conjunto de conhecimentos sistematizados, produzidos socialmente ao longo da histórica busca da compreensão e transformação da natureza e da sociedade, se expressa na forma de conceitos representativos das relações de forças determinadas e apreendidas da realidade. A tecnologia é vista como a transformação da ciência em força produtiva ou a mediação entre o conhecimento científico e a produção marcada desde a sua origem pelas relações sociais que levaram a ser produzidas e entende-se cultura como resultado do esforço coletivo tendo em vista conservar a vida

humana e consolidar uma organização produtiva da sociedade da qual resultam símbolos, expressões materiais, representações e significados que correspondem a valores éticos e estéticos que orientam as normas de convivência de uma sociedade. Segundo as DCNEB, estes pressupostos, trabalho, ciência, tecnologia e cultura devem fazer parte da prática educativa, pois em uma formação integral deve se apropriar não somente do conhecimento científico mas refletir sobre as transformações culturais e na forma produtiva advinda deste conhecimento. Ainda de acordo com as diretrizes curriculares da educação básica, os fundamentos de um ensino médio de qualidade social devem ter o trabalho como princípio educativo, a pesquisa como princípio pedagógico, o direito humano como princípio norteador e a sustentabilidade como meta universal.

Para as DCNEB, (Diretrizes Curriculares Nacional da Educação Básica)2013, a utilização do trabalho como princípio educativo equivale a dizer que o ser humano é produtor da sua realidade, que dela se apropria e pode transformá-la e que ainda é sujeito de sua realidade, o trabalho é a primeira mediação entre o homem a realidade material e social. A essa concepção de trabalho associa-se a concepção de ciência e tecnologia como conhecimentos produzidos, sistematizados e legitimados socialmente ao longo da história, como resultado de um processo empreendido pela humanidade na busca da compreensão e transformação dos fenômenos naturais e sociais. Nesse sentido, a ciência, conforme conceitos e métodos cuja objetividade permite a transmissão para diferentes gerações, ao mesmo tempo em que podem ser questionados e superados historicamente, no movimento permanente e desconstrução de novos conhecimentos. (Projeto ensino médio inovador, 2009, p.19).

DCNEB (2013, pág.163), a pesquisa como princípio educativo deve estar presente em todas as instituições de ensino pois a mesma motivada e orientada pelos professores, implica na identificação de uma dúvida ou problema, na seleção de fontes confiáveis, na interpretação e na elaboração destas informações e na organização e relato do conhecimento adquirido. A pesquisa propicia ao educando ao desenvolvimento do espírito científico que aponta a pesquisa como princípio pedagógico, como uma ferramenta de superação do descompasso que ora persiste nas escolas de forma geral. Aponta-se ainda este princípio como uma maneira de proporcionar ao meio escolar a prática de interdisciplinaridade, contextualização e meio de interação entre a comunidade escolar e a sociedade na qual a escola encontra-se inserida.

O Projeto Ensino Médio Inovador(ProEMI) dentre as dimensões de um currículo inovador, incorpora a metodologia da problematização como instrumento de incentivo a pesquisa, a curiosidade pelo inusitado e o desenvolvimento do espírito inventivo nas práticas didáticas; promover a aprendizagem criativa como processo de sistematização dos conhecimentos elaborados, como caminho de superação a mera memorização; articular teoria e prática, vinculada ao trabalho intelectual com atividades práticas experimentais;organizar os tempos e os espaços com ações efetivas de interdisciplinaridade e contextualização dos conhecimentos;promover a valorização da leitura em todos os campos de saber; desenvolver a capacidade de letramento dos alunos; fomentar o comportamento ético, como ponto de partida para o reconhecimento dos deveres e direitos da cidadania praticando um humanismo contemporâneo, pelo reconhecimento, respeito e acolhimento da identidade do outro e pela incorporação da solidariedade. (Projeto Ensino Médio Inovador,2009,p.19).

A resolução CNE/CEB(Conselho Nacional de Educação /Câmara de Educação Básica) nº3 em seu art. 10 aponta entre outras competências a serem desenvolvidas pelas ciências da natureza, matemática e suas tecnologias as seguintes: compreender as ciências como uma construção humana, entendendo como elas se desenvolvem por acumulação,continuidade ou ruptura de paradigmas relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade e entender a relação entre o desenvolvimento das ciências naturais e o desenvolvimento tecnológico associando as diferentes tecnologias aos problemas que se propuserem e se propõem a solucioná-los.O uso da história como recurso didático pode contribuir para o desenvolvimento das referidas habilidades e para a compreensão dos conceitos científicos possibilitando ao educando relacioná-la com diferentes áreas de conhecimentos.

2.2. OS DESAFIOS DO ENSINO DAS CIÊNCIAS

Para D'Ambrósio, ciência é:

Um corpus de conhecimento,organizado e hierarquizado de acordo com a complexidade e de generalidade, elaborado pelo homem na sua ânsia de desvendar a ordem cósmica e natural e de esclarecer o comportamento físico, emocional e psíquico do indivíduo e de outros: conhecer-me e conhecer-te (Mulazani,2009p.106).

Para Bachelard (1996),o primeiro obstáculo a ser vencido pela ciência é o senso comum que traz consigo esta atitude, como preconceito, idolatria e a opinião.

Afirma ainda que quando o conhecimento empírico se racionaliza, nunca se pode garantir que valores sensíveis primitivos não interfiram nos argumentos. De modo visível, pode-se reconhecer que a ideia científica muito usual fica carregada de um concreto psicológico pesado demais, que ela reúne inúmeras analogias, imagens, metáforas e perde aos poucos seu *vetor de abstração*, sua afiada ponta abstrata. Outro obstáculo a ser superado é a questão mitológica “o mito” relacionada a ciência e a tecnologia, que se desenvolve paralelo ao conhecimento científico como: a ciência como coisa de gênios, a ciência como redentora da humanidade, a ciência neutra, imparcial que não tem história, atemporal, apolítica e acultural. Ainda temos que vencer outro obstáculo que muitas vezes passamos para os nossos alunos que é a ciência como infalível nos métodos e de resultados exatos, como por exemplo, nas aulas de laboratório trabalhamos um método, uma receita e queremos chegar a um resultado exato, que não sofre interferência, que não há espaço para o questionamento, esquecemos do que afirma Bachelar, 1996, “*Para o espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído*”..

Construímos equivocadamente, em nossas salas de aulas, visões de uma ciência que se afasta notoriamente da forma como esta se constrói e evolui (McComas, 1988; Fernandes, 2000; Gil-Pérez et al, 2001, apud Antônio Cachapuz et al , 2014 pág. 36). A ciência é trabalhada na escola de forma ahistórica, neutra. A transposição didática largamente empregada no ensino das ciências consiste em abordar, teorias, hipóteses e descobertas de forma descontextualizada o que constitui um obstáculo pedagógico. A função do ensino de ciências nas escolas fundamental e média é aquela que permita ao aluno se apropriar da estrutura do conhecimento científico de seu potencial transformador garantindo uma visão abrangente quer do processo quer do produto (Demétrio Delizoicov, 2003 pág.69, apud, Antônio Cachapuz et al), a construção do conhecimento científico foi consolidado de forma estereotipada baseada em falsas concepções da ciência e da tecnologia, aceita socialmente. Estas falsas ideias têm sido transmitidas aos nossos educandos, são elas:

- I. Visão descontextualizada: a ciência é ensinada como sendo neutra, sem impactar o meio natural e social, sem a influência e interesse da sociedade, desconsiderando a relação Ciência – Tecnologia – Sociedade- Ambiente. A Tecnologia consiste em uma mera aplicação

da ciência. Para Delizoicov não podemos desprezar a relação da ciência e da tecnologia, seus impactos ambientais e social, custo benefício nos dias atuais e que a CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) deve estar presente no currículo escolar.

- II. Uma concepção individualista: o saber científico se constrói no isolamento, coisa de um gênio e que geralmente é do sexo masculino.
- III. Uma concepção empírica– indutivista e atórica– defende que a experimentação e observação são neutras, que a ciência é fruto da interpretação destes dados “puros”. A observação e a experimentação científica estão carregadas de uma competência previa (Hanson 1958 , apud Antônio Cachapuz et al , 2014 , pág.45).
- IV. Visão rígida, algorítmica, infalível: o método científico é visto como uma sequência bem definida, exatas, objetiva e infalível. É preciso reconhecer o caráter tentativo da ciência que se traduz em dúvida sistemática, em redefinições a procura de novas vias e deixando de lado a ciência como algo pronto, acabado e que portanto não cabe a nós professores e educandos questioná-la.(Cachapuz et al , 2014).
- V. Visão aproblemática, ahistórica: o conhecimento é trabalhado sem levar em conta as questões históricas envolvidas na construção do conhecimento e desconsidera os obstáculos a serem superados, é uma visão errônea entre a ciência e a tecnologia. Todo conhecimento é resposta a uma pergunta e não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído (Bachelard,1938).
- VI. Visão exclusivamente analítica: a análise tem seu papel no trabalho de forma incorreta no processo científico que exige tratamentos analíticos simples, artificiais. A história do pensamento científico é uma constante confirmação de que os avanços têm que ligar profundizando o conhecimento da realidade em campos definidos e esta profunização inicial permite chegar posteriormente a estabelecer laços entre campos aparentemente desligados (Gil-Pérez et al, 1991 apud Antônio Cachapuz et al, 2014 pág.47).
- VII. Visão acumulativa de crescimento linear – o desenvolvimento científico é trabalhado de uma forma acumulativa e linear, não leva em conta as

crises e remodelações de modelos, o desenvolvimento científico é ensinado e contribui para umavisão simplista, pois apresenta as teorias semmostrarosconfrontosentreasteoriasrivaisnemaoscomplexosprocessos de mudanças que incluem “as revoluções científicas (Kuhn , 1971, apud Antônio Cachapuz etal , 2014 pág. 47).

Para Gil e seus colaboradores, estas ideias devem ser evitadas na transposição didática. McComas etal (1998), Gil etal (2001), após analisarem oito documentos curriculares apontam tópicos que consideram importantes para a construção adequada da concepção de ciências pelos educandos: 1- O conhecimento científico, embora robusto, tem uma natureza conjectural; 2- O conhecimento científico depende fortemente, mas não inteiramente da observação da evidência experimental, de argumentos racionais e do ceticismo; 3- Não há uma única maneira de fazer ciência, e não há um método científico universal a ser seguido rigidamente; 4- A ciência é uma tentativa de explicar fenômenos naturais; 5- Leis e teorias cumprem papéis distintos na ciência e as teorias não se tornam leis, mesmo quando evidências adicionais se tornam disponíveis; 6-Pessoas de todas as culturas contribuem para a ciência; 7-Novos conhecimentos devem ser relatados abertamente e claramente; 8- A construção do conhecimento científico requer registros de dados apurados, crítica constante das evidências, das teorias, dos argumentos etc., pelas comunidades de pesquisadores e replicação dos estudos realizados; 9- Observações são dependentes de teorias de modo que não faz sentido pensar-se em uma coleta de dados livres de influências e expectativas teóricas; 10- Cientistas são criativos; 11- A história da ciência apresenta um caráter evolutivo e revolucionário; 12 -A ciência é parte de tradições sociais e culturais; 13- A ciência e a tecnologia impactam uma a outra; 14 - Ideias científicas são afetadas pelo meio social e histórico no qual são construídas.

(Cibele Celestino Silva, 2006, pág.7).

Encarar a ciência como um produto acabado confere ao conhecimento científico uma falsa simplicidade que se revela cada vez mais como uma barreira a qualquer construção, uma vez que contribui para formação de atitude ingênua frente à ciência. Ao encararmos os conteúdos de Ciências como óbvios, as diversas redes de construção edificadas para dar suporte as teorias sofisticadas apresentam-se como algo natural, portanto, de compreensão imediata (Luciane Mulazani dos Santos, 2010, p. 79).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, (PCNEM) ano 2002 afirmam que o ensino de Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias deve desenvolver a competência e a habilidade de intervir e analisar de forma crítica e prática do conhecimento científico e tecnológico disponível para o exercício pleno da cidadania, pois conhecer esta ferramenta não é uma prerrogativa dos especialistas. Concebem um conhecimento do mundo real, não disciplinar, mas interdisciplinar. Portanto, para compreender o mundo na sua complexidade devemos recorrer à interdisciplinaridade como uma ferramenta metodológica que contribui para a compreensão dos fenômenos ocorridos no mundo supondo que o novo modelo proposto para um dado problema seja mais completo e atenda melhor a realidade.

2.3. OS DESAFIOS DO ENSINO DE FÍSICA

As nossas primeiras concepções de mundo têm origem em nossas relações com a sociedade, do homem com outro homem e com a cultura, como afirma Paulo Freire “a leitura do mundo precede a leitura literária”, estas muitas vezes ingênuas e desprovidas de criticidade e que, Freire propõe a superação desta concepção ingênuas para uma concepção crítica, mas que esta não ocorra de forma impositiva e sim através do diálogo. O conhecimento popular (senso comum) e o conhecimento científico possuem relações e implicações pedagógicas no ensino de física, pois conceitos científicos trabalhados no ensino básico – Fundamental e Médio, são deixados de lado em prol do senso comum, por exemplo, o conceito de peso abordado no 1º ano do ensino médio, quando requisitado emanos subsequentes, a concepção que mais aparece é a de peso como sinônimo de massa.

Segundo D’Ambrósio (2010), a aquisição e produção do conhecimento e as transformações advindas desta são percebidas através de uma realidade individual, social, planetária e cósmica, sendo assim, o conhecimento se constrói atrelado a um contexto ambiental, natural e social. Neste contexto, o ensino de física não pode ser baseado em ditar fórmulas e definições acadêmicas, resolver problemas, mas através do diálogo entre os agentes envolvidos no processo e situações problematizadoras que mobilizem a inteligência em prol do conhecimento do mundo. Também não podemos conceber conhecimento popular como algo estático e que não sofra influência do conhecimento científico e este sobre ele, pois apesar de complexa esta relação é, na verdade, alimentada uma pela outra como afirma Bachelard, 1996, os argumentos sofrem

interferência do senso comum quando este conhecimento encontra-se amplamente difundido.

A física é, em si, simples, natural e fácil de entender. Conhecem-se os termos, conhecem-se os objetos. De modo natural, observamos e sentimos a maioria das coisas: a luz, o frio, o vento, o ar, a água, o fogo, a gravidade, a energia, a duração, etc., cada olhada é uma observação da natureza; cada operação de nossos sentidos e de nossas mãos é uma experiência. Todo mundo é um pouco físico, de acordo com o espírito mais ou menos aberto e capaz de um raciocínio natural ao passo que a geometria é toda abstrata e misteriosa em seu objeto e em seus procedimentos (Bachelard, 1996).

Nas reuniões de formação continuada com professores de física, das quais tenho participado, as queixas e as angústias dos professores são as mesmas. Os alunos não têm nenhum interesse em aprender física e com relação às suas dificuldades de aprendizagem, as justificativas apresentadas pelos professores são quase que unânimes “falta de base matemática e a questão de leitura e interpretação de texto”. Surge a velha pergunta: o que fazer? Repito várias vezes os conceitos e de faço e refaço as questões quantas vezes forem necessárias. Os professores acreditam que o espírito científico começa com uma aula que é sempre possível reconstruir uma cultura falha pela repetição de uma aula que se possa fazer entender uma demonstração, portanto repetem exaustivamente, ponto a ponto, esquecendo que ao entrar na sala de aula o aluno traz consigo a leitura de mundo construída na relação homem-historicidade-cultura, já sedimentados (Bachelard, 1996). Ou talvez ainda estamos presos a uma educação bancária, como afirma Paulo Freire em *Pedagogia do Oprimido*. Compete ao educador encher os educandos de falso saber, como vasos vazios, se contrapondo a prática problematizadora onde os educandos vão se desenvolvendo o seu poder de captação e de compreensão de mundo dinâmico que aparece nas suas relações. (*Pedagogia do Oprimido*, 2006, pág.82).

No atual ensino médio, a preocupação excessiva com a memorização de fatos e fórmulas matemáticas leva ao desinteresse de boa parte dos alunos com relação à ciência. Há, no entanto, aspectos atraentes da ciência que deveriam ser melhor explorados em aula. No caso de física, como tem sido salientado por muitos educadores, uma discussão conceitual da física contemporânea, tanto de seus aspectos mais contra-intuitivos quanto das aplicações tecnológicas visíveis despertariam melhor no aluno o

interesse pela ciência (Cibelle,1998, p. 42). O ensino de física além dos problemas da baixa formação acadêmica dos profissionais apresenta a questão da redução da quantidade de aula também pode-se elencar que a questão da física ainda está presa no século XIX e quando falamos na idade contemporânea estes fatos aparecem como fatos ilustrativos e sem conexões com o passado, o presente e muitos como uma perspectiva de futuro. Esquecemos as tecnologias disponíveis e as possíveis diante dos avanços científicos e tecnológicos e matematizamos física “transformando o conhecimento físico simplesmente em números e até os nossos experimentos, estamos mais preocupados com o resultado, em número, não há espaço para questionamento, não se busca uma aprendizagem crítica significativa e não aborda a física baseada em perguntas, modelos, metáforas e aproximações (Marcos Moreira, P.2).

Os Parâmetros para a Educação Básica do estado de Pernambuco, afirmam que a física deve contribuir para formação científica, histórica e humana que possibilite ao estudante a capacidade de participação crítica da vida social e que as escolas necessitam vencer o caráter linear e hierarquizado como vem sendo tratado o ensino de física e que precisamos incluir a física do século XIX que vem sendo usada de forma ilustrativa (parâmetros curriculares para o ensino de física, pág. 32). Para Luiz Carlos Menezes, discutir o ensino de física é pensar em equipar para a vida social neste século XXI, antecipando como será a vida econômica, cultural, ambiental, energética, o desenvolvimento tecnológico e a situação econômica, ou seja, a educação deverá desenvolver uma capacidade inventiva, criativa e pensamento crítico. A física da escola deste século fomentará a discussão sobre a vida no nosso planeta e fora dele, não só se preocupar com a formação de tecnólogos, mais de jornalistas, cineastas, filósofos e escritores. (Garcia ,2012).

“ o conhecimento físico, tanto do microcosmo como macrocosmo vem sendo ampliado em decorrência de rupturas como o conhecimento “senso comum”. Galileu e Newton iniciaram uma caminhada sem volta na representação e na interpretação dos fenômenos naturais. (Menezes , 2005)

Ainda os parâmetros para a educação básica do estado de Pernambuco – Física,2013, esclarecem que cabe a escola organizar o ensino da física de modo a possibilitar ao educando compreender e explorar os fenômenos físicos, recursos tecnológicos presentes no mundo e garantir vivências escolares que contribuam para a

formação de um novo espírito científico defendido, segundo Bachelard em, 1937, o que modifica a forma de ver os conceitos científicos até então imutáveis. O conhecimento da física deve estar voltado para a constituição de um saber significativo e de integração social que implica não somente em conhecer os princípios fundamentais da física, mas também saber como chegamos porque acreditamos neles, uma vez que o conhecimento científico sobre a natureza exige entender como a ciência funciona, permitindo avaliar as características e os limites desse saber. Para que isto ocorra é preciso abandonar o enfoque matemático excessivo, a memorização de fórmulas e a repetição de exercícios numéricos artificiais (Parâmetros Curriculares de Física do Ensino Médio, 2013)

Quando o ensino de física é planejado e executado a partir de leis e teorias já estruturadas e propondo problemas bem definidos cuja resolução é feita a partir de manipulação de fórmulas e símbolos com objetivo da substituição pura e simples dos conceitos espontâneos dos estudantes por teorias mais consistentes, do ponto de vista científico estamos realmente propondo uma aculturação científica. (Ana Maria Pessoa de Carvalho, 2011, pág. 21, Chevallard, apud Pietrecola, 2012), diz que um professor de física, pais, alunos e cientistas não devem ter dúvidas daquilo que é ensinado, estes devem ter status de verdade contemporânea ou ao menos histórico e que um saber a ser transposto deve ter uma atualidade moral e biológica. Por sua vez os conteúdos programáticos de ciências devem ser trabalhados de forma a refletir o caráter de verdade temporal, ou seja provisória. Pressuponho o desenvolvimento da física enquanto meio de desenvolvimento sócio cultural. Para Ambrósio, apud Mulazani, 2009, se faz ciência considerando os aspectos cultural, econômico, religioso, social e que o conhecimento se dá de maneira diferente em culturas diferentes e em épocas diferentes. Portanto a transposição didática do ensino de ciências perpassa por uma aprendizagem significativa e torna os educandos alfabetizados cientificamente.

2.4. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Nas literaturas que tratam do ensino de ciências, que buscam a formação do cidadão com habilidades de compreender os conceitos e aplicações do conhecimento científico e tecnológico e portanto capazes de usufruir de forma consciente, crítica e sustentável, nos deparamos com a expressão ALFABETIZACION CIENTÍFICA” originária dos autores da língua espanhola e “SCIENTIFIC LITERACY” para os de língua inglesa, para nós da língua portuguesa, nos deparamos com duas traduções

“Alfabetização Científica” e “Letramento Científico” este problema também é sentido por pesquisadores do tema como Gerard de Fourez, que chama a atenção da tradução de “Literacy” da expressão LITERACY TECHNOLOGICALAN SCIENTIFIC, onde a tradução é Letramento Tecnológico e Científico, que corresponde a habilidade para ler e escrever tecnologicamente e cientificamente de acordo com o Macmillian English dictionary- seconedition – 2007). As vezes o uso destes termos, alfabetização e letramento é feito sem as considerações sobre a natureza e as especificidades, levando em conta a natureza, a expressão alfabetização científica pressupõe um processo, ou seja um permanente desenvolvimento, enquanto letramento significa condição e um caráter terminal (Nilson Marcos Dias Garcia, 2012, pág. 127). Seja a transposição didática, a alfabetização ou o letramento é impossível que por detrás dos objetivos de ensino, não haja pressupostos sobre o sentido vital das ciências ou de seu ensino (Garcia, 2012).

Pesquisadores em ensino de ciências apontam a alfabetização científica como meio de propiciar a participação dos indivíduos da sociedade contemporânea, propõem que se deve partir da própria concepção de ciência como cultura, sendo assim possui suas próprias normas, valores e linguagem, o que permitem a entender o porquê das dificuldades dos educandos a se apropriarem desta cultura. A física ao ser apresentada em sala de aula, os alunos sentem-se como se estivessem em um país estranho, com uma língua totalmente desconhecida, pois “aprender ciência é aprender falar de ciência” (Lemke, 1997, apud, Carvalho, 2010). Entre normas das ciências está a sua linguagem argumentativa, obedecendo a uma estrutura particular, uma produção hipotética – dedutiva. A linguagem científica é uma linguagem que vai além da escrita e da oralidade tem todo arcabouço de matemático, estatístico através dos gráficos e tabelas e das figuras utilizadas (Lemke, Kressetal, apud Carvalho, 2010).

Para MAMEDE e ZIMMERMANN a alfabetização científica seria a aprendizagem dos conteúdos e da linguagem científica, porém se partirmos da perspectiva freiriana “a alfabetização é mais do que um simples domínio mecânico de técnicas de escrita e leitura. É o domínio dessas técnicas em termos conscientes, que implica numa auto formação que passa a resultar uma postura interferente do homem sobre o contexto. Segundo Shen (1975) o conhecimento científico pode abranger muitas coisas desde saber preparar uma refeição nutritiva até saber apreciar as leis físicas (Hazen & Trefil (1995, p. 12) definem esta visão como sendo conhecimento necessário para os debates públicos sobre as questões de ciência e tecnologia. De

acordo com Miller (1983), se partirmos simplesmente da palavra alfabetização iremos reduzir apenas a capacidade de ler e escrever porém há significado mais denso como o que estabelece relações com a cultura e erudição, ou seja um alfabetizado é um ser culto, erudito e ilustrado.

Shen, 2000, distingue por sua vez três de noções de alfabetização científica:

Alfabetização Científica é uma prática que está relacionada com às necessidades básicas humanas como alimentação, saúde e habitação. **Alfabetização Científica Cívica** teria como finalidade o ser mais atento às ciências. Desta forma tomaria as decisões mais fundamentadas cientificamente, capazes de interagir ativamente nesta sociedade cada vez mais tecnológica. A **alfabetização Científica Cultural** está ligada a quem deseja conhecer a ciência, que pensa sobre, que pesquisa sobre, enfim aprecia a ciência. Por sua vez Bybee no seu artigo *Achieving Scientific Literacy* classifica a alfabetização em três categorias: funcional que compreenderia o desenvolvimento da competência de ler e escrever usando textos com vocabulários científicos; a conceitual ou procedimental que espera que os alunos percebam a relação entre o experimento e as informações adquiridas e desenvolvidas por uma comunidade, na multidimensionalidade educando teria a competência de ler, escrever utilizando a linguagem adequada e compreender como a física se constrói, e quais são as suas relações com a tecnologia. Para Reid e Hodson (1993) uma educação para a cultura científica deveria conter conhecimento de ciências, aplicação do conhecimento científico, saberes e técnicas de ciências, resolução de problemas, interação com a tecnologia, questões sócio econômica – política e ética – morais das ciências e tecnologia, história e desenvolvimento das ciências e da tecnologia, estudo da natureza das ciências e prática científica. Para a Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE) defende três pontos para que os alunos possam dizer que estão culturalmente cientificamente. Estes pontos são: **processos científicos e habilidades**, onde o educando identifica as evidências ou explica as conclusões; **conceitos e conteúdos**, conhecimento científico e conceitual; **contexto**, situações nas quais o conhecimento científico é aplicado. Os mesmos pontos considerados no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), (Garcia, 2012).

Alguns autores fazem crítica à alfabetização científica como Shamos (1995) no seu livro *The Myth of Scientific Literacy* analisa a questão de “Ciências para todos” e Fensham em 2002 analisou o movimento de ciência para todos e as ideias iniciais sobre a alfabetização

científica. Para ele duas ideias as preconcebe: **A tese pragmática**, que considera que a sociedade está cada vez mais influenciada pelas ideias de produto da ciência e da tecnologia e que portanto os cidadãos se desenvolvem melhor ao conhecê-las, porém ela advoga que a maioria dos produtos tecnológicos não necessitam de conhecimento dos princípios científicos sobre os mesmos para utilizá-los. **A tese democrática** que considera que a sociedade que está alfabetizada cientificamente está em melhor situação na tomada de decisões em torno de problemas que envolvam problemas sócio científico-tecnológico. Para Fensham isto é uma ilusão, pois não leva em consideração a complexidade dos conceitos envolvidos. Ele é absolutamente irrealista acreditar que tal conhecimento seja adquirido, nem sequer nas melhores escolas. Estes argumentos levam estes autores a afirmarem que alfabetização científica é um mito irrealizável e causa gastos desnecessários, porém não propõe a renúncia da alfabetização científica e que esta não seja um componente essencial da humanidade, mas que faça parte de uma cultura geral sem que esta seja algo óbvio.

A tese democrática é justamente mais usada pelos defensores da alfabetização científica. Fourez, 1997; Beybee, 1997; De Boer, 2000 e Marcos também em 2000, afirmam que esta é componente básico para uma educação que busca o desenvolvimento da cidadania, ou seja trabalhar uma ciência para todos, pois diante da influência científica e tecnológica dos dias atuais é preciso que o homem tenha um mínimo conhecimento especializado, acessível a todos com abordagens globais e com considerações éticas para que os mesmos possam participar ativamente das tomadas de decisões. Compreende-se assim que, ao se adquirir profundo conhecimento especializado em um campo se garante uma tomada de decisão mais adequada, pois é preciso um conhecimento mais amplo para os defensores da alfabetização científica. A participação dos cidadãos na tomada de decisões é um fato positivo, este impede que as novas tecnologias sejam aplicadas de forma apressada sem dar conta das implicações e consequências das mesmas para a sociedade e tais participações exigem um mínimo de formação científica e compreensão de problemas e opções de soluções e que por sua vez não é falta de conhecimento sobre o mesmo, mas a falta de uma abordagem globalizada que contemple as possíveis consequências a curto, a médio e a longo prazo que dificultam a tomada acertada de decisões. (Hicks e Holdemem 1995, apud, Cachapuz). Afirma-se desta forma que, “se os estudantes têm de chegar a serem cidadãos responsáveis é preciso que lhes proporcionem oportunidades para analisar os problemas

globais que caracterizam essa situação de emergência planetária e considerar as possíveis soluções”.

“Para que um País esteja em condições de satisfazer as necessidades fundamentais da sua população, o ensino das ciências e da tecnologia é um imperativo estratégico. Como parte dessa educação científica e tecnologia, os estudantes deveriam aprender a resolver problemas concretos e a satisfazer as necessidades da sociedade, utilizando as suas competências e conhecimento científico e tecnológico” (Cachapuz ,etal ,2012).

Não é no silêncio que os homens se fazem, mas na palavra, no trabalho, na ação – reflexão (Freire, 2006). Freire se contrapõe a educação bancária, defendendo uma educação baseada no diálogo e na problematização e que ser alfabetizado não é simplesmente decodificar mecanicamente uma palavra, mas implica em uma auto formação e uma postura interferente do homem sobre seu contexto. Sendo assim, ser alfabetizado cientificamente, baseado em Fourez ,1994 ,consiste em utilizar conceitos científicos e integrar valores, sabendo tomar decisões responsáveis; compreender que a sociedade exerce controle sobre as ciências e as tecnologias (Cs e Ts), assim como essas refletem a sociedade; compreender que a sociedade exerce controle sobre as Cs e Ts por meio do viés das subvenções (apoio financeiro) que a elas concede; reconhecer os limites da utilidade das Cs e Ts para o progresso do bem-estar humano; reconhecer os principais conceitos, hipóteses e teorias científicas e é capaz de aplicá-los; apreciar as Cs e Ts pela estimulação intelectual que elas suscitam; compreender que a construção dos saberes científicos depende, ao mesmo tempo, de processos de pesquisas e de conceitos teóricos; fazer a distinção entre os resultados científicos e a opinião pessoal; reconhecer a origem da ciência e que o saber científico é provisório e sujeito a mudanças a depender do acúmulo de resultados; compreender a aplicação das tecnologias e as decisões implicadas nestas utilizações; possuir suficientes saber e inteligência para apreciar o valor da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico; extrair da formação científica uma visão de mundo mais rica e interessante; conhecer as fontes válidas de informação científica e tecnológica e recorrer a elas quando diante de situações de tomadas de decisões; ter uma certa compreensão da maneira como as Cs e Ts foram produzidas ao longo da história.

2.5. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA

Para Marcos Moreira no texto, GRANDES DESAFIOS PARA O ENSINO DA FÍSICA NA EDUCAÇÃO CONTEMPORÂNEA, um dos problemas do ensino de física, está na ausência de uma aprendizagem significativa crítica, em que permite ao sujeito formar parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela. Trata-se de uma perspectiva antropológica em relação às atividades de seu grupo social, que permite ao indivíduo participar de tais atividades, porém, ao mesmo tempo, reconhecer quando a realidade está se distanciando tanto que já não está sendo captada por parte do grupo. Uma das finalidades do ensino de física é a alfabetização científica. Como proporcionar esta alfabetização? Pressuponho que deva ser aprendizagem significativa. O ensino da leitura, da escrita e da palavra a que falte o exercício crítico da leitura e da releitura do mundo é cientificamente, politicamente e pedagogicamente capenga (Paulo Freire, 2006, p. 79). Moacir Gadotti acredita que a criação de um novo termo para designar o que Paulo Freire já obtinha em sua alfabetização é, assim como Emília Ferreiro defende, um “retrocesso conceitual”, uma supervalorização do que poderia ser chamada “cultura escrita”, desvalorizando a visão de Freire, pois alfabetização passa a ser simplesmente codificação e decodificação, mas, na realidade, em Paulo Freire se ultrapassa esta definição, sua visão é como leitura do mundo que precede a da palavra, visão crítica e que traz transformação (Edmilsa Santana Araújo et al, p.3). Uma aprendizagem significativa se caracteriza pela *interação* entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio. Nesse processo, que não é literal, não é arbitrário, o novo conhecimento adquire significados para o aprendiz e o conhecimento prévio fica mais rico, mais diferenciado, mais elaborado em relação aos significados já presentes e, sobretudo, mais estável, se contrapondo a uma aprendizagem mecânica, em que as informações são memorizadas de maneira arbitrária e literal. (David P. Ausubel, p.4).

David Ausubel propõe dois princípios programáticos da matéria de ensino: a organização sequencial como princípio a ser observado na programação dos conteúdos, observados, os princípios da diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. Outro princípio programático consiste na consolidação onde o conhecimento prévio é a variável e mais influente (Moreira, p. 6). Para a aprendizagem significativa crítica os princípios facilitadores delas são o conhecimento prévio, a interação social, o questionamento, a centralidade em livros didáticos, aprendiz como preceptor /representador, o conhecimento como linguagem; a consciência semântica, aprendizagem pelo erro, desaprendizagem, incerteza do conhecimento e da participação

ativa do aluno, o abandono da narrativa. (Moreira, p. 8-18).

Ao propor a construção da máquina térmica aos alunos do segundo ano da Escola de Referência em Ensino Médio de Timbaúba, parti do pressuposto que os educandos conheciam conceitos de física e conceitos técnicos e operacionais para construir a máquina. Possuíam conhecimento prévio para realizar o desafio proposto. Subsunsor (conhecimento prévio) que consiste em conhecimento existente na estrutura de conhecimento do indivíduo, que permita a dar significado a um novo conhecimento (Marcos Moreira. p. 6). Estes novos conhecimentos ancoraram nos conhecimentos prévios e atingiram um novo subsunsor, que passa a subordinar os conhecimentos anteriores, sendo a subordinação um tipo e forma de aprendizagens significativa mais comum. Os alunos desafiados, tinham visto no primeiro ano, os conceitos de conservação da energia mecânica e hidroestática, ao se deparar com a construção da máquina térmica, que envolve a primeira e a segunda lei da termodinâmica, perceberam que não tinham recursos tecnológicos e conhecimento técnico para fazer a máquina funcionar em ciclos completos, assim optaram pela construção do gerador termoelétrico, a princípio usando carvão como fonte de calor, posteriormente o grupo decidiu usar o bagaço por ser matéria prima abundante na região da mata norte do estado de Pernambuco.

Uma questão crucial para um aprendizado significativo que proporcione uma Alfabetização Científica na educação básica é a transposição didática dominante nas escolas deste país, atividades mecânicas, currículo recheado de conteúdos sem significação, aulas expositivas baseadas em relato de descoberta quase sempre pontual sem história e contexto, resolução de problemas matemáticos a partir de situações da física, química ou biologia. As aulas de práticas de laboratório são mais para fins ilustrativos do que para a construção de conceitos, e que os experimentos são realizados como experiência de culinária. Contemporaneidade é coisa para se vê no futuro e sendo assim compete aos docentes planejarem as atividades pedagógicas dos alunos mediante as interações adequadas que lhes permitam a apropriação do conhecimento científico, considerando seu produto, isto é, conceitos, teorias e modelos (Delizoicov, 2003).

2.6. GERADORESELÉTRICOS

O geradorelementar foi inventado por Michael Farafdy, na Inglaterra em 1831, que consistia m basicamente de uma eletroíma que se movimentava dentro de espiral,

provocando o aparecimento de uma força eletromotriz (f.e.m), este movimento constitui uma das formas necessárias ao aparecimento da tensão elétrica. A base física deste é a conversão eletromecânica de energia e a variação do fluxo magnético. Esta é base da conversão de energia mecânica em elétrica.

A geração de energia na sua grande maioria está atrelada a um gerador que consiste em um dispositivo que transforma uma forma de energia não elétrica em energia elétrica.

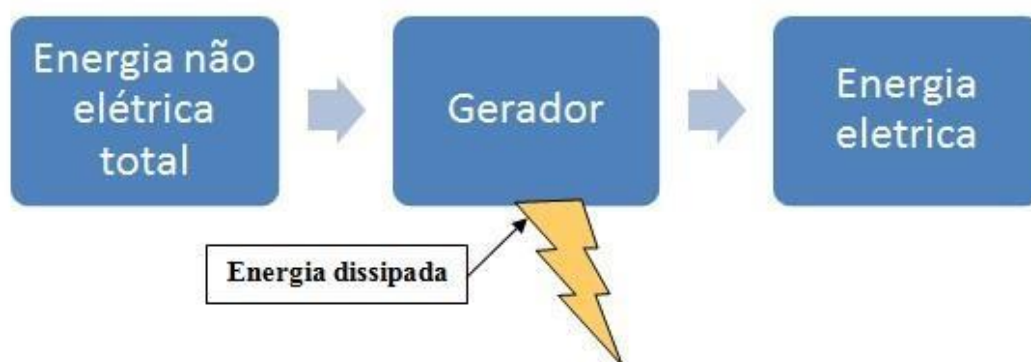


Fig. 1 – Esquema da transformação de energia não elétrica (térmica) em energia elétrica
Fonte : adaptado de <http://interna.coceducacao.com.br/ebook/pages/1438.htm>

De acordo com o tipo de energia não elétrica a ser transformada em elétrica este pode ser gerador químico, como as pilhas; gerador fotovoltaico, que usa a luz ou ainda o gerador mecânico ou eletrodinâmico como os utilizados nas usinas hidrelétricas, térmicas, nucleares etc. No caso do projeto, Construção de um gerador Termoelétrico tendo como combustível o bagaço de cana-de-açúcar: uma possibilidade de alfabetizar cientificamente. o gerador utilizado foi do tipo mecânico ou eletrodinâmico, tendo como fonte de calor e a biomassa do bagaço de cana e de corrente contínua.

Os geradores têm como função receber cargas que constituem a corrente elétrica em seu potencial mais baixo e entregar em seu potencial mais alto, fornecendo energia para o circuito. Esta diferença de potencial da fonte é originária de outra fonte de energia não elétrica. Um gerador apresenta duas características, a **força eletromotriz** (fem) que é própria de cada tipo de gerador, não estando ligada a diferença de potencial entre os terminais, e a **resistência interna** (r). Esta resistência está ligada a um determinado fator caso das pilhas estejam relacionadas à intensidade das reações químicas. A medida em que estas ocorrem os reagentes irão diminuir dificultando a continuidade das mesmas, no caso dos geradores mecânicos isto ocorre devido ao atrito entre as partes móveis

(Machado, p.97).

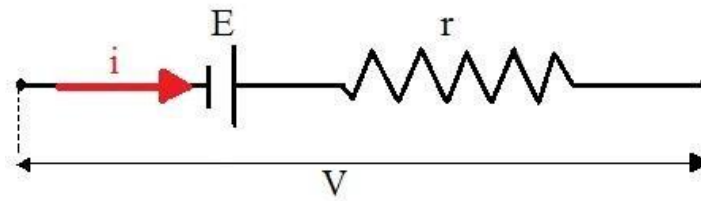


Fig.2: representação gráfica do gerador em circuito

Fonte: <http://www.mundoeducacao.com/fisica/resistores-geradores-receptores.htm>.

Os geradores são classificados em:

2.6.1. Gerador de corrente contínua

Consiste em uma máquina capaz de converter energia mecânica em energia elétrica ou energia elétrica em mecânica (motor). As principais partes do gerador são: Orotor (armadura), parte giratória da máquina montado sobre um eixo, sendo constituído do núcleo magnético; enrolamento da armadura; comutador e eixo; anel comutador, responsável pela inversão adequada das correntes; estator (parte fixa); escovas.

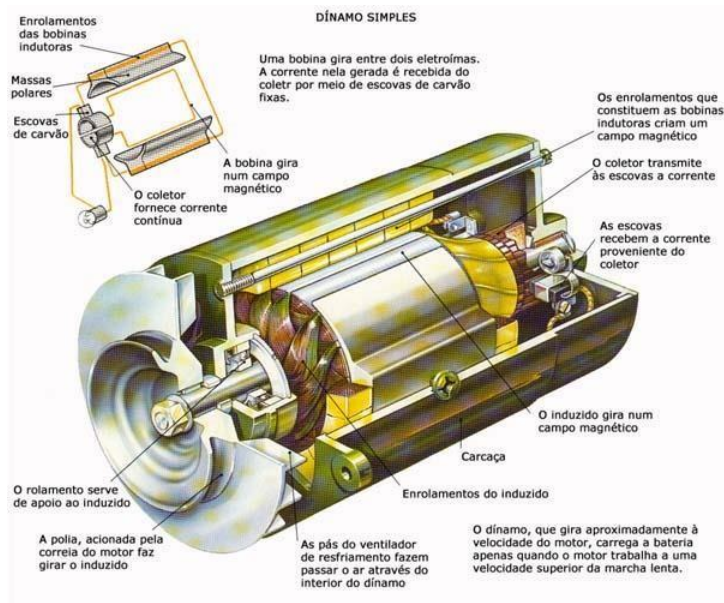


Fig 3-partes de um gerador de corrente contínua

<http://www.oficinaecia.com.br/bibliadocarro/imagens/a247.jpg>- data 25/11/15

Funcionamento dos geradores de corrente contínua

Em um gerador de corrente contínua, a energia mecânica é obtida pela aplicação de um torque e da rotação do eixo da máquina, através de uma fonte de energia mecânica

pode ser, por exemplo, uma turbina hidráulica, uma turbina eólica ou uma turbina térmica, cujo papel é produzir o movimento relativo entre os condutores elétricos dos enrolamentos de armadura e o campo magnético produzido pelo enrolamento de campo, provocando uma variação temporal da intensidade do mesmo, e assim pela lei de Faraday, induzir uma tensão entre os terminais do condutor.

Lei de Farady-Lenz

“a força eletromotriz média induzida no circuito durante um intervalo de tempo é dada por $\varepsilon_m = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ ” (Calçada, 2012) a

A contribuição fundamental de Heinrich Lenz foi à direção da força eletromotriz, representada pelo sinal negativo da fórmula.

Lei de Lenz

“O sentido da corrente induzida é tal que se opõe a variação de fluxo que a produziu” (Calçada, 2012).

A energia mecânica fornecida ao eixo, é armazenada no campo magnético da máquina para ser transmitida para alimentar alguma carga conectada à máquina. O estator é constituído de materiais ferromagnéticos. Quando aplicamos uma tensão nos terminais do enrolamento de campo da máquina temos uma intensificação dos campos magnéticos no mesmo ocorrendo à formação de pólos magnéticos, espalhados por toda a extensão do estator. Ao aplicar uma tensão no comutador, com a máquina parada, a tensão é transferida ao enrolamento da armadura fazendo com que se circule uma corrente pelo mesmo o que produz um campo magnético e outros pares de pólos no enrolamento da armadura. A orientação desse campo, ou seja, a posição do pólo norte e sul permanece fixa, surgindo uma tensão elétrica aplicada no enrolamento de campo no estator, ocorrendo a interação entre os campos magnéticos da armadura no rotor e do campo no estator, os mesmos tentarão se alinhar, ou seja, o pólo norte de um dos campos tentará se aproximar do pólo sul do outro. Como o eixo da máquina pode girar, caso os campos da armadura e do estator não estejam alinhados, surgindo um binário de forças, este produzirá um torque no eixo, fazendo o mesmo girar. Ao girar, o eixo gira o anel comutador que é montado sobre o ele, e ao girar o anel comutador muda o sentido de aplicação da tensão, o que faz com que a corrente circule no sentido contrário, mudando o sentido do campo magnético produzido. Quando gira o anel comutador muda a posição dos pólos magnéticos norte e sul do campo

da armadura e como o campo produzido pelo enrolamento de campo no estator fica fixo, temos novamente a produção do binário de forças que mantém a mudança dos pólos e consequentemente o movimento do eixo da máquina, causando as variações da FEM induzida na espiral, se a carga do gerador for puramente resistiva, a corrente que nela circula sofre variação idêntica. A polaridade da Fem induzida do gerador se mantém constante, mas o seu valor é variável o que faz com que a corrente que circula por uma carga resistiva seja contínua, porém pulsativa. (Bitencourt,2010)

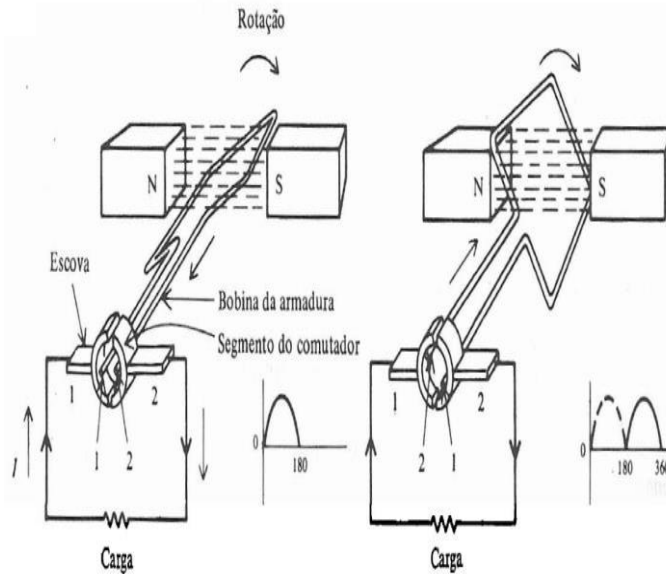


Fig4: princípio do funcionamento do gerador de corrente contínua
 Fonte :<http://www.ebah.com.br/gerado-de-corrente-continua-docx-a54374.html>

O processo de geração da fem pela espira móvel num campo magnético é igual para os geradores de corrente contínua e alternada, porém a ação dos coletores produz uma corrente contínua em ambos.

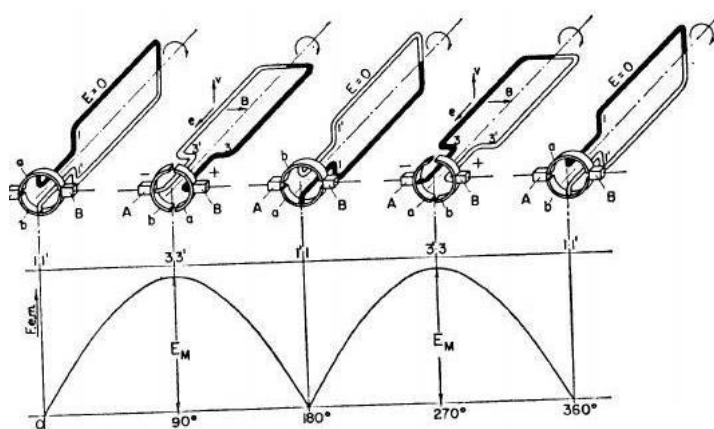


Fig. 5: Esquema de um gerador eletrodinâmico, com as respectivas corrente elétrica, nas diferentes posições 0° , 90° , 180° e 270° e 360°
 Fonte: Carlos Ferreira.

A espira na posição 0° e girando no sentido horário, mas as linhas de força não são cortadas pelos lados da bobina, e nenhuma FEM é gerada. Para 90° o fluxo está sendo cortado por uma razão máxima, e a força eletromotriz induzida é máxima. Quando a espiral encontra-se a 180° , linhas de fluxo não são cortadas, e a voltagem de saída é zero. Na posição 270° a ação do coletor inverte a corrente no circuito externo, e o segundo semiciclo tem a mesma forma de onda do primeiro. O processo de comutação é, às vezes, chamado de retificação, porque no processo de retificação a voltagem CA é transformada em voltagem CC.

2.6.2. Geradores de corrente alternada ou alternadores:

Quando uma espira está numa região onde há um campo magnético devido a esse movimento, o fluxo de através dessa espira varia, ocasionando uma corrente induzida que é alternada, isto é, o seu sentido muda periodicamente, desde que a velocidade angular ω da espira seja constante, tanto a corrente como a força eletromotriz induzida terão gráficos senoidal (Calçada, 2012).

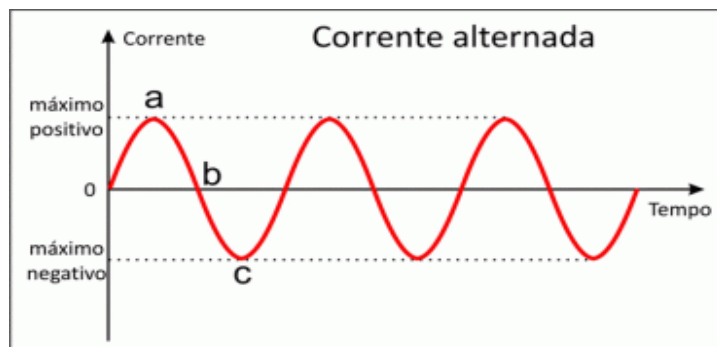


Gráfico1. gráfico da corrente alternada

Fonte: <http://athoselectronics.info/corrente-alternada-continua/> data 25/04/2016 , 21:00

2.6.3 Geradores de vapor

É um aparelho térmico que produz vapor a partir do aquecimento de um fluido, pode ser vários tipos. No caso do projeto, a pesquisa foi realizada tendo como base Caldeiras de Vapor questão os geradores de vapor mais simples, queimam algum tipo de combustível como fonte geradora de calor e no caso das usinas de açúcar o combustível é o bagaço e o fluido a água.

2.7. EQUAÇÕES PARA O GERADOR

Em um gerador a fem é constante, porém a diferença de potencial entre os terminais não é devido a resistência interna R_i , que não é constante e a transferência de energia para as cargas, logo ocorre um aumento do potencial quando as cargas positivas são deslocadas do polo positivo para o lado negativo. Uma parcela desta energia é transformada em calor pelo efeito Joule. A potência consumida pelo gerador é dada pela equação:

$$P_C = E_i I \quad (\text{eq1})$$

A potência útil transferida pelo gerador ao circuito externo é dada pela equação:

$$P = \Delta V I \quad (\text{eq2})$$

Enquanto a potência dissipada na resistência interna por efeito Joule é obtida pela equação:

$$P_d = R I^2 \quad (\text{eq 3})$$

A potência consumida pelo gerador é transformada em potência útil transferida para o circuito e em parte dissipada pela resistência elétrica é dada por

$$P_C = P + P_d \quad (\text{eq 4})$$

O rendimento de um gerador é a razão entre a potência útil fornecida por ele e a potência dissipada

$$\eta = \frac{P}{P_C} \quad (\text{eq 5})$$

Partindo das equações 1 e 2 temos que

$$\eta = \frac{\Delta V I}{E I} = \frac{\Delta V}{E} \quad (\text{eq 6})$$

A equação do gerador é o resultado da conservação da energia

$$U = E - r_i I \quad (\text{eq7})$$

2.8. – CICLOS TERMODINÂMICOS

2.8.1 PRIMEIRA E SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA

A máquina a vapor desenvolvida por Heron de Alexandria, por volta do ano 50 d.C., é considerada a primeira máquina térmica que se conhece. A máquina de Heron consistia em um globo contendo água fervendo e saindo por dois bocais, produzindo giros no globo, esta máquina ficou conhecida como a **Eolípila**. Leonardo da Vinci foi outro que usou vapor de água para produzir movimentos. Vários inventos importantes de da Vinci não foram executados por falta de equipamentos mecânicos capazes de produzir trabalho. Por volta de 1700, Thomas Savery cria um equipamento para retirar água das minas de carvão, porém possui partes móveis, mérito este atribuído ao inglês Thomas Newcomen que em 1698 cria a máquina a vapor, mais tarde aperfeiçoada pelo escocês James Watt, com a ajuda do cientista famoso, Joseph Black, ajudando ele a conhecer as propriedades do vapor da água, os dois fizeram alterações na máquina de Newcomen, sendo estas utilizadas para movimentar bombas que retiravam água das minas, passando posteriormente a serem usadas nas indústrias. É em torno do desempenho dessas máquinas que o engenheiro francês Sadi Carnot estabelece uma das mais importantes sistematizações da termodinâmica, delimitando a transformação de energia térmica (calor) em energia mecânica (trabalho), (Medina e Nisenbaum, p. 4). As máquinas térmicas tiveram importante papel na revolução industrial que ocorreu no final do século XVII, tendo como uma das principais características a substituição do trabalho artesanal pelo assalariado e com máquinas ocorridas entre os anos 1760 e 1830, mais tarde estas foram utilizadas para movimentar locomotivas e navios. No século XIX o calor foi reconhecido como energia e foi estabelecida a lei da conservação da máquina térmica (Calçada, 212).

2.8.1 Trabalho realizado por um gás

Para um sistema termodinâmico o trabalho realizado é definido como

$$W = \int_{V_i}^{V_f} P dv \text{ (eq 8)}$$

Onde:

P = pressão

V = volume

2.8.2 A PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA

A primeira lei da termodinâmica tem como base a lei da conservação da energia, esta foi estudada por vários cientistas entre eles Joule e Mayer, 1840. Ele admitia que diferentes formas de trabalhos poderiam ser transformadas em outra forma e com a dissipação na forma de calor pelo efeito Joule que reduz a energia mecânica do sistema, sendo assim a conservação da energia está atrelada a ausência de forças dissipativas.

Para todo sistema termodinâmico existe uma função característica denominada energia interna. A variação dessa energia interna entre dois estados quaisquer pode ser determinada pela diferença entre a quantidade de calor (Q) e o trabalho τ trocados com o meio externo (Helou; Newton; Gaultier, 2010, p.116).

A primeira lei da termodinâmica é matematicamente dada pela expressão

$$\Delta U = Q - \tau_{gás}$$

Onde

ΔU = Variação da Energia interna

Q = calor cedido ou recebido

$\tau_{gás}$ = trabalho realizado pelo sistema

Em um sistema termodinâmico os processos de transformação gasosa, podem ser:

Isotérmico: quando a temperatura é constante, neste caso.

$$\Delta U = 0 \quad e \quad Q = \tau$$

Isobárico: quando a pressão é constante, neste caso

$$\tau = P\Delta V \quad (\text{eq 10})$$

$$Q = \tau + \Delta U \quad (\text{eq 11})$$

Isovolumétrico: quando o volume é constante,

$$\Delta V = 0, \tau = 0 \quad e \quad Q = \Delta U$$

Adiabática: não há troca de calor a vizinhança, ou seja, não recebe e nem fornece calor, logo: $Q = \text{Nulo}$ implica que $\Delta U = \tau$

Cíclica: o sistema retorna ao estado inicial

Isentrópica: A entropia do sistema permanece constante, sendo assim as transformações reversível e adiabática são transformações desta natureza.

Estrangulamento

É um processo complementar que consiste em fazer um fluido em pressão constante e elevada atravessar uma parede porosa ou uma válvula de agulha ou de estrangulamento passando para uma região de pressão constante baixa sem que haja transmissão de calor. Este processo é de grande importância para as aplicações de vapor d'água e em refrigeração. (Carvalho, 2002, p.12).

2.8.3 SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA

A segunda lei da termodinâmica não contraria a lei da conservação da energia e sim apenas diz que é impossível que todo calor transferido seja utilizado para a realização de trabalho. A segunda lei da termodinâmica pode ser expressa por três formas: (Carvalho, 2002, p.13).

Carnot- É impossível atingir rendimento térmico igual a 1.

Clausius – É impossível transferir o calor de um corpo mais frio para um outro mais quente sem realizar trabalho.

Kelvin-Planck - É impossível para qualquer sistema operar em um ciclo termodinâmico e fornecer trabalho líquido para sua vizinhança trocando energia na forma de calor com um único reservatório térmico.

Esta lei ainda permite a determinação teórica e avaliação quantitativa dos fatores que impedem que o rendimento máximo seja alcançado observando-se os seguintes pontos:

- I. Predizem a direção do processo;
- II. Estabelecer as condições de equilíbrio;
- III. Determinam o melhor rendimento teórico dos ciclos, motores e outros dispositivos;
- IV. Avaliar os fatores que impedem o alcance do máximo rendimento;
- V. Definir uma escala termodinâmica, independente das propriedades da substância;
- VI. Desenvolver meios para avaliar as relações entre as propriedades

termodinâmicas, que são obtidas por meio experimental.

2.8.4. MAQUINA TÉRMICA-KELVIN-PLANCK

Consiste em um dispositivo contendo um substância operante em um recipiente, operando em ciclo, partindo do seu estado inicial recebe uma quantidade de calor (Q_1) de uma fonte em uma temperatura alta (T_1), realiza um certo trabalho(w), rejeitando um quantidade de calor (Q_2) para um reservatório a uma temperatura (T_2), retornando ao estado inicial. O rendimento de uma máquina térmica é definido como sendo razão entre o trabalho realizado durante um ciclo completo e o correspondente calor absorvido (Carlindo Vitorino,p.25)

$$n = \frac{W}{Q_1} \quad (\text{eq 13})$$

Segundo a primeira lei da termodinâmica temos que

$$Q_1 - Q_2 = \Delta E + W (\text{eq 14})$$

Como temos o trabalho em um ciclo completo, ou seja, o sistema retorna ao estado inicial, a variação de energia é zero ($\Delta E = 0$)

Logo:

$$Q_1 - Q_2 = W (\text{eq 15})$$

Substituindo a eq 15 na eq 13, temos que

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} (\text{eq 16})$$

É impossível uma máquina térmica operando em ciclo produzir como único efeito a conversão integral de calor em trabalho". O rendimento térmico das máquinas funciona baseando-se no ciclo de Carnot, tem o seu rendimento definido em função somente das temperaturas

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} (\text{eq 17})$$

Onde

η = Rendimento

T_1 = temperatura da fonte quente T_2 = temperatura da fonte fria

2.8.5. CICLOTÉRMICO

O ciclo termodinâmico, segundo Luiz Fernando Fiatte Carvalho, 2002, p.19, possui um fluido de trabalho que tem por finalidade transformar calor em trabalho e basicamente é constituído de quatro elementos (fig. 6)

- I. Caldeira - onde a substância trabalho recebe calor de combustão pela queima de um combustível, que no caso deste projeto é o bagaço de cana, que transformará a água em vapor.
- II. Turbina – onde o vapor queé gerado na caldeirase expande da alta pressão da caldeira até o condensador, no caso do projeto executado, ela está acoplada a um gerador mecânico “dínamo”.
- III. Bomba de água de alimentação de caldeira – eleva a pressão do condensador para reinjetar na caldeira para novamente ser transformado em vapor e assim completa ociclo.

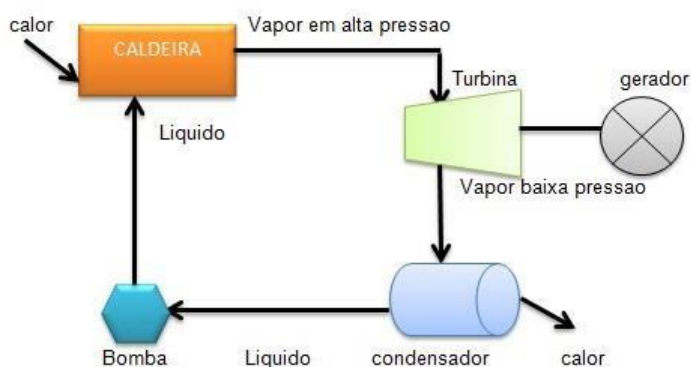


Fig 6: ciclo termodinâmico
Fonte :

2.8.5.1 Ciclo térmico Rankine

Consiste em um processo ciclo ideal, (Fiatte, 2002, p.19), sem perdas, onde temos um rendimento máximo que tende a uma máquina ideal. Os processos deste ciclo são:

- ✓ Isoentrópico - que ocorre na bomba(bombeamento)
- ✓ Isobárico -ocorre nas caldeiras (processo deaquecimento)
- ✓ Isoentrópico- ocorre nas turbinas
- ✓ Isobárico – ocorre no condensador (processo de resfriamento)

O funcionamento de ciclo termodinâmico Rankine funciona basicamente com estes quatro elementos: a bomba hidráulica (*pump*) e a turbina a vapor (*turbine*), que dividem o

sistema em zonas de alta e baixa pressão, a caldeira (*boiler*) e o condensador de vapor (*condenser*), que são responsáveis por fornecer e retirar energia do sistema na forma de calor.

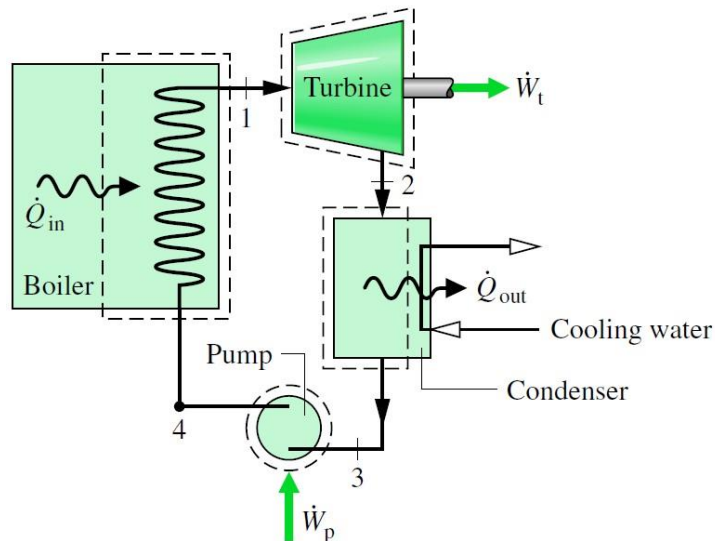


Figura 7: Planta geradora de potência simples a vapor.
Fonte: Moran e Shapiro (2006) apud Strobel.

O trabalho líquido para o ciclo Rankine será dado por : $W_{liq} = W_T - W_P$

ONDE

W_{liq} = trabalho líquido

W_T = trabalho produzindo pela turbina W_P = trabalho consumido pela bomba

Para o ciclo Rankine o rendimento é definido como:

$$\eta = \frac{W_{LIQ}}{q_H}$$

Onde:

q_H = calor fornecido pelas caldeiras

O ciclo de Carnot, tem rendimento superior ao ciclo Rankine, porém, o ciclo de Carnot não pode ser um modelo adequado para os ciclos de potência a vapor reais, ele não pode ser aproximado na prática, pois:

- I. Requer bombeamento de vapor mais líquido (processo 3^o-4^o);

- II. Requer superaquecimento com temperatura constante, ou seja, com expansão (processo 1-1'');
- III. Caso não utilize superaquecimento a turbina irá operar só com vapor úmido e com título baixo no final da expansão (processo 1-2).

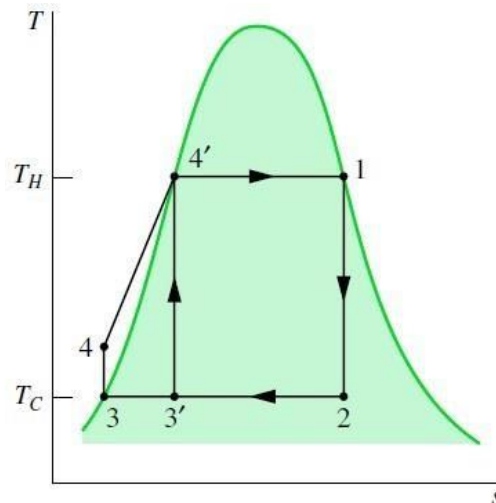


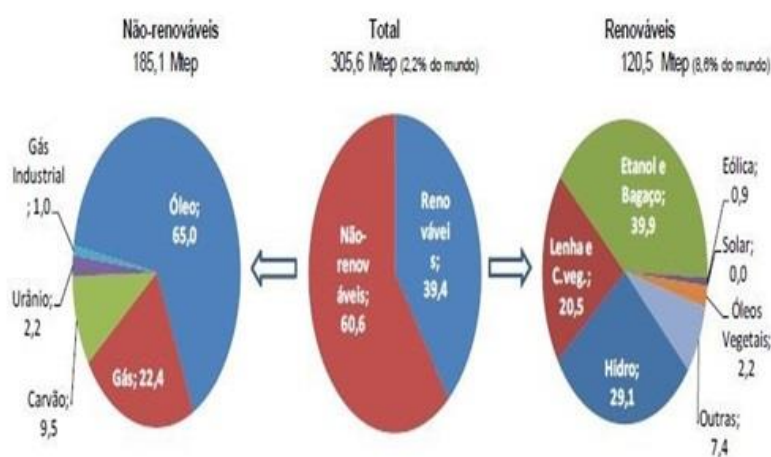
Gráfico 2 :Diagrama T-s - Ciclo Rankine ideal com superaquecimento
 Fonte: Moran e Shapiro (2006) apud Strobel.

O ciclo de Rankine pode ter seu rendimento melhorado pelo abaixamento da pressão do condensador, pelo aumento da pressão da caldeira e pelo superaquecimento do vapor. Entretanto, isto também aumenta o teor de umidade do vapor na extremidade de baixa pressão da turbina. Para superar este problema e tirar vantagem do aumento de rendimento com o uso de pressões mais altas, foi desenvolvido o ciclo com o reaquecimento, para tornar o ciclo viável, e necessário fazer modificações para tornar o ciclo compatível com os processos descritos abaixo:

- I. Processo 1–2: Expansão isentrópica do fluido de trabalho através da turbina, da condição de vapor saturado até a pressão do condensador;
- II. Processo 2-3: Rejeição de calor do fluido de trabalho pelo condensador até o estado de líquido saturado à pressão do condensador. Um sub-resfriamento é indesejável, visto a energia excedente retirada ter de ser novamente fornecida na caldeira;
- III. Processo 3-4: Compressão isentrópica na bomba até o estado de líquido comprimido à pressão da caldeira;
- IV. Processo 4-1: Transferência de calor para o fluido de trabalho na caldeira.

2.9. MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

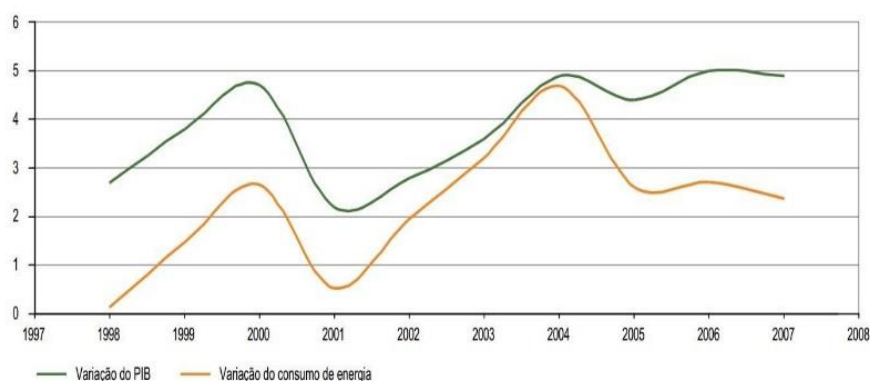
No decorrer do século XX o Brasil teve desenvolvimento econômico intenso repercutindo no aumento demanda de energia primária. Este aumento deve-se aos seguintes fatores: expressivo processo de industrialização, com a instalação de plantas energointensivas e a expansão demográfica, acompanhada de rápido aumento da taxa de urbanização. Em 2014, a oferta de energia interna (OIE) atingiu o montante de 305,6 milhões de tep, ou mtep (toneladas equivalentes de petróleo), 3,1% superior ao de 2013 (4,5% em 2013) e equivalente a 2,2% da energia mundial. Em 2014 e 2013, houve um pequeno decréscimo na participação das fontes renováveis, como resultado, principalmente, da retração da geração hidráulica e do baixo desempenho do consumo de lenha na produção de ferro-gusa. O agregado “outras renováveis” (eólica, biodiesel, etc), com desempenho de 19,5%, não foi suficiente para manter a participação das renováveis na OIE. As fontes renováveis passaram a uma participação de 39,4% na demanda total de energia de 2014, contra os 40,4% verificados em 2013, apesar desta reeducação a nossa vantagem em relação da matriz ao mundo, a nossa matriz ainda é a mais limpa em comparação ao mundo, pois enquanto na composição de nossa matriz 39,4% é de fonte renovável, nos países da OCDE é de 9,8% e a média mundial é de 13,8%.



Graf 3 – Matriz energetica brasileira
Fonte: BEN , 2015

O Brasil nestes últimos 10 anos teve um avanço no crescimento e desenvolvimento econômico, tendo como indicativo o crescimento do PIB, mais empresas se instalaram e as que existiam investiram, o que elevou o nosso produto interno bruto. Em consequência tivemos um maior crescimento econômico e também

um maior consumo de energia conforme gráfico 4. Houve também uma melhoria nos indicadores sociais como saúde, educação, padrão de vida, mais famílias ascenderam na classe social. Em 1993 tínhamos 45 milhões na classe C e passamos para 105 milhões de habitantes em 2011, conseqüentemente passaram a gastar mais com equipamentos eletrônico se a família brasileira passou a consumir mais energia levando o nosso sistema de energia a se tornar vulnerável devido a sobrecarga principalmente nos horários de piques, provocando apagões em algumas regiões. Além disso, as questões climáticas, poucas chuvas deixando os reservatórios das hidrelétricas em níveis muito baixos o que contribui para o aumento dos problemas, pois a energia proveniente do sistema hidráulico representa 80% do nosso suprimento de energia. (Atlas de energia elétrica no Brasil, 2008, p.39)



Graf. 4: Variação do PIB X variação no consumo de energia de 1998 a 2007

Fonte: Atlas de energia elétrica no Brasil, 2008, p.39

O uso de energia no Brasil começou a apresentar incrementos elevados a partir do término da 2ª Guerra Mundial, impulsionado pelo expressivo crescimento demográfico, por uma urbanização acelerada, pelo processo de industrialização e pela construção de uma infraestrutura de transporte rodoviário de característica energo-intensiva. Entre 1940 e 1950, para uma população de cerca de 41 milhões de habitantes, dos quais 69% se concentravam no meio rural, o consumo brasileiro de energia primária era de apenas 15 milhões de tep. Trinta anos depois, em 1970, para uma população de mais de 93 milhões de habitantes, o consumo de energia primária já se aproximava de 70 milhões de tep, valor quatro vezes maior. Mais trinta anos passados, no ano 2000, a população era quase o dobro, ultrapassando 170 milhões de habitantes e o consumo de energia se elevava a cerca de 190 milhões de tep, ou seja, um crescimento de quase três vezes mais (Tolmasquim, p. 4). Diante deste avanço de consumo tanto pelo processo de industrialização e da migração da zona rural para o centro urbano de expansão da oferta

de energia, houve uma necessidade da diversificação na matriz energética brasileira, nos anos 70 o petróleo e a lenha respondiam por 78% do consumo de energia, em 2000 o petróleo, a lenha e a hidráulica representam 74% do consumo de energia, já em 2005, quatro fontes, petróleo, lenha, hidráulica e os derivados da cana-de-açúcar, representavam 80,3% do consumo. Projeta-se para 2030 a participação de cinco fontes, a quatro elencadas em 2005 mais o gás natural, estas irão responder por 84,6%

Pesquisas da EPE (Empresa de Pesquisa e Energia) contidas no plano decenal de expansão apontam que o Brasil ainda terá uma grande contribuição da energia hídrica, porém há um indicativo do aumento da utilização da energia produzida a partir da queima do bagaço de cana para complementar a demanda energética. Convém ressaltar que a composição da matriz energética brasileira apresenta grande vantagem em relação ao mundo, por utilizar parcela significativa de energia limpa e renovável. Enquanto no Brasil há 45% de participação dessas fontes, no mundo a média é de 13% e, nos países ricos de apenas 6% (Revista Opiniões. Zimmerman, 2008). A perspectiva para 2030 é que as fontes renováveis, representem 46,6% na nossa matriz energética, superior aos 44,5% de 2005.

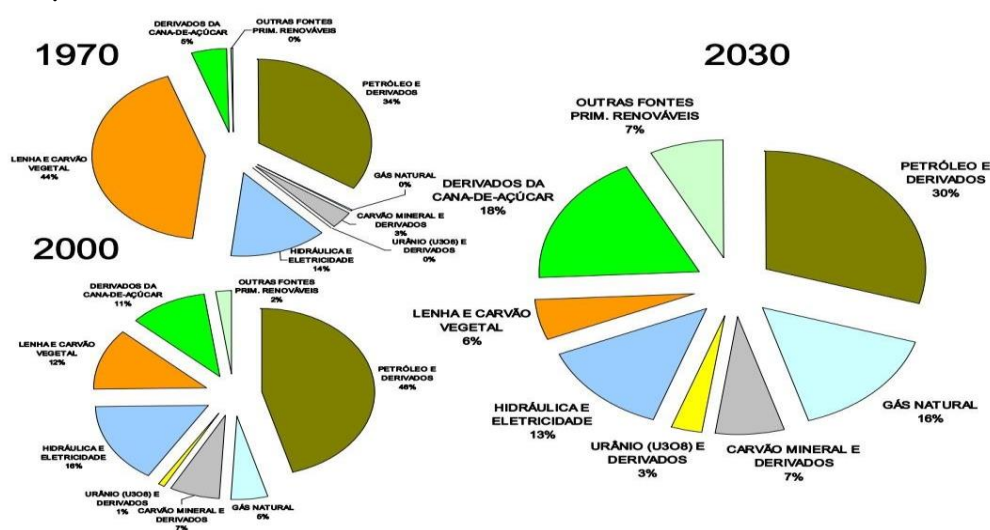


Gráfico5: Evolução da oferta de energia interna

Fonte : Revista brasileira de Energia

Destaque-se ainda a reversão da tendência de redução da participação das fontes renováveis na matriz energética brasileira. Em 1970 essa participação era superior a 58%, em virtude da predominância da lenha. Com a introdução de recursos energéticos mais eficientes, a participação das fontes renováveis caiu para 53% no ano 2000 e chegou

a 44,5% em 2005. Essa tendência deve se manter nos próximos anos, mas visualiza-se a possibilidade de reversão a partir de 2010(Mauricio T. Tolmasquim,2007,p.3).

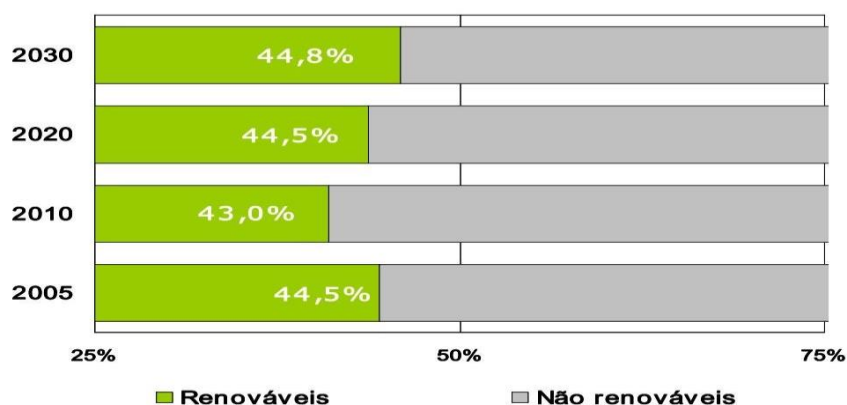


Gráfico 6: Evolução do uso de energia renováveis
 Fonte: Mauricio TiomnoTolmasquim, p.3

O Ministério de Minas e Energias (MME) prevê que até o fim de 2015 as energias renováveis correspondam a 42,5% de toda a matriz energética brasileira em 2015.

O destaque fica para o crescimento da participação das energias renováveis alternativas à geração hidrelétrica, como a eólica, a solar e a biomassa. Em dez anos, esse tipo de energia renovável cresceu 30%, passando de 2,8% de toda a oferta de energia interna em 2004 para 4,1% em 2014. O secretário de Planejamento Energético do MME, Altino Ventura, explica que esse cenário faz parte da política do Ministério de diversificação da matriz energética brasileira, que considera uma forma mais eficiente do uso de recursos naturais do planeta. “Essa composição de diferentes fontes faz com que o país tenha uma matriz mais limpa, porque ela tem uma participação pequena de emissões dos chamados gases de efeito estufa, que contribuem para as mudanças climáticas no planeta”, descreve (<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2015/11/energia-renovavel-representa-mais-de-42-da-matriz-energetica-brasileira>). O relatório do BEM (Balanço Energético Nacional), 2015, mostra que em 2014 a participação da energia renovável ainda é a maior do mundo, apesar da redução em decorrência da diminuição da oferta da energia hidráulica. Fontes renováveis representaram uma participação de 39,4%, sendo assim distribuídas 15,7% biomassa decana-de- açúcar, 11,5% hidráulica, 8,1% lenha e carvão , 4,1% lixo e outras fontes.

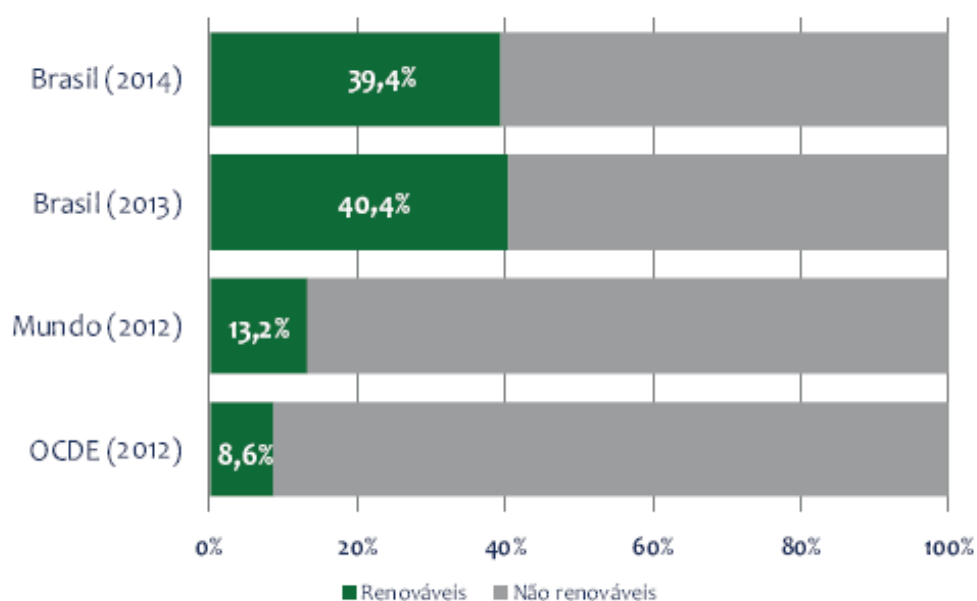


Gráfico7: da participação da fontes energética do Brasil em relação ao mundo
 Fonte: BEN ,ano 2015

“Por falta de sensibilidade política, má-fé ou burrice, desprezamos o ideal da independência energética ao negligenciar oportunidades construídas por várias geraçõesde brasileiros.“ (Maurilio Biag Filho, 2015)

Apesar da nossa matriz em relação ao mundo ter uma maior participação das fontes renováveis, necessitamos, porém é necessário investir em pesquisas para encontrar outras formas alternativas e renováveisde produção de energia e tornar as existentes economicamente viáveis, energia solar, por exemplo, apesar das nossas condições climáticas serem bastante favoráveis a este tipo de geração de energia, o seu custo é elevado devido ao preço das células fotovoltaicas, o que restringe o seu uso. A instalação de uma usina de biomassa com o bagaço da cana tem o preço estimado de R\$ 100 milhões. Um parque eólico com geração de 100 megawats (MW) fica em torno de R\$ 450 milhões.“Quanto aos empreendimentos de biomassa, principalmente a geração de excedentes com resíduos de cana, apesar das vantagens ambientais e estratégicas e do enorme potencial (mais de 10.000 MW), eles continuam, na sua maioria, sem se viabilizar. Sem incentivos e tendo que competir com a energia eólica subsidiada e comercializada a preços extremamente, baixos, suas perspectivas parecem reduzidas. A justificativa para tal procedimento é o de garantir essa “modicidade tarifária”, isto é, o preço mais baixo da energia produzida que, em tese, favoreceria as camadas mais pobres da população, o que é uma decisão política”(Goldemberg e Suani Teixeira Coelho,

2015). Há uma necessidade de investimento de curto prazo, pois o nosso sistema já emite sinais de exaustão, devido a recursos hídricos ameaçados. Falta água para produzir energia, temos diminuir dependência das hidrelétricas e aumentar a oferta de energia elétrica advinda de outras fontes. O Plano Decenal da EPE (Empresa de Pesquisa Energética) prevê que a capacidade instalada no Sistema Elétrico Interligado Nacional (SIN) deve evoluir de cerca de 110 GW de dezembro de 2010, para 171 GW de dezembro de 2020, com a priorização das fontes renováveis (hidráulica, eólica e biomassa). A geração eólica, neste panorama, será destaque, aumentando de 1% para 7% de participação em 2020. Com isso, a fatia de fontes renováveis se manterá em torno de 82% a 83% ao final do dodecênio.

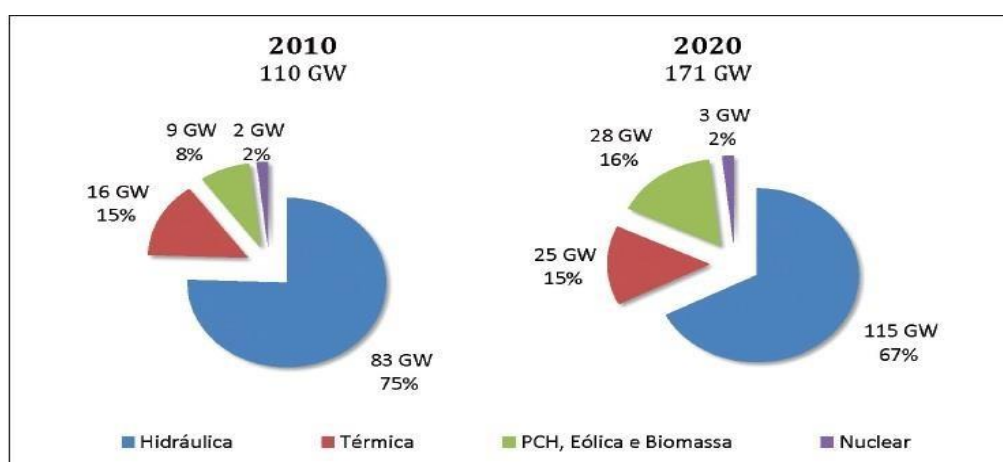


Gráfico 8: evolução da capacidade instalada

Fonte: EPE.

Segundo o Banco de Informações de Geração da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), em novembro de 2008 existiam 302 termoeletricas movidas a biomassa no país, que correspondem a um total de 5,7 mil MW (megawatts) instalados. Do total de usinas relacionadas, 13 são abastecidas por licor negro madeira (232 MW); três por biogás (45 MW); quatro por casca de arroz (21 MW) e 252 por bagaço de cana (4 mil MW). A cana-de-açúcar constitui recurso com grande potencial, dentre as fontes de biomassa, para geração de eletricidade existente no país, por meio da utilização do bagaço e da palha. A participação é importante não só para a diversificação da matriz elétrica, mas também porque a safra coincide com o período de estiagem na região Sudeste/Centro-Oeste, onde está concentrada a maior potência instalada em hidrelétricas do país. Com o modelo de energia aprovado pelo congresso em 2004, em que todas as energias tiveram certificação de energia firme e podendo participar de leilões, abre-se

uma nova perspectiva econômica para as usinas, “a venda de energia”. Em 2014 a oferta de energia chegou a 624,3 TWh, com um aumento de 2,1% em relação 2013. Destaca-se um aumento 85,6% da energia eólica, de 43,4% por óleo, e de 30,9% por lixo e outras renováveis. O gás natural e carvão, de sustentação do sistema interligado, cresceram 17,5% e 24,2%, respectivamente. Houve uma redução da oferta hidráulica, passando de 70,6% em 2013 para 65,2% em 2014, entre a energia de biomassa destaca-se a da cana-de-açúcar que teve um aumento de 8,1%.

3.1. ENERGIA DE BIOMASSA

Considera-se biomassa qualquer matéria orgânica de origem florestal, agrícola e rejeitos urbanos ou industrial que pode ser transformada em energia mecânica, térmica ou elétrica (Annel, p.67). Esta fonte de energia destaca-se pela sua facilidade de armazenamento, transporte e baixo custo de produção. De todas as fontes renováveis de energia existentes, a biomassa hoje se apresenta como sendo a mais expressiva, correspondendo a 15,7% da produção de energia renovável brasileira, no total de 39,4%, dados do Balanço Energético Nacional, (BEN, ano 2015).

A energia da biomassa está longe de atingir a capacidade máxima de aproveitamento segundo estudos Statistical Review of World Energy publicados em junho de 2008, pela BP Global a quantidade estimada de biomassa existente na Terra é da ordem de 1,8 trilhão de toneladas. Este volume, quando confrontado com o grau de eficiência das usinas em operação no mundo, no ano de 2005, aponta para uma capacidade de geração de 11 mil TWh por ano a longo prazo – ou mais da metade do total de energia elétrica produzida em 2007, que foi de 19,89 mil TWh, (Annel, p.69).

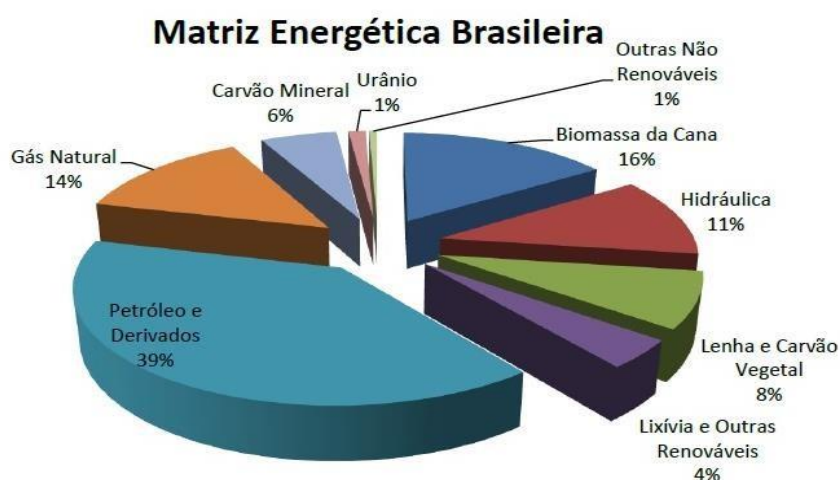


Gráfico 9 : Matriz energética do Brasil,

Fonte :BEN , 2015

3.2. ENERGIA DE BIOMASSA DE CANA-DE-ACÚÇAR

A cogeração é uma prática cada vez mais tradicional do setor sucoalcooleiro, sendo aplicada em várias partes do mundo. No Brasil, desde a instituição do Proálcool, parte significativa das usinas do ramo tornou-se autossuficiente em termos energéticos, passando a gerar toda a energia necessária para suprir sua demanda utilizando cada vez mais bagaço de cana-de-açúcar, que responde por 30% do conteúdo energético da cana moída, chegando a render excedentes que podem ser vendidos a rede.(BRINGHENTI., 2003, Apud, Rafael Prudêncio, p. 2).

A geração de energia, a partir do bagaço de cana não é prática atual, está presente e a cogeração nas indústrias sucoalcooleiras existe há décadas, e não é exclusividade do Brasil. Na revolução industrial havia presença da máquina a vapor. No Brasil, na década 80, a crise do petróleo elevou consideravelmente o valor da energia elétrica. Com a necessidade das usinas passarem a utilizar o vapor não só para movimentar as máquinas, mas para produzir energia elétrica para o consumo próprio, a novidade para este setor é a venda do excedente para o sistema elétrico nacional. O total da potência instalada nas unidades sucoalcooleiras do país, que mede a capacidade instantânea de geração elétrica, soma 5.615,3 megawatts. Desse total, o montante de 3.844,2 megawatts está localizado nas unidades que já se interligaram à rede geral e vendem energia e, 2.071,1 megawatts pertencem às instalações das unidades que ainda não fizeram as transformações necessárias em seus equipamentos e geram apenas para o próprio consumo. Os dados divulgados pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), o total da energia gerada no país no ano-civil de 2009 foi de 445,6 milhões de megawatts (445,6 terawatts). Ou seja, o montante gerado nas unidades sucoalcooleiras representam um percentual de 4,5% do total da geração nacional e a parcela comercializada na rede geral representa uma fração de apenas 1,65% daquele total. Essa pequena expressão atual indica que existe um imenso desafio a ser enfrentado para promover essa fonte a uma representatividade compatível (A Geração Termoelétrica com a Queimado Bagaço de Cana-de-Açúcar no

Brasil, 2011,p.33).

Para o diretor comercial da Renukado Brasil, a bioeletricidade tem um potencial enorme a oferecer. Projeções indicam uma capacidade geração equivalente a três usinas, Belo Monte por meio da modernização do parque instalado e da colheita mecanizada recolhendo a palha. Trata-se da folhagem da cana, que, anteriormente, era queimada ou deixada no solo das fazendas, mas que vem sendo trazida do campo por um número crescente de usinas. Aquino ainda afirma que outra vantagem da bioeletricidade que ocorre pela disponibilidade do seu combustível, bastante previsível e oportuna, pois a colheita e o processamento da cana são feitos sempre no período de estiagem, quando os recursos hídricos mais precisam ser poupados. E, ainda, com relação ao meio ambiente, a cogeração a partir de bagaço não aumenta a concentração de gás carbônico na atmosfera como fazem as termelétricas, nem agride vastas regiões de áreas nativas verdes, impacto comum dos grandes reservatórios. Acrescenta-se ainda a questão do custo da produção de energia pela térmica que utilizam o bagaço. pois enquanto a média de custo da energia gerada pela térmica que usam óleo é de R\$ 800,00/MWh, o custo das que utilizam bagaço é de R\$ 150,00/MWh. Destacam-se pontos positivos ao uso desta fonte como: o bagaço produzido equivale a uma hidroelétrica do porte de Itaipu; as usinas estão localizadas em regiões com grande consumo de energia, e com implantação desta se eliminariam questões como linhas de transmissão, subestações e perdas dos sistemas que hoje é superior a 16%. As usinas possuem engenharia, equipamentos e serviços 100% nacionais, em curto tempo de implantação do sistema de uma energia limpa e a consolidação da produção de energia pelas usinas e destilarias se obtém o “terceiro produto”. Entretanto, o sistema apresenta diversas dificuldades, como a demora para se conseguir financiamentos para os investimentos, incertezas quanto à real capacidade de absorção pelo mercado da energia gerada pelo setor canavieiro e quanto à suficiência do lucro para cobrir os custos operacionais e permitir a amortização dos investimentos. A possibilidade de o setor sucroalcooleiro aumentar a geração de energia elétrica e está ligada a questões como tipo de tecnologia e potência a serem instaladas; período de geração (na safra de cana ou o ano todo); a quem e de que forma vender o excedente de energia; fontes e condições para se viabilizar os novos investimentos; importância da nova atividade em relação às tradicionais açúcar e álcool; mudanças a serem feitas na lavoura canavieira, especialmente o aproveitamento da palha como fonte geradora

deenergia.

Segundo a resolução da ANEEL235/2006.

Art. 3º: Para os fins e efeitos desta Resolução são adotadas as terminologias e conceitos a seguir definidos: Cogeração: processooperado numa instalação específica para fins daprodução combinada das utilidades calor e energia mecânica, está geralmente convertida total ou parcialmente em energia elétrica, a partir da energia disponibilizada por uma fonte primária, observando que após a colheita da cana, esta é levada para a usina passando pelas moendas de onde é extraído o caldo de cana sendo a 1ª e 2ª moagem ricaem sacarose seguindo para a fabricação de açúcar, o caldo da 3ª moagem é utilizado para a produção de etanol, o que resta do produto é o bagaço que é encaminhado para alimentar as caldeiras, que realiza a queima,transformando a biomassa em energia térmicaqueaquece a água existente nas tubulações das caldeiras produzindo vapor em alta pressão. Este é transferido através de tubulações até uma turbina. O vapor se expande quando a pressão baixa, acionando um gerador que está ligado a turbina através de um eixo, produzindo energia elétrica. O vapor de escape é utilizado no processo de fabricação de álcoole açúcar caso tenha sobra, esta passa por um condensador no qual o calor é resfriado e transforma-se em líquido que é bombardeado até a caldeira iniciando o novo ciclo. Esta é a principal tecnologia de cogeração no setor sucoalcooleiro e o tradicional Ciclo Topping. Neste tipo de cogeração o calor é a principio utilizado pelo gerador e a sobra rejeitada é utilizada nos processos produtivos, (Thiago Chiericato,2010).

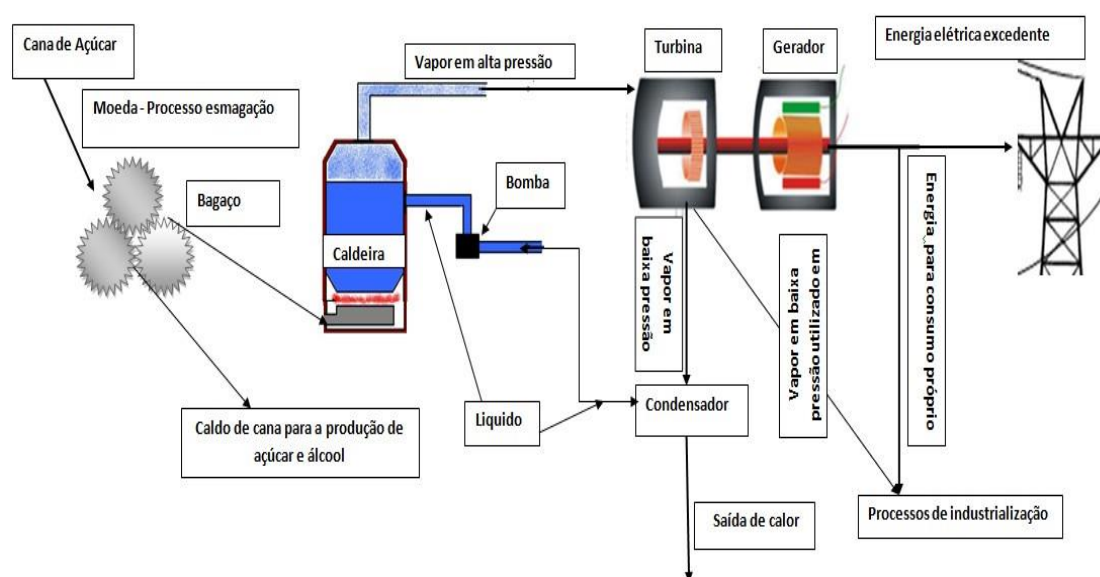


fig 13: Esquema de processo de geração de energia pelas usinas.
Fonte :adaptação de Luiz Gustavo Scartezini Rodrigues

De acordo com Pellegrini (2002), há duas tecnologias bastante empregadas nas indústrias de cana-de-açúcar para a geração de energia elétrica, o ciclo Rankine e o ciclo Brayton, estes dois constituem os ciclos termodinâmicos que equivalem a ciclos reais de máquinas térmicas

a) Ciclo Rankine– o calor é proveniente da combustão do bagaço para a produção de vapor é feito em caldeiras. A energia térmica acumulada em forma de calor é utilizada para o aquecimento de processos industrial e para a geração de energia, acionando a turbina a vapor acoplada ao gerador elétrico. O rendimento neste processo é de 30 a 35%. Este é o mais utilizado para o setor sucroalcooleiro.

b) Ciclo Brayton– Neste tipo de ciclo o ar atmosférico é succionado pelo compressor, onde é comprimido para uma alta pressão, o ar entra na câmara de combustão é misturado ao combustível e assim ocorre a combustão resultando em gases em alta temperatura. Os gases originários da combustão se expandem através da turbina e descarregam na atmosfera, o rendimento é de aproximadamente 35%.

c) Ciclo combinado – este é mais usado quando deseja produzir energia elétrica e térmica em quantidades variáveis, baseando-se nas potências dos ciclos Rankine e Brayton, seu rendimento é superior aos dos ciclos isolados e são apropriados para processos de cogeração onde a demanda de energia elétrica é superior a demanda de vapor.

Segundo Silva et al, (2007) o bagaço de cana tem sido produzido cada vez mais em quantidades maiores devido ao aumento da área plantada e da industrialização da cana-de-açúcar decorrente principalmente de investimentos públicos e privados na produção alcooleira. A melhoria do balanço energético das antigas usinas e a entrada de atividade de um número cada vez maior de destilarias autônomas aumentou a porcentagem de sobras, consideravelmente. O bagaço de cana é o resíduo agroindustrial obtido em maior quantidade no Brasil. Estima-se que a cada ano sejam produzidos de 5 a 12 milhões de toneladas desse material, correspondendo a cerca de 30% do total da cana moída. O cultivo da cana-de-açúcar ligado ao uso da biomassa dela proveniente para fins energéticos permite ao Brasil ocupar posição estratégica privilegiada no cenário nacional. A biomassa residual resultante do processo industrial das usinas sucroalcooleiras, em grande quantidade, integra-se favoravelmente ao processo de cogeração, que se constitui da produção simultânea e consequência de duas ou mais formas de energia a partir de um único combustível (GOGEN, 2008, Dantas, 2009, Prudêncio, 2011). A capacidade de produção de energia a partir da produção de açúcar e a e álcool representa hoje 2% da

demanda nacional, o que está longe da sua plena capacidade, devido a falta de incentivos em pesquisa e tecnologia que aproveitasse o bagaço ao máximo, pois grande parte da sua extração é desperdiçada. O potencial de cogeração de energia para 2012, com o aproveitamento de 50% do bagaço é de 9mil MW ou 8% da demanda nacional projetada (ÚNICA, 2011). De acordo com estimativas da Unica (União da Indústria de Cana-de-Açúcar de São Paulo), em 2020 a eletricidade produzida pelo setor poderá representar 15% da matriz brasileira, com a produção de 14.400 MW médios (ou produção média de MWh ao longo de um ano), considerando-se tanto o potencial energético da palha e do bagaço quanto a estimativa de produção da cana, que deverá dobrar em relação a 2008, e atingir 1 bilhão de toneladas. Segundo o Plano Nacional de Energia 2030, o maior potencial de produção de eletricidade encontra-se na região Sudeste, particularmente no Estado de São Paulo, e é estimado em 609,4 milhões de gigajoules (GJ) por ano. Na sequência estão Paraná (65,4 milhões de GJ anuais) e Minas Gerais (63,2 milhões de GJ anuais), (ATLAS ANEL-2008).

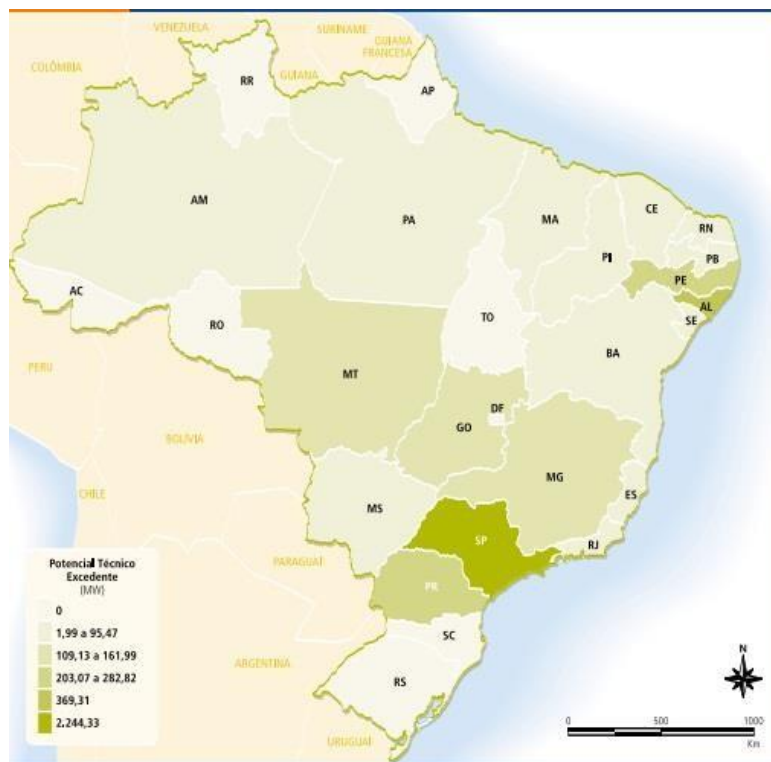


Fig 14. Potencial de geração de excedente de energia elétrica no setor sucroalcooleiro

Fonte :Aneel – biomassa

4. METODOLOGIA

A pesquisa terá como foco a contribuição da construção do gerador elétrico tendo como combustível o bagaço de cana-de-açúcar no desenvolvimento da alfabetização científica **junto aos** alunos do Ensino Médio, tendo como público alvo os alunos do 2º ano do ensino médio da Escola de Referência em Ensino Médio de Timbaúba, jurisdicionada a GRE Mata Norte, da Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco, projeto este construído a partir da situação sócio econômica da Mata Norte do Estado. O projeto proposto sobre construção do gerador elétrico tendo como combustível o bagaço da cana, do ponto de vista da forma de abordagem, envolve análise qualitativa, enquanto os seus objetivos, a explicativa e **se enquadra como o estudo de caso do ponto de vista dos objetivos.** **Pois envolve um estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento (Gil,2007).**

Uma pesquisa é considerada qualitativa quando requer uma dinâmica entre a teoria e as práticas do mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números, tendo a interpretação dos fenômenos e atribuição de significados básicos como elementos essenciais neste tipo de pesquisa (Silva e Menezes, 2005, p.20). O projeto envolve a observação dos aspectos objetivos e subjetivos, **observado** nas discussões do grupo e os pontos elencados pela **OCDE**. Quanto a alfabetização científica, envolve processos e habilidades, conceitos, conteúdos e contexto e quanto a construção do conceito de energia, a partir do princípio da conservação da energia mecânica, passando pelas leis da termodinâmica até a questão da energia elétrica.

A pesquisa explicativa, quanto ao objetivo, visa identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos, aprofundar o conhecimento da realidade para explicar o porquê das coisas. (GIL, 2007; VERGARA, 2004). Neste projeto, os alunos explicam os fenômenos térmicos e elétricos envolvidos na transformação da energia mecânica advindo do movimento da turbina até a sua transformação em elétrica no gerador.

4.1 - ETAPAS DO PROJETO

O projeto é constituído de quatro etapas: referencial teórico, turismo pedagógico, construção e experimentação do gerador, conversão e análise dos resultados , e a aplicação do material em sala de aula

4.1.2 DO REFERENCIALTEÓRICO

O estudo teve com objetivo compreender as bases da alfabetização científica que fundamenta a pesquisa e que pressupõem ser este um dos objetivos da ciência do século XXI. Esta permite ao educando se interessar e compreender a ciência como um requisito de inserção na sociedade contemporânea. A alfabetização científica requer que o indivíduo desenvolva competências e habilidades ao longo do processo ensino aprendizagem, como propõe a OCDE, é preciso conhecer os processos científicos, os conteúdos e conceitos e o contexto nos quais este são aplicados para estudo da aprendizagem significativa para entender com esta pode auxiliar na alfabetização científica. Estas foram descritas no item 3.3. onde recorri a base legal posta no item 3.1, para verificar como apontam as perspectivas para o ensino de física e das ciências da natureza. Diante do que se espera destas ciências, foram vistos os desafios que elas enfrentam, o que pode ser constatado no item 3.4 e especificamente a física, no item 3.5. Também se fez necessário a revisão de conceitos de física, como também os de geradores, leis da termodinâmica, matriz energética e cogeração de energia, haja vista que a compreensão dos conceitos da física, como apontam os PCN contribuem para formar cidadãos com uma formação de cultura científica efetiva, em que o indivíduo seja capaz de interpretar fatos e fenômenos e processos naturais ratificados pelas diretrizes curricularesnacional.

4.1.3 DA ENTREVISTA

A entrevista pode ser utilizada pelos pesquisadores como procedimento único ou auxiliar para a coleta de dados (BOGDAN, R. C.; BIKLEN, 2006 apud Manzini). No projeto, a entrevista foi um procedimento auxiliar, pois além dela recorri a coleta de dados na observação das discussões, acerca da construção do geradortérmico.

A entrevista foi realizada com 184 alunos do primeiro ao terceiro ano do ensino médiona Escola de Referência em Ensino Médio de Timbaúba (EREMT), com regime de tempo integral, tendo na sua matriz 4 aulas de física e uma de laboratório para o segundo

e terceiro ano. Para o primeiro ano temos 3 aulas e uma de laboratório na carga horária semanal. Os alunos têm idade entre 15 e 18 anos. A mesma entrevista também foi feita com 33 alunos na mesma faixa etária da escola anterior, do primeiro ao terceiro ano da escola Cel. Luiz Ignácio Pessoa de Mello(ECLIPM), que funciona em regime regular, sendo a carga horária de física de 2 aulas semanais. A entrevista constou de 3 perguntas e foi aplicada por professores das diversas áreas do conhecimento. Expliquei aos aplicadores qual o objetivo e como deveriam fazer a entrevista. A princípio deveriam explicar o porquê da entrevista e aos alunos e que os mesmos deveriam ficar a vontade que o sigilo seria assegurado e que o objetivo desta seria analisar os problemas quanto ao ensino de física e como os alunos queriam que fossem estas aulas.

A entrevista constou de 3 perguntas :

- 1) Você gosta de física ()sim () não
- 2) Porquê?
- 3) Que proposta você apresentaria para melhorar a qualidade das aulas da disciplina física?

4.1.4. DO DESAFIO

Após conversa com alunos do segundo ano do Ensino Médio da Escola de Referencia em Ensino Médio de Timbaúba, no momento em que trabalhávamos com as leis da termodinâmica, surgiu a ideia de construir uma máquina térmica e com as pesquisas realizadas pelos alunos, que acharam impossível construir a máquina, por não dispor de meios para completar o ciclo térmico. Um grupo de 20 alunos envolvendo alunos das 5 turmas do segundo ano propôs a construção do gerador elétrico, tendo como combustível o bagaço de cana por ser matéria prima abundante na região. Para subsidiar a construção do gerador realizei as seguintes ações: visita a uma usina de açúcar, onde os alunos tiveram a oportunidade de conhecer em loco o funcionamento da usina Olho D'Água deste a entrada de cana, passando pelas moenda, caldeiras, tubo gerador e laboratório. Na pesquisa da **literatura científica** os alunos recorreram a textos escritos e digitais e pesquisa na internet. Para a construção os recorreram aos estudos realizados no material encontrado bem como a visita a usina. A avaliação da aprendizagem foi feita através do processo de escuta das discussões. Neste ponto, a pesquisa, enquanto coleta de dados caracteriza-se como não participante, uma vez que o pesquisador presencia o fato, mas não participa.

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados foram analisados de forma quantitativa, a entrevista e de forma qualitativa como também as demais etapas do projeto.

5.1. DA ENTREVISTA

Os resultados obtidos estão expressos em forma discursiva e tendo o gráfico e tabela como forma auxiliar de representar os dados obtidos na questão 1, para questão os dados estão mostrados na forma discursiva separados por escola e por afinidade, para questão 3 os dados estão na forma descritiva comparativa.

Para a primeira questão: Você gosta de física?

Dos 184 alunos do EREMT que participaram, 98 alunos que disseram sim, que gostam de física, corresponde a 53,26% do total. Os 86 alunos que responderam que não gostam, representam 46,74%. Dos 33 alunos entrevistados da ECLIPM, 7 alunos que disseram sim, que gostam de física, representam 21,21%. Já o restante, 26 alunos, disseram que não gostam de física o que representa 78,79%. Gráfico:

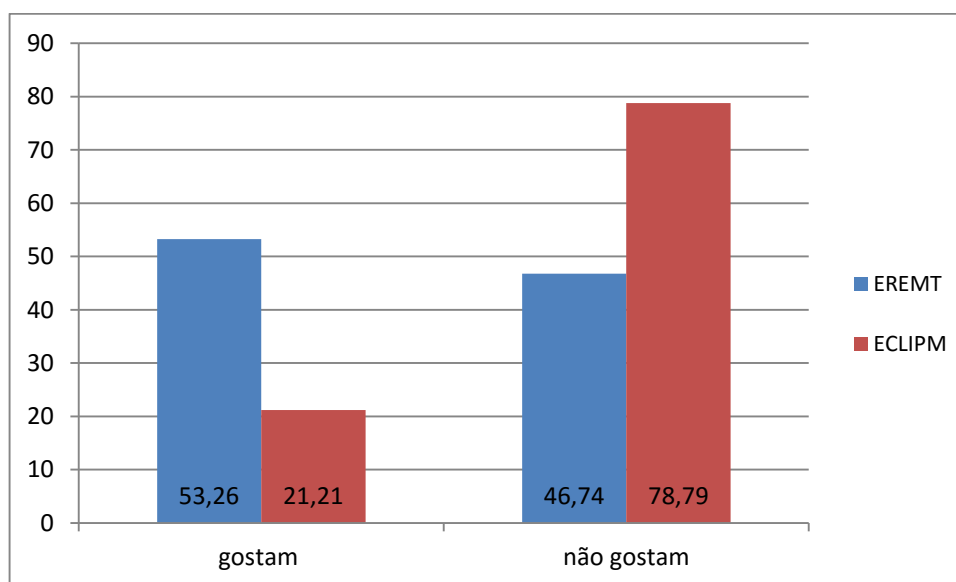


Gráfico 10: gráfico dos alunos da sobre os alunos que gostam ou não de física das escolas EREMT e ECLIPM

Fonte: própria

Marcos Moreira, no texto desafios da física, aponta como um dos problemas a quantidade de aulas destinadas a esta disciplina. Verifica-se portanto, uma acentuada diferença dos alunos que gostam de física para a escola de tempo integral onde esta possui 4 aulas para o primeiro ano e 5 aulas para os segundo e terceiro ano do ensino médio. Em contrapartida, a escola regular tem em sua matriz curricular 2 aulas. Redução média de 50% , no quantitativo de aula traz sérias implicações ao ensino de física, que por falta de tempo o professor do ensino regular se limita na maioria das vezes a dar conceitos e resolver exercícios, matematizando a física. O professor da educação integral tem **mais** condições no que se refere ao “tempo” de explorar melhor os conceitos e trabalhar o belo da física, que não reside na resolução de problemas físico-matemáticos e sim na sua aplicabilidade em diferentes campos da vida e de suas explicações para o mundo contemporâneo. Para Menezes, 2005 – apud Parâmetros de Pernambuco, as modernas teorias da física têm servido de suporte para a produção de conhecimento em um novo panorama científico e permitem leituras mais diferentes das explicações espontâneas daquilo que é imediatamente percebido pelos sentidos. É muito mais difícil agir e compreender o cotidiano atuando sem conhecimento especializado, sendo necessária a incorporação de bases científicas para o pleno entendimento do mundo que nos cerca.

Para a segunda questão, os alunos tiveram que justificar as razões porque gostam ou porque não gostam da Física

O ensino de física possui uma característica apontada por grande parte dos alunos, se ser difícil compreensão, pois complexos são os próprios fenômenos dos quais se ocupa essa ciência. Isso pode ser um ponto de dificuldade para os professores responsáveis por essa disciplina. É preciso ir além da simples memorização de formulas, definições e conceitos, atitudes que podem tornar a ciência sem significado (Mulazani , 2009, p. 79).

TABELA 1. MOTIVOS PROQUE GOSTAM

MOTIVOS	EREMT	ECLIPM
Pelos cálculos	45	2
Por ser interessante	8	2
Por conta do vestibular	4	0
Pelas explicações do universo, natureza e aplicações do dia – a - dia.	38	1
Pela profissão que quer seguir	2	
Para aprender outras coisas	0	2

TABELA 2. MOTIVOS PROQUE NÃO GOSTAM

MOTIVOS	EREMT	ECLIPM
Pelos cálculos	48	8
Pela complexidade /compreensão	16	0
Compreensão	12	6
Por não identificar com exatas	5	0
Por conta do professor	2	3
Por não ver finalidade na vida	2	0
Por ter dificuldade de aprender	0	5
Por não ter experimento	0	3
Não sabe	1	1

Um dado interessante está relacionado ao fato gostar ou não, para as duas escolas o problema reside na questão da matemática, ou seja, os alunos gostam de física ou de matemática? A mesma coisa no sentido inverso, o que reforça a ideia matematização da física no ensino médio. Segundo Bachelard a experiência e conceitos matemáticos são complementares na compreensão dos conceitos físicos e que o papel da matemática na física contemporânea supera, de modo singular, a simples descrição geométrica. O matematismo já não é descritivo e sim formador. A ciência da realidade já não se contenta com o *como* fenomenológico; ela procura o *porquê* matemático. Sendo assim a matemática não é a única ferramenta de compreensão destes conceitos, 38,7% dos alunos da EREMT atribuem no que se refere o gostar da física em decorrência de suas explicações dadas aos fenômenos da natureza e a sua aplicabilidade nas questões cotidianas mesmo os que não gostam, apenas 2 alunos, o que representa 2,3 % dos que não gostam não veem sentido no ensino de física , preocupante quando os alunos da ECLIPM , não vee nenhuma relação da física com a sociedade, apenas dizem que ela explica o inexplicável. O alfabetizado cientificamente, assim como um cientista, não precisa saber tudo sobre as ciências, mas deve ter conhecimentos suficientes de vários de seus campos e saber sobre como esses estudos se transformam em adventos para a sociedade, no sentido de compreender de que deste modo tais conhecimentos podem afetar sua vida e a do planeta. O foco deixa de estar somente no ensino de conceitos e métodos das ciências, mas também sobre a natureza delas e suas implicações mútuas com a sociedade e o ambiente (Sasseron e Souza, 2012, p. 596). 5 alunos apontam a questão de ordem da individualidade como não consegue compreender ou tem dificuldade de aprendizagem, para Bachelard, ao se procurarem as condições psicológicas

do progresso da ciência, logo se chega à convicção de que *é em termos de obstáculos que o problema do conhecimento científico deve ser colocado*. E não se trata de considerar obstáculos externos, como a complexidade e a fugacidade dos fenômenos, nem de incriminar a fragilidade dos sentidos e do espírito humano, é no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem por uma espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos. O conhecimento do real é luz que sempre projeta algumas sombras. Nunca é imediato e pleno. As revelações do real são recorrentes. O real nunca é "o que se poderia achar" mas é sempre o que se deveria ter pensado.

Outro ponto a ser considerado é a forma da transposição didática, onde o aluno fala da complexidade e da dificuldade de compreendê-la (a física), de que forma podemos melhorar a nossa linguagem de maneira a torná-la mais acessível aos nossos alunos, A ciência tem linguagem própria, aprender ciência e falar de ciência é se expressar na forma escrita e oral, (Soares, 2003, apud Martins, 2012, p. 134). Na ciência se encontra uma valorização na escrita sob a oralidade que acaba se confrontado com parâmetros e ideias de alfabetização científica adequada, e que é preciso desenvolver estratégias de valorizar as duas formas de produção (Saviane , 1992 – apud Cibele, 2006 p. 104), Não devemos trabalhar o conteúdo pelo conteúdo, mas procurar um sentido prático para o conhecimento científico, ou seja uma aplicação na sociedade ou na natureza que possa ser vivenciada pelo professor e pelo aluno e dessa forma abordar o conhecimento clássico de forma significativa.

Três alunos da ECLPM citam a falta de experimento, o mais interessante e que nesta escola tem um laboratório montado e ao perguntar a professora por que não utiliza a resposta foi a formação que não houve apesar deste esta montado a mais de dois anos, outro fato e dizer que não me identifico com as exatas, mas o que justifica esta não identificação , será que que não foi a forma como as matérias ditadas de cálculos são trabalhadas ao longo da educação básica? E sabido que estas disciplinas ao longo do processo e trabalhada trás consigo a marca dos altos índices de reprovação. Trabalhamos a física dizendo ela e exata não há aproximação. Nas correções de teste se desenvolveu todo o processo ,mas o resultado não e aquele esperado ,tudo esta perdido, não tem valor. No ensino de física a transposição didática tem o mesmo foco o calculo pelo calculo, as correções seguem os mesmos passos, o que torna a física segundo expressão dos alunos calculosa, Mórvida, irada, sem noção e chata.

A terceira questão solicitou que os alunos apresentassem sugestões para melhoria do ensino de física

TABELA 3: SUGESTÕES METODOLÓGICAS DOS ALUNOS QUE GOSTAM DE FÍSICA

Sugestões para as aulas de física	EREMT	ECLIPM
Mas dinâmica	33	1
Aulas com experiências / laboratório	50	2
Aulas com robótica	4	0
Capacitar os professores para usar recursos tecnológico	4	4
Mais exercício com definição	1	0
Tornar a linguagem mas acessível	1	0
Excursões pedagógicas	1	0
Não opinou	2	0

TABELA 4: SUGESTÕES METODOLÓGICAS DOS ALUNOS QUE NÃO GOSTAM DE FÍSICA

Sugestões para as aulas de física	EREMT	ECLIPM
Mas dinâmica	35	7
Aulas com experiências / laboratório	17	5
Aulas com robótica	1	
Capacitar os professores para usar recursos tecnológico / transposição didática	15	6
Menos calculo mais teoria	6	2
Usar mais o livro	1	0
Implantar física deste as series iniciais	1	0
A turma se comportar melhor	1	1
Não tem o que melhorar	5	1
Excursões pedagógicas	1	0
Mais tempo com conteúdo/mais aula	2	3
Não opinou	1	1

Um fato chama atenção esta na dinâmica empregada no trado da disciplina física, a grande maioria dos alunos indicam que é preciso dinamizar as aulas utilizando musica, filmes, simulações, entre outros recursos , a se salientar também como estas são usadas , aulas expositivas com slides , pensando que esta motivando pode ter efeito

contrário, de Para os alunos ressalta, também importância da experimentação, pois os que gostam e os que não gostam apontam esta prática como uma ferramenta para a melhoria do ensino de física, mas vale ressaltar que esta prática experimental em que os estudantes executam tarefas sem saber onde caminham e que respostas não de dar, é a que parece que os conhecimentos surgem de forma natural, e óbvio sem que haja um questionamento e tem uma resposta natural, esta é a pior maneira de usar esta prática, (Cachapuz, 2014, P. 23), sem interrogação não pode haver conhecimento científico, nada evidente, nada é dado, tudo é construído, (Bachelard, 1991, apud Cachapuz, 2014, p. 73). Para que possamos melhorar esta situação do ensino de física, não basta só considerar o papel das mediações da aprendizagem na forma de texto ou de interações nos espaços formais e não formais e também a dinâmica discursiva na perspectiva da alfabetização científica é promover a formação específica do professor para que este possa indicar caminhos a serem percorridos, o que deve ser feito e como buscar as informações necessárias para construir o conhecimento. O tempo pedagógico aparece nas duas escolas, a ECLIPM pede mais aulas de física, alegam que duas aulas é insuficiente para que aprendam os conteúdos, mas mesmo a EREMT, com 5 aulas semanais, fala da questão do tempo mais agora a fala e do tempo para cada conteúdo, que na ânsia de vivenciar o que está posto no parâmetros de curriculares, os professores de física avançam muitas vezes sem verificar se houve ou não aprendizagem.

Física destes as séries iniciais, solicitado por um aluno merece uma reflexão. , passamos até o oitavo ano falando em ciências e apenas no nono ano surge como no passe de magia “a física” como se em nenhum momento da vivência escolar ou na nossa vida tivéssemos visto ou se utilizado desta ciência, e a ruptura causa traumas na vida estudantil e o pior a física trabalhada e a do século XVII, com adolescente convivendo com a física contemporânea. Um ponto já discutido mais retoma nas solicitações dos alunos a questão da quantificação da física, que pede mais teoria e menos cálculo. A ECLIPM, não cita a robótica porque a escola não foi contemplada com os Kits de Legos Zoom. quando citam a questão do comportamento da turma como motivo do aprendizado, questiono se este já não é decorrência da forma como se faz a transposição de didática, pois se dinamismo e prática de laboratório são indicações de metodologia unânime pelas duas escolas, pelos que gostam e não gostam, indica que os alunos querem fazer – refletir - refazer e conseqüentemente construir o conhecimento mais de forma participativa e não como meros espectadores.

5.2 VISITA A USINA OLHO D' ÁGUA

Os estudantes desenvolvem em suas vivências fora da escola uma série de explicações acerca dos fenômenos naturais e dos produtos tecnológicos, que podem ter uma lógica diferente da lógica das Ciências Naturais, embora, às vezes ela se assemelhe. De alguma forma, essas explicações satisfazem suas curiosidades e fornecem respostas às suas indagações. São elas o ponto de partida para o trabalho de construção de conhecimentos, um pressuposto da aprendizagem significativa, (Brasil, 1997, p. 119).

O turismo pedagógico possibilita a aplicabilidade e a verificação dos conceitos trabalhados em sala, uma vez que são os componentes do ambiente da aprendizagem que dão origem à estimulação para o aluno (GAGNÉ, 1971 –apud Scremin e Junqueira , 2012) . Com um grupo de 10 alunos, visitamos a Usina Central Olho D'Água, fig. 14, situada no município de Camutanga, na região da mata norte do estado de Pernambuco, que teve como objetivo, conhecer em **locus** as etapas de funcionamento de uma usina de açúcar, desde a moagem até a geração de energia.



Fig. 14: Entrada da Usina Olho D'Água, no Município de Camutanga PE

Fonte: Própria

Recebidos pelo dono da Usina, Dr. Artur, o que deixou o grupo surpreso, pelo fato do dono de uma usina atender tão bem um grupo de alunos. Ao nos receber ele mostrou-se muito feliz pelo interesse do grupo em conhecer o funcionamento da empresa. A conversa durou cerca de uma hora, onde o mesmo descreveu o funcionamento da usina,

os investimentos necessários para a melhoria da produção e da expansão da venda de energia excedente e as dificuldades enfrentadas. Ele fez uma explanação sobre o funcionamento da usina explicando que cana ao chegar e descarregada e através de uma esteira vai para as moendas, onde é esmagada, 7% do caldo vai para a produção de álcool e 93 % é utilizado na produção de açúcar. Neste processo há uma produção de 128 toneladas /hora de bagaço, uma tonelada de cana produz em média de 280 a 320 kg de bagaço, que é conduzido através de uma esteira para alimentar as caldeiras, que são 5 sendo 4 de 21 kg/cm², estas têm um rendimento de 13 kg vapor /KWe e uma de 42 kg/cm² que tem um rendimento de 7kg vapor/KW. Nas caldeiras o bagaço é queimado produzindo vapor de água, sobrando em média de 6 a 8 toneladas de bagaço por horas e este é estocado.

O vapor produzido pela caldeira é utilizado para movimentar as máquinas da usina e outra parte é então utilizada para a geração de energia. A usina possui 3 tubos geradores, sendo um de 5 MegaWatts (MW), um de 10MW e outro de 8MW, sendo acionado dois tubos e um fica de reserva. Ela produz em média 14MW, sendo 4 utilizado para acionar os motores e irrigação, de 0,8 a 1 MW é vendida e cerca de 9MW é utilizado pela usina nos processos de industrialização. Perguntamos ao Dr. Artur, porque não ampliava a venda de energia. Segundo ele, as dificuldades estão no baixo preço que dificulta investimentos para ampliar a geração e outro motivo diz que para vender mais teria que construir uma linha de transmissão da usina até a subestação mais próxima, que fica em Timbaúba, cujo custo seria em torno R\$ 15.000,000, sendo este de total responsabilidade da usina, pois a Companhia Energética de Pernambuco (CELPE), empresa responsável pela compra não se responsabiliza com construção da linha de transmissão, porém após a sua construção esta linha passa a fazer parte da companhia. Dr. Artur desabafa: “Não é justo investir R\$ 15.000,00 na construção da linha de transmissão e dar de presente a CELPE”.

Perguntamos ainda ao Dr. Artur sobre a mão de obra, ele disse que o Brasil já dispõe de mão de obra qualificada para atender às necessidades do mercado, porém há uma necessidade de aprimorar esta mão de obra e incentivar jovens a ingressarem nas carreiras tecnológicas, o que talvez justifica a alegria de receber jovens e fornecer tamanha informação incentivando estes a ingressarem na carreira tecnológica. Outra questão também interessante é que são as caldeiras, ao nosso ver, não tinham segredo e a curiosidade era perguntar porque não se usava a caldeira de 100kg/cm², para

produzir mais vapor e conseqüentemente mais energia, foi quando ele falou da tecnologia e dos cuidados, explicou que este tipo de caldeira requer tratamento especializado, como a qualidade de água entre outras coisas que podem causar danificações e que no momento não havia condições, porém há um estudo para instalar as caldeiras de $63/67 \text{ kg/cm}^2$, ao final da conversa nos entregou um esquema construído por ele sobre o funcionamento da usina fig. 15.

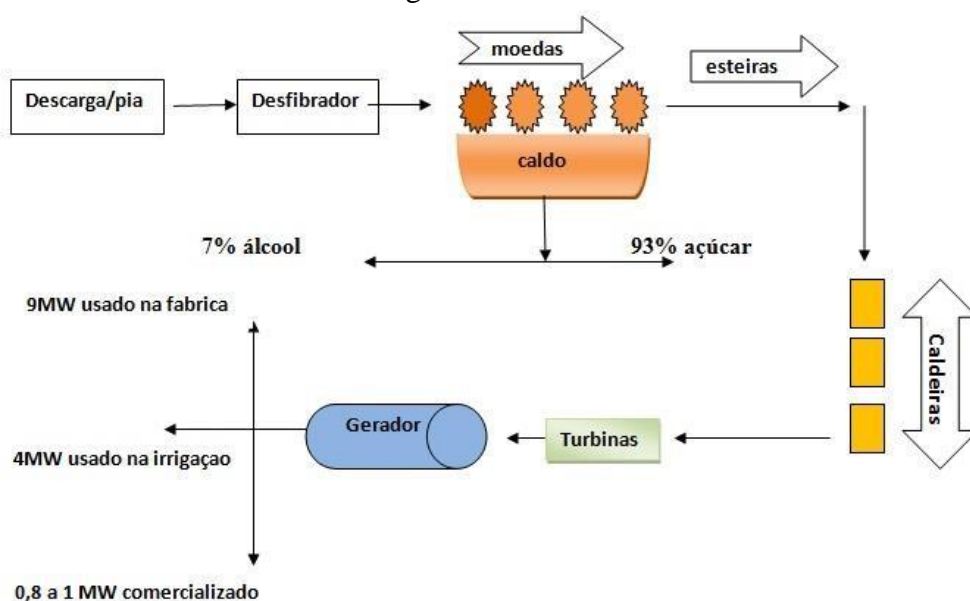


Fig. 15: esquema de funcionamento da Usina Olho D'Água
Fonte: própria

Após a conversa com Dr. Artur Taves de Melo, este chamou o funcionário Adilson e pediu que nos guiasse na visita. A princípio nos orientou sobre as normas de segurança, distribuiu os equipamentos necessários como capacete, óculos e tampão de ouvidos para que de forma segura pudéssemos adentrar nas instalações da fábrica. Fig 16 e 17.



Fig. 16: orientação sobre as normas de segurança e trajeto para observação e estudo.
Fonte: própria.



Fig 17: início da visitação com o funcionário Adilson
Fonte: própria

Começamos a nossa visita técnica pelo de pátio de descarga, fig 18, em seguida observamos o funcionamento das moendas, fig 19, que tem a função de esmagar a cana que vem através das esteiras após passar pelo desfibrador, o caldo fig 20, extraído e destinando 93% para produção de açúcar e 7% para a produzir álcool, e observamos o bagaço fig 21, que sai das moendas com destino as caldeiras e o que sobra vai para o estoque. Na sequência fomos para as caldeiras, fig 23, e sala de controle desta, fig 24 onde uma das questões levantadas foi a poluição ambiental, devido a queima do bagaço que tem a fuligem como agente poluidor. O Adilson explicou que há filtros que impedem que a fuligem seja lançada para a atmosfera, conhecemos o estoque de bagaço, fig 22, onde percebemos uma sobra, que segundo Dr Artur 1 tonelada de cana produz entre 280 /320 kg de bagaço dependendo da cana, e deste questionamos sobre qual seria o destino. Segundo Adilson, este pode ser usado na alimentação animal, vendido para empresas de fabricação de chapas para móveis, entre outros.



Fig. 18: entrando nas instalações da Usina Olho D'Água
Fonte: própria



Fig. 19: vista frontal das moendas
Fonte: própria



Fig. 20: vista superior da saída de Caldo de Cana
Fonte: própria



Fig. 21: Analisando o bagaço saído das moedas
Fonte: própria



Fig. 22: estoque de bagaço

Fonte: própria



Fig. 23: vista frontal das caldeiras

Fonte: própria



Fig. 24: sala de controle das caldeiras

Fonte: própria

Partimos para as turbinas onde uma exposição foi feita desde a queima do bagaço até a geração de energia nos tubos geradores fig 25, observamos a engrenagem de um gerador que estava em manutenção fig 26 e perguntamos se o conserto era feito por empregados da empresa ou era terceirizado e segundo ele, no início o conserto era feito por pessoal de empresas especializadas mas hoje a empresa já possui no seu quadro profissional pessoas competentes para realizar o conserto. Outra questão era se um gerador parado não prejudicava o funcionamento da empresa, segundo Adilson funcionam 2 e um fica na reserva para ser acionado em caso de necessidade ou quando está em manutenção. Enceramos a visita no laboratório químico **fig. 27** onde conhecemos como é feita a análise dos produtos: água, açúcar e álcool. A cada etapa recebíamos novas informações como capacidade de esmagamento de cana, controle das caldeiras como temperatura, circulação de água, o estoque de bagaço onde o funcionário falou sobre a utilização do mesmo na alimentação das caldeiras e também na utilização do bagaço hidrogenado na alimentação animal (bagaço não usado para aquecer as caldeiras). E assim terminamos a visita que levou cerca de 3 horas. A priori, a nossa visita teve como objetivo analisar a produção de energia a partir do bagaço da cana, mas tivemos uma aula interdisciplinar onde aprendemos química, física, economia e aplicação tecnológica. Segundo Beni (1998:74), a mobilidade proporcionada pelo turismo põe em contato muitas pessoas, amplia e enriquece as

maneiras de pensar e de atuar, expandindo o acervo cultural. (Beni , 1998 :74; apud Scremin e Junqueira, 2012 p. 29).e encerramos a visitação fig 28



Fig. 25: tubogerador

Fonte: própria



Fig. 26: tubo gerador em manutenção

Fonte: própria



Fig. 27: conhecendo o laboratório químico

Fonte: própria



Fig. 28: encerramento da visita

Fonte: própria

A EREMT tem como uma de suas ações no projeto político pedagógico (PPP), excursões pedagógicas e um delas é a visita às instalações de Paulo Afonso, para que os alunos possam conhecer de perto a geração de energia e a questão da hidrografia e relevo, e nunca tínhamos ido a uma usina de açúcar conhecer o processo de produção desta – Usina Olho D'Água - está localizada a 15 km da cidade de Timbaúba. A importância desta visita além de contribuir para o conhecimento da forma como ocorre a geração de energia nas usinas e comparar com a hidráulica foi tomar consciência das potencialidades locais e conhecer o mundo do trabalho. Apesar de estarmos perto de uma fonte produtora de energia, a desconhecíamos pois, para muitos a geração de energia em escala comercial só ocorre nas hidroelétricas ou em térmicas distantes de nós. O papel do professor deve ser o de incentivar os alunos a construir o conhecimento da região onde vivem, desde os limites territoriais até as características geográficas, econômicas e políticas. Essas informações servirão para ele se localizar como cidadão e sempre servirão de base para qualquer estudo de espaços maiores, as chamadas macrorregiões (Nova Escola, jan/fev 2001, ed. 139 – apud Scremin e Junqueira, 2012). A excursão pedagógica possibilitou visões do mercado de trabalho o conhecimento das especificidades locais auxiliando a tomada de decisão e a que se quer seguir. Na perspectiva freiriana, o ser alfabetizado e capaz de realizar uma leitura crítica da realidade, se constitui como um importante instrumento de resgate da cidadania e que reforça o engajamento do cidadão nos movimentos sociais que lutam pela melhoria da qualidade de vida e pela transformação social. Destaco ainda a presença de conceitos físicos e de outras ciências presentes na indústria e a modernização da usina como aplicação da tecnologia que constatamos ao entrar no parque industrial observamos alunos até riram quando falei que no meu tempo de usina as coisas eram muito diferentes, fiz um pequeno relato da minha vivência como trabalhador da extinta Usina Aliança. Se qualquer atividade pedagógica for realizada de forma desarticulada e fragmentada e sem parte íntegra de um projeto de aprendizagem, esta estará sendo mecânica, “uma educação bancária, com uma roupagem de modernidade”. Para formar uma visão crítica da sociedade é preciso conhecê-la e para modificá-la é preciso ser partícipe desta, ora trazer o mundo para escola e levar a escola para o mundo sem dúvida contribui de forma significativa para a tomada de consciência crítica da realidade. Reid e Hodson advogam que numa educação científica básica devem estar presentes as questões sociais, políticas e econômicas. A visita às instalações da usina proporcionou aos alunos momento

prazeroso de aprendizagem onde este contexto permeou todo o aprendizado. Para que as crianças consigam construir o conhecimento é preciso oferecer “situações em que possam se posicionar de maneira intelectualmente ativa, situações em que possam refletir, fazer novas descobertas, formular perguntas, discordar, elaborar possíveis respostas etc”.(Espinoza , 2010 , apud *Dallabona e Schroeder*).

5.2. CONSTRUÇÃO DA TERMOELÉTRICA

Na aprendizagem de ciências naturais, as atividades experimentais devem ser garantidas de maneira a evitar que a relação teoria-prática seja transformada numa dicotomia. As experiências despertam em geral um grande interesse nos estudantes, além de propiciar uma situação de investigação (Delizoicov; Angotti, 1992, p.22). “Para que o aluno se eduque não precisa engolir todas as matérias que lhe são apresentadas mais ou menos atraentes: precisa agir por si mesmo; precisa criar” (FREINET apud FREINET, ÉLISE, 1978, p. 103 apud Scremin e Junqueira , 2012 p.31).



Fig. 29: alunos trabalhado na construção do gerador

Fonte: própria

Após a visita a Usina Olho D'Água, socializamos com grupo de alunos que tínhamos vistos e apreendido na nossa visita, e nos debruçamos na construção do nosso gerador elétrico, a primeira atividade foi pesquisa sobre gerador termoelétrico e modelos disponíveis na internet, em livros e revistas educacionais. Logo após iniciamos o processo de discussão sobre a viabilidade da construção, o grupo concordou que era possível fazer e assim começamos a verificar os materiais necessários para fazer a termoelétrica. Começamos a analisar possibilidades de adequações do experimento que usava uma latinha de refrigerante e que tinha como combustível álcool. Definidas as adequações partimos a identificar locais onde encontrar os materiais necessários para fazer a caldeira, o reservatório de água, a turbina, o gerador, o controle e saída de pressão, e assim usamos para uma cuba de latão como caldeira, fig 30 ,confeccionado em um ferreiro, com 0,24cm x 0,15cm x 0,08cm de chapa de ferro ,que tanto pode usa da para a queima do bagaço ou do carvão. um botijão de gás (Freeon 31, fig. 32), como balão de água,a regulagem da passagem do vapor feita pela válvula de passagem do próprio botijão, fig. 32. o botijão encontramos em oficina de conserto de ar condicionado



Fig. 30: cuba

Fonte: própria

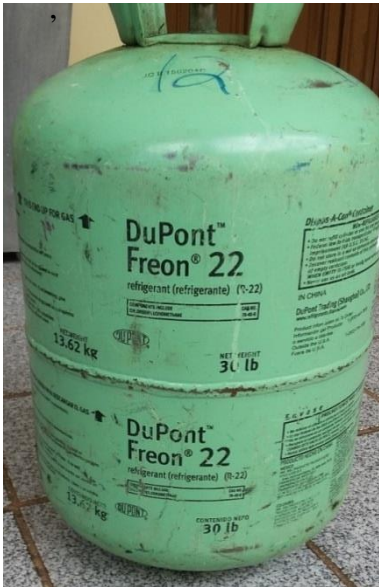


Fig. 31: Botijão de gás Freon 22

Fonte: própria



Fig. 32: vista superior do botijão de gás, (1) válvula de controle de saída de gás; (2) passagem de gás e local de acoplamento do cano para saída de vapor.

Fonte: própria

Como saída de vapor usamos 0,40m cano de cobre de 7mm para saída do vapor e fizemos um estrangulamento no diâmetro do mesmo para a aumentar a pressão do vapor e um cooler, como turbina, e para o gerador utilizamos um motor de 12volts e para o controle da pressão uma válvula da panelade pressão. Estes materiais foram encontrados em auto-eletrica e em lojas de bugigangas os demais materiais como o motor, os fios, multímetros e leds. Para o controle da pressão adaptamos uma válvula da panela de pressão, 30 cm de cano de 100 mm partidos ao meio, foi usado com anteparo onde o vapor se condensa, como suporte utilizamos uma chapa de madeira de 0,90m por 0,40m. Os únicos materiais que mandamos confeccionar foi a cuba e os suportes do balão de água. Para fazer as conexões utilizamos flanges de bronze, T de ferro, porca e 0,18m de cano de cobre de 7mm.

Os alunos trabalharam nos horários de estudos supervisionados, já que na escola de referência eles têm 4 aulas destinadas para as atividades extras. Estas aulas são distribuídas em 2 sendo geminadas e geralmente o horário delas coincide com o da série, ou seja, todos os segundos anos têm estas aulas no mesmo horário, o que facilita o trabalho em grupo e monitoria. A construção levou cerca de um mês. Inicialmente começamos fixando os dois suportes do balão de água, confeccionados por um ferreiro

com 0,25 de largura e 0,18m de altura e na parte inferior forma um L com 4 cm , com furos para fixar. Na base inferior a 2m de altura há uma barra de ferro onde se apoia a cuba e base superior, uma outrabarra que possui uma depressão na forma de semicírculo com 22,5 cm de diâmetro e 9 cm de profundidade, em seguida foi a vez de fixar 6 postes de arames revestidos por canudinhos de refrigerantes , estes após a primeira testagem foram substituídos por uma haste metálica em forma de L de 25 cm de altura e 4cm de base na qual colocamos o led, depois traçamos uma diagonal em relação ao suporte do balão de água e a 26cm fixamos uma barra de ferro com a mesma altura e com furo de 8mm a 23cm de altura por onde passou o cano de cobre de saída de vapor e a 13 cm colocamos uma haste da mesma dimensão sem furo onde fixamos o motor de 12 volts preso por rabo de gato. Fixamos o cano de PVC partido ao meio distante 8 cm da turbina, que funciona como condensador e protetor. Para medir a voltagem utilizamos um multímetro digital. Fig 33

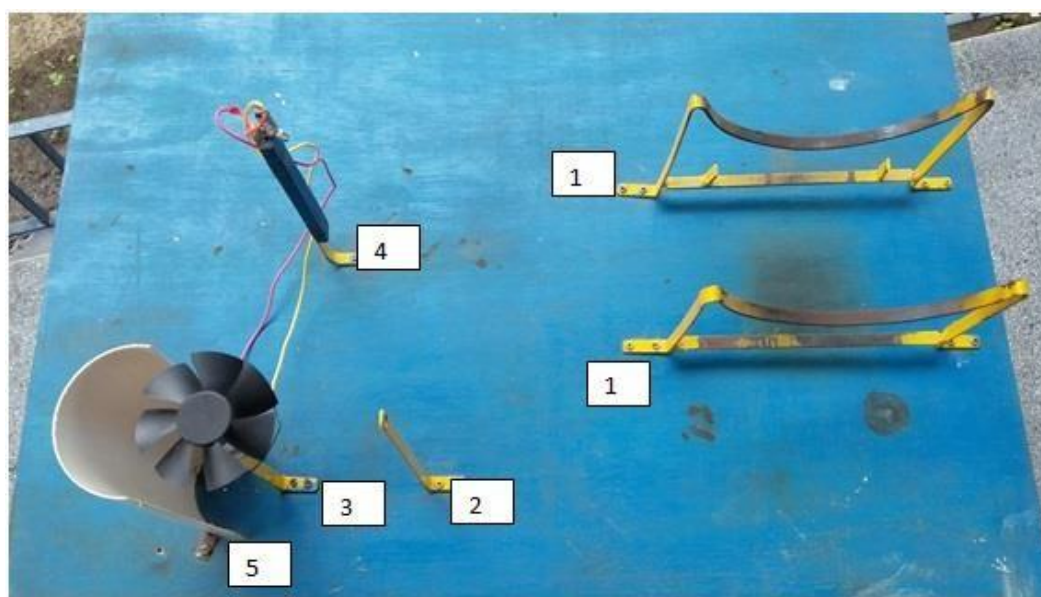


Fig. 33: suporte do balão de água (1), da turbina (3), do cano de vapor(2) , led (4) e anteparo de vapor (5).

Fonte: própria

Na sequencia furamos o balão de gás e soldamos uma porca para acoplar a válvula da panela de pressão, usando um cano de cobre de 7mm em forma de L e em uma extremidade fixamos a válvula com massa durapox e na outra um flange de bronze de 7mm de rosca , usamos um T com rosca e fechamos uma extremidade com massa, uma extremidade utilizada para acoplar ao balão que fica móvel onde retiramos para

colocar água e na outra acopla-se o cano onde se encontra a válvula, no cano condutor de vapor do balão até o da turbina colocamos outro flange para acoplar a saída de gás do balão, de acordo com a fig. 34, no eixo do motor colocamos o cooler que serve com turbina. Fig 35, Na primeira testagem, para corrigir possíveis problemas verificamos a questão da quantidade de lâmpadas usadas que de início usamos 6 em ligação em paralelo e não obtendo um resultado visivelmente satisfatório à luminosidade, resolvemos usar apenas um led de 3 volts . Vimos também a quantidade de água utilizada, apesar do botijão ter uma capacidade de 13 litros, o ideal era usar 3 litros de água e verificamos os vazamentos e questão da pressão, pois um dos nossos medos era a questão da válvula de pressão não suportar a pressão, constatamos a necessidade de colocar o anteparo de vaporização para conter o vapor liberado, evitando assim queimaduras nos que se posicionassem por descuido atrás da turbina. Resolvemos o problema com um cano de PVC de 100 mm partido ao meio.

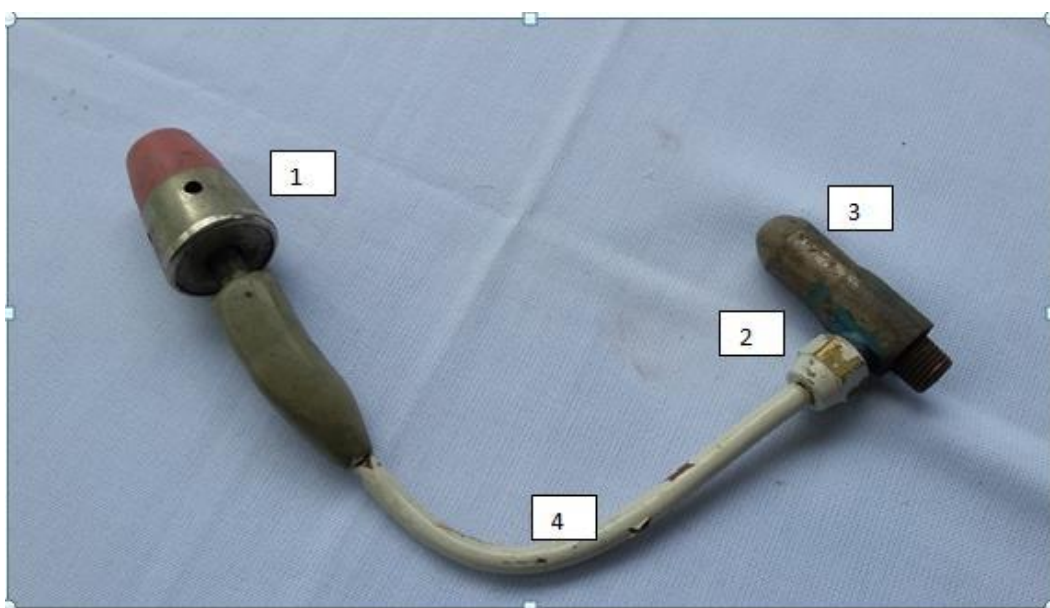


Fig. 34: controle de pressão (1) válvula da panela de pressão (2), flange (3) T, (4) cano de cobre.

Fonte: própria



Fig. 35: (1) Cooler usado como turbina e(2) motor de 12 volts

Fonte: própria

Após um mês de trabalho, estava pronto o gerador para ser usado como material de didático, que passou a fazer parte do acevo do laboratório de física da escola de Referencia em Ensino Médio de Timbaúba.



Fig. 36:Gerador pronto,

Fonte: própria

5.3. DO FUNCIONAMENTO

....As observações e o experimento não a rocha sobre o qual a ciência esta construída ;esta rocha é atividade racional de geração de argumentos com base nos dados obtidos (Carvalho , 2012 p23)

A princípio colocamos fogo no bagaço que estava dentro da cuba, este foi aquecido até que se chegasse a ponto de brasas. Após esse aquecimento a cuba foi colocada no local destinado abaixo do balão contendo 3 litros de água e a uma temperatura de 28⁰C, a cada 7 minutos abríamos a válvula ,fig 37, para verificar a saída de vapor que ocorreu aos 35 minutos, o fluxo do vapor durou cerca de um minuto. Na primeira tentativa a turbina não girou, a princípio achamos que o volume de vapor expelido não foi suficiente para girá-la, voltamos a abrir a válvula após 14 min e o fato se repetiu, verificamos que o problema não estava no volume de vapor e sim no posicionamento da saída de vapor que não estava corretamente posicionado, esta deveria ser direcionada de modo a tangenciar a hélice cooler . Repetimos o procedimento, após 14 minutos abrimos a válvula e o vapor foi expelido saindo pela tangente das hélices do cooler, tivemos o acionamento da turbina que acoplado ao motor, converteu a energia cinética da turbina em energia elétrica e em luminosa fig 38, Colocamos um multímetro para realizar as medições e verificamos uma voltagem de 2, 26 volts .fig 39, para o fluxo máximo de vapor, e esta foi diminuindo gradativamente, fechamos a válvula após cerca de 1 minuto, quando não mais era possível mover a turbina a uma velocidade em que não tivéssemos uma voltagem suficiente para acender o led. O procedimento foi repetido por 4 vezes .



Fig. 37: gerador funcionando após a abertura d a válvula para a liberação de vapor

Fonte: própria



Fig. 38: transformação da energia cinética em elétrica e esta em luminosa luminosidade e produzida

Fonte: própria



Fig. 39: Medindo a voltagem, gerada.

Fonte: própria

Utilizando um telefone celular gravamos o funcionamento do gerador , disponível em coletamos os dados do multímetros da a voltagem fig 40 , fig 41 fig 42 e fig 43 alcançada pelo gerador e com em função do tempo.



Fig 40: voltagem para o tempo de 15 segundos
Fonte : própria



Fig 41: voltagem para o tempo de 16 segundos
Fonte : própria

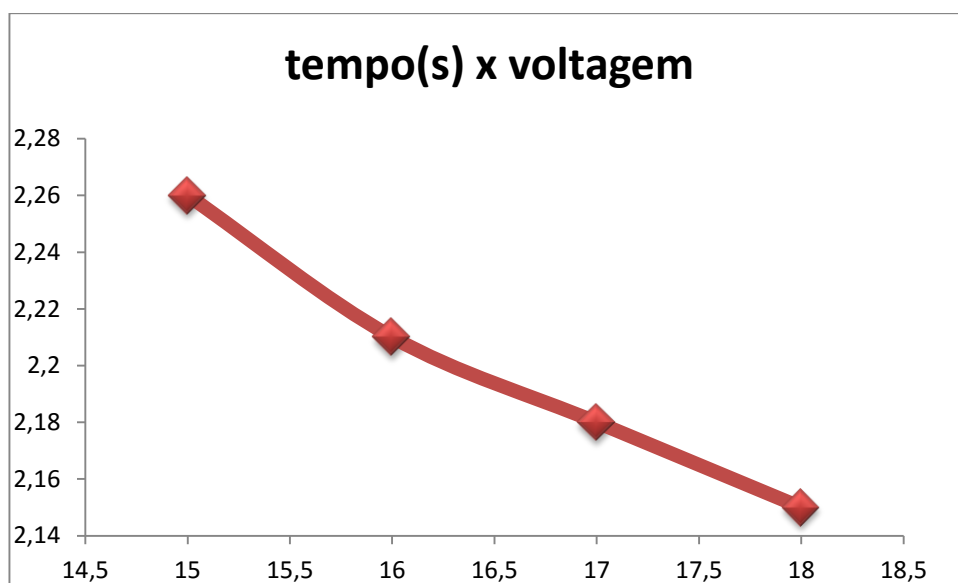


Fig 42: voltagem para o tempo de 17 segundos
Fonte : própria



Fig 43: voltagem para o tempo de 18 segundos
Fonte : própria

Com os dados obtidos construímos o gráfico da voltagem em função do tempo



Observa-se que a voltagem decai em função do tempo, por que será? Podemos associar este fato a pressão do fluxo de vapor e a velocidade da turbina? Ao abrir a válvula, a alta concentração de vapor no interior do balão dá origem a um intenso fluxo de vapor que irá acionar a turbina, que entra em movimento (transformação da energia potencial em cinética) girando o gerador levando-o a produzir eletricidade (transformação da energia cinética em elétrica). Com o transcorrer do tempo, a pressão no interior do balão vai diminuindo e conseqüentemente o fluxo também, fato este, que acarreta uma diminuição da força sobre as paletas do gerador, produzindo assim uma diminuição na velocidade o que leva a queda da voltagem. ,

Numa alfabetização científica prática, utilizam-se os conhecimentos na vida diária a fim de melhorar os conhecimentos científicos, (Marcos, 2000) dentro das competências e habilidades a serem desenvolvidas, considerando-se as aplicações destes; resolução de problemas, saberes e técnicas entre outros (BATISTA et al. (2009) – apud Alves et al.). No ensino de Física, a ausência da experiência e do pensamento crítico são questões que podem ser percebidas pela dificuldade ou, até mesmo, impossibilidade de o aluno relacionar a teoria observada em sala com a realidade a sua volta, comprometendo-se, assim, a percepção do conteúdo pelo insucesso do processo. Fourez por sua vez aponta três finalidades para alfabetização científica: a humanista, que visa situar-se no

mundo científico e da tecnologia; a social, que visa diminuir as desigualdades produzidas pela falta de compreensão das tecno-ciências, ajudar as pessoas a se organizarem e dar-lhes os meios para participar de debates democráticos que exigem conhecimentos e um senso crítico (pensamos na energia, na droga ou nos organismos geneticamente modificados); a econômica e política, que nos permite participar da produção de nosso mundo industrializado e do reforço de nosso potencial tecnológico e econômico.

Na construção e no funcionamento deste trabalho esteve presente a associação da teoria e prática onde foi exigido dos alunos recorrer aos conhecimentos de conceitos físicos e tecnológicos para construir e retificar os erros encontrados, e neste os erros foram construtivos servindo de base para retornar aos conceitos, refazer o que estava certo e fazer as adequações necessárias para o bom funcionamento do material construído. Uma questão fundamental foi o diálogo entre os partícipes, para que não houvesse a imposição de ideias mas compartilhamento deste e ressignificação mais robusta e consensual. “Competência de um laboratório de pesquisa não corresponde à soma das competências individuais, mas à maneira como estas se articulam e se completam” (Fourez , 2003 p.114). Os educandos puderam avançar em tópicos quando precisaram trabalhar com as questões e eletricidade como circuito, tipo de associação de resistores, medidas elétricas e assim os conceitos, tendo uma visão integrada dos conteúdos da física que se trabalha no ensino médio. Para se compreender um conceito não basta apenas citá-lo ou exercitá-lo, mas é preciso mostrar as suas relações com outros conceitos e de como estes se aplicam na vida.

A matemática e a experimentação adquiriram um caráter complementar na aquisição dos novos conceitos, ao propor o estrangulamento estava presente a relação que corresponde a parte matemática, mas o fato de fazer o achatamento era preciso conhecer meios de como fazer, que instrumentos deveriam ser usados e por fim analisar se o estrangulamento produziu o resultado esperado, ao verificar o não giro da turbina se recorre a um conceito matemático “tangenciar”.

5.4. CONVERSÃO PÓS –CONSTRUÇÃO

Não é no silêncio que os homens se fazem, mas na palavra, no trabalho, na ação – reflexão (Freire ,2006 p. 90).

Durante todo desenvolvimento, sempre conversamos sobre as dificuldades encontradas e as possíveis soluções, onde o meu papel era orientar aos alunos para que buscassem as respostas, apenas intervia quando havia pontos de discordância ou questões de conceitos físicos que necessitavam ser revistos ou até mesmo trabalhados, como a utilização de instrumentos de medida elétrica, geradores e equações. Porém o avanço conceitual e a tecnologia eram visíveis quando eles apresentavam as suas conclusões, interligando conceitos que antes não faziam. Os estudantes interligaram conceitos da física como conservação da energia, termodinâmica e eletromagnetismo, que corriqueiramente são trabalhados como se não existisse nenhuma relação devido ao aspecto linear que trabalhamos, também a apatia reduziu-se bastante. Anderson, um dos alunos mais desinteressados em minhas aulas, foi um dos destaques, que passei a chamar de engenheiro chefe, e no ano seguinte apesar de não ser mais meu aluno chegou para mim e perguntou: o que o senhor vai inventar este ano (2014)? Lhe respondi: este ano quero trabalhar com projeto de óptica. Ele pediu para participar e lógico que permiti. Neste ano construímos a casa da monga “baseados na casa do fantasma Peper” e foi batizada de casa da monga porque nas festas de rua era comum esta atração “a mulher que se transformava em macaco”. Outra coisa foi o aluno perceber a utilização da física na vida cotidiana. *Uma pessoa alfabetizada cientificamente e tecnologicamente, utiliza os conceitos científicos e é capaz de integrar valores, e sabe fazer por tomar decisões responsáveis no dia a dia.* (Fourez, 1994, apud Sasseron, p.67). O protagonismo juvenil, uma das premissas da educação integral de Pernambuco esteve sempre presente, jovens conduzindo a sua aprendizagem, desenvolvendo os conteúdos atitudinais, procedimentais e conceituais. Os conteúdos devem se constituir em fatos, conceitos, procedimentos, atitudes e valores compatíveis com o nível de desenvolvimento intelectual do aluno, de maneira que ele possa operar com tais conteúdos e avançar efetivamente nos seus conhecimentos (Brasil, 1997 p.33) pesquisando e discutindo a física aplicada e neste momento aquela célebre pergunta, para que estudar física, está respondida. Os estudantes desenvolvem em suas vivências fora da escola uma série de explicações acerca dos fenômenos naturais e dos produtos tecnológicos, que podem ter uma lógica diferente da lógica das Ciências Naturais, embora, às vezes ela se assemelhe. De alguma forma, essas explicações satisfazem suas curiosidades e fornecem respostas às suas indagações. São elas o ponto de partida para o trabalho de construção de conhecimentos, um pressuposto da aprendizagem significativa. (Brasil, 1997, p. 119). Com a construção do gerador elétrico

e a visita a Usina Olho D'Água os alunos, nas pesquisas, construíram conceitos mais sólidos, partindo dos seus conhecimentos prévios, sobre conservação da energia e pressão. Trabalhamos os conceitos de calorimetria, termodinâmica e ainda geradores elétricos bem como a utilização de equipamentos como ferro de solda, como fazer um pequeno circuito. Os conceitos foram interligados, vislumbramos a relação entre velocidade, massa e energia, a energia cinética, trabalhada no primeiro ano do ensino médio quando se observou o aumento da luminosidade em virtude do aumento da velocidade e que está relacionada com a massa de vapor liberada, assim a equação da energia cinética fez sentido e, haja visto que no ano anterior(2012) eu mesmo havia trabalhado focando no conceito e na resolução de problemas. Discutiram o rendimento do motor e do combustível através da utilização do bagaço e posteriormente do carvão, e sugeriram a ampliação da discussão sobre o uso do bagaço para outros fins. Discutiram também a crise do setor sucroalcooleiro da zona da mata e recorreram a leitura do livro de Menino de Engenho de José Lins do Rego que mostra o apogeu e declínio da monocultura da cana-de-açúcar em Pernambuco. Os alunos envolvidos ao longo da conversa demonstraram a tomada de consciência crítica da realidade que os cerca e buscaram apontar soluções para o que foi visto, baseado no que diz Hodson, 1992, que afirma que os alunos envolvidos em investigações científicas, mostram uma apropriação significativa dos conceitos desde que lhes sejam dadas as condições necessárias

Ao ensinar ciências, ou qualquer matéria, não queremos que os alunos simplesmente repitam as palavras como papagaios. Queremos que sejam capazes de construir significados essenciais com suas próprias palavras (...) mas devem expressar os mesmos significados essenciais se não de ser cientificamente aceitáveis (Carvalho, 2012, p. 24).

Em momentos de conversas me pus na condição de observador, o que me chamava atenção era a linguagem usada, mesmo sendo jovial, mas traziam na sua essência os conceitos físicos. Por exemplo, para justificar o estrangulamento foi dito que se agente diminui a saída o vapor sai com mais força, está implícita a ideia de pressão. Neste momento se faz necessário a introdução dos termos corretos, pois a ciência tem linguagem própria e esta é importante e deve ser utilizada, se temos como objetivo uma alfabetização científica, (Carvalho 1999, apud Cibele, 2006, p. 10). Fala-se da necessidade de partir da linguagem coloquial, senso comum, na qual não se faz diferenciação entre os conceitos e se passa para uma linguagem científica em que os

Com a incorporação das ideias sugeridas pelo grupo, o projeto que antes era apenas do campo da física, passou a ter um caráter interdisciplinar e a contextualidade se fez presente envolvendo as disciplinas de química, arte e língua portuguesa junto a professores e alunos e a situação local permeou as discussões. Passamos então a chamar o projeto “ É do Bagaço”. Confeccionado com papel artesanal, fig 44 e fig 45 reproduzindo a peça de Menino de engenho fig 47 com participação de alunos e professores, como Jose Dias, professor de química que na gravação da obra fez papel do coronel. Também produziram vinagre, fig 46, usando bagaço e o mais importante foi que conheceram melhor os problemas da região, da cidade e potencialidades. Descobrimos que na cidade de Timbaúba existia um senhor que produzia vinagre com bagaço, o visitamos e entrevistamos. Este nos ensinou a produzir o produto a partir do bagaço como já o faz. Para Paulo Freire “aprender a ler e a escrever é aprender a ler o mundo, compreender o seu contexto numa relação dinâmica vinculando linguagem e realidade e ser alfabetizado é tornar-se capaz de usar a leitura e a escrita como meio de tomar consciência da realidade e de transformá-la”. O projeto foi socializado na amostra pedagógica das escolas de tempo integral e o gerador sem dúvida foi o que mais chamou atenção na nossa equipe, houve até visitante que quis comprá-lo.



Fig. 44 :Alunos lavando o bagaço para fazer papel artesanal ,

Fonte : própria



Fig.45 : Material produzido com bagaço

Fonte: própria



Fig 46: equipamento para produção de vinagre
construído após a entrevista

Fonte: própria



Fig. 47: Personagem da peça Menino de Engenho de Jose Lins do Rego na calçada da casa grande com os donos do Engenho Vundinha.
Fonte :própria

Apesar da nossa equipe esta socializando um trabalho interdisciplinar, que envolveu a disciplinas de física, arte, língua portuguesa, o gerador foi o carro chefe, do trabalho e chamou a atenção dos visitantes, citaram ate o cheiro da queima do bagaço que exalava o cheiro de mel, o que fez muitos associar fatos da sua infância, pois como estamos localizados em uma região açucareira muitos tiveram passagem por usina. Diante do sucesso, pois como é de costume nas feira de conhecimento, os visitantes passam rapidamente , mas diante do gerador paravam e ouviam atentamente as explicações dos alunos e faziam varias perguntas fig 48, e fomos chamados a apresentar o gerador em outra escola, como visitante.



Fig.48 : Socialização do projeto na V amostra pedagógica das escolas Integrais do estado de Pernambuco
Fonte: própria

Aprender ciência é falar sobre ela, a socialização do conhecimento científico é papel dos professores envolver os alunos nesta tarefa fundamental. A amostra de experiências das escolas de tempo integral proporciona um espaço de socialização do conhecimento científico. Os alunos envolvidos no projeto, divulgaram o resultado do trabalho desenvolvido utilizando a linguagem adequada a cada nível, pois o público que por ali passou era o mais variado possível. Uma coisa que me chama muito atenção nestes eventos é a atitude do pessoal que vai visitar. Quando o trabalho fala muito e com pouca aplicação, a grande maioria sai do estande com cara de frustração, uma ciência sem aplicação não faz sentido para a sociedade, mas neste quesito os alunos deram um show, explicado e demonstrado de onde as coisas vinham. Ao final do trabalho a cara de alegria destes jovens envolvidos diretamente no trabalho era visível e os visitantes tinham respostas satisfatórias por parte dos alunos, a todos os questionamentos que faziam.

5.5. DA APLICAÇÃO EM SALA DE AULA

Utilizei o gerador para dar aulas em dois momentos diferentes, um na Escola de Referência em Ensino Médio de Timbaúba localizada no município de Timbaúba e outra na Escola Cel. Luiz Ignácio Pessoa de Mello, situada no município de Aliança, ambas jurisdicionadas pela GRE MATA NORTE, pertencente ao estado de Pernambuco, a primeira em regime integral que oferta somente o ensino médio regular e outra de horário normal, que oferece tanto o ensino médio regular como a Educação de Jovens e Adultos, fundamental e médio. Utilizei o material nas duas escolas com resultados satisfatórios, despertando o educando para a pesquisa e a construção de experimentos pois ao utilizar material construído por seus colegas abre-se uma perspectiva de que se outros fizeram nós também podemos, o que valoriza o

conhecimento e sua capacidade de fazer ciências, haja visto que muitos sentem-se incapazes de produzir.

5.5.1 NO ENSINO MÉDIO REGULAR

Utilizei gerador nas 5 turmas, tendo em média 40 alunos cada e com a faixa etária média de 16 anos no segundo ano da EREMT para explicar conceitos de termologia, calorimetria, estado de agregação e mudança de fases onde os alunos calcularam a quantidade de calor absorvido pela água, medindo a temperatura inicial e final, conhecendo previamente a massa de água envolvida, 3 litros de água que equivale a 3000g e utilizando equação. Uma das questões levantadas foi a temperatura de ebulição, onde na literatura relata-se o ponto de ebulição (PE) da água a 100°C , simplesmente dizemos sem muitas vezes nos preocuparmos dizer quem e em que condições, ao verificar experimentalmente que a água entrou em ebulição a 96°C . Perguntei o porquê e a resposta mais dada foi que o termômetro está com defeito, após a discussão, sobre o porquê desta diferença, introduzi a questão da máquina térmica, transformação gasosa, ciclo térmico e rendimento. Baseado no princípio da recursividade voltei aos conceitos de energia, energia cinética, geração de energia e impactos ambientais, pontos trabalhados no primeiro ano do ensino médio, mas desta vez com demonstração prática onde pelo aspecto visual se fez a observação da intensidade luminosa. Estabelecemos relação entre a velocidade e a voltagem obtida, pois quando mais rápido gira a turbina mais intensa é a luminosidade. Verifica-se que no início do fluxo do vapor temos uma voltagem máxima e gradativamente esta diminui até ao ponto em que não mais se observa a luminosidade e aprofundamos o estudo da matriz energética brasileira. Retornamos ao princípio da conservação da energia, onde de forma experimental observamos a transformação de formas de energia em outra, como no caso a energia térmica. Outro ponto importante é a compressão de calor como energia, esta transforma-se em energia cinética e por sua vez em elétrica, saindo do imagine, suponha, ou utilizando o célebre exemplo da pedra caindo e ainda apenas dizemos que “a energia não se perde, não se cria, simplesmente se transforma”, deixando uma grande interrogação na cabeça dos educandos. Introduzi, mesmo que forma superficial, o conceito de grandeza elétrica, especificamente voltagem e instrumentos de medida, no caso, o multímetro e geradores, conceitos estes trabalhados mais detalhadamente no terceiro ano.

Os parâmetros curriculares afirmam que as ações no ensino médio devem propiciar que as informações acumuladas se transformem em conhecimento efetivo

contribuindo para a compreensão dos fenômenos e acontecimentos que ocorrem no mundo e em particular no espaço de sua vivencia Com a utilização do gerador foi possível trabalhar de forma interligada conteúdos rebuscando conceitos antigos e aprofundando, introduzindo novos e abrindo caminhos para novas abordagens. Assim, os alunos conseguiram relacionar conceitos, coisa que comumente não fazem, até porque a nossa prática está fortemente atrelada ao caráter linear, dado a física ao longo dos anos onde as coisas são vistas de formas isoladas, descontextualizadas e cada coisa sem poder ser vista no seu tempo, ou seja, na série supostamente correta. relações esta desmostrada do campo conceitual fig 48

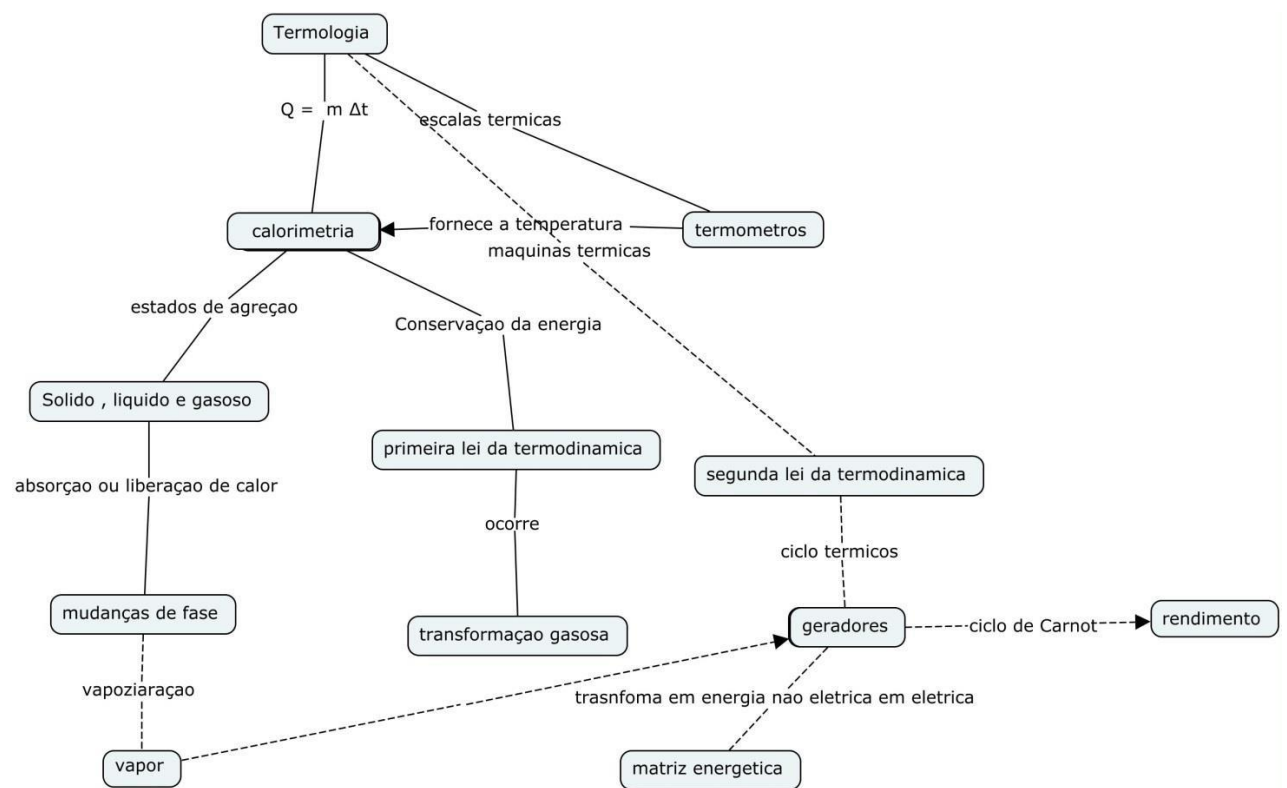


Fig.48 :mapa conceitual do uso do material no ensino regular Fonte: própria

5.5.2 PARA A EJA MÉDIO

Um dos desafios do ensino de física segundo Marcos Moreira, consiste no tempo pedagógico destinado a disciplina de física, mas o que falar em relação ao

EJA em que o tempo é reduzido à metade, como dar conta dos conteúdos se o tempo que dispomos é de um ano e meio, como garantir as condições para que educando possa prosseguir os seus estudos diante da EJA que tem a sua clientela bastante diversificada no que se refere a faixa etária, ocupação e projeto de vida. Esta diversidade permite uma troca de experiência fantástica. Nesta perspectiva utilizei o gerador em uma turma do III módulo da EJA na ECLIPM, onde trabalhei de forma interligada os eixos: calor , ambiente, uso de energia, equipamentos elétricos e telecomunicação.

No eixo, calor, ambiente e uso de energia trabalhei com formas de energia, calor, forma de propagação, quantidade de calor, estados de agregação da matéria e mudança de fase, ciclo termodinâmico, motores e geradores e matriz energética, já no eixo de equipamentos elétricos e telecomunicação foram trabalhados circuitos elétricos, geradores, voltagem e corrente e instrumentos de medida, conforme fig.49.

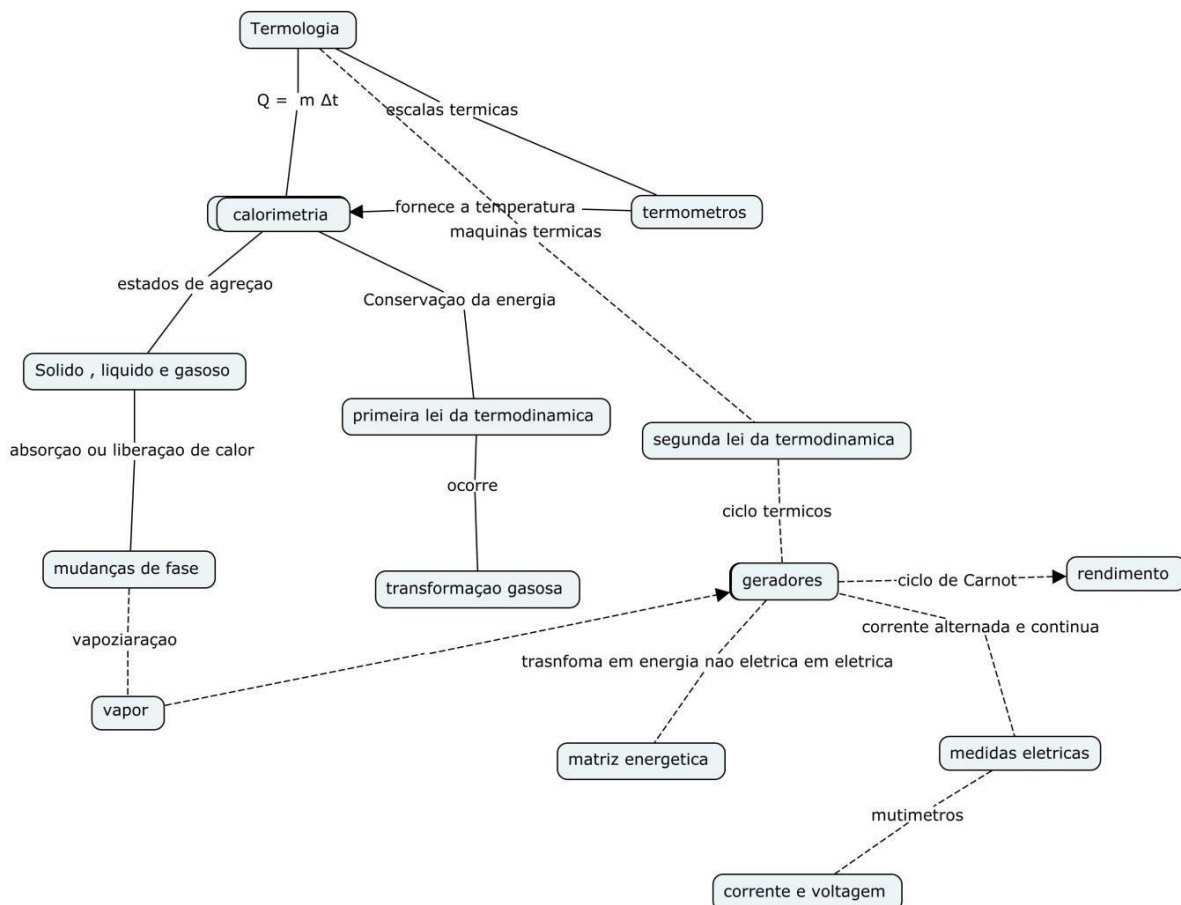


Fig 50. Mapa conceitual do EJA médio
 Fonte: propria

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os documentos oficiais, LDBEN, Parâmetros e as Diretrizes Curriculares apontam a necessidade de trabalhar as ciências como ferramenta de compreensão dos fenômenos da natureza, aplicação deste na vida social e tecnológica, onde os indivíduos possam se apropriarem destes conhecimentos e utilizá-los de prol de uma melhoria da vida. Para que este objetivo seja alcançado, o ensino das ciências da natureza, entre elas a física, necessita de uma revisão metodológica, superação do ensino propedêutico e mecânico que ora persiste no ensino desta. Na literatura, autores defendem a alfabetização científica como sendo o principal objetivo do ensino de ciências, pois em um mundo repleto de aparatos tecnológicos é uma necessidade para todos alfabetizarem-se cientificamente, onde se aprenda de forma significativa.

A entrevista mostra que a física ensinada nas nossas escolas está longe de atingir e cumprir o seu papel social de preparar aos estudantes para compreender e intervir na sociedade de forma crítica e participativa, quando 47 alunos, o que representa 21,6% do total dos entrevistados, 217, que afirmam gostar de física, deixam claro que gostam das contas, deixando os conceitos físicos em segundo plano, a linguagem usada é de difícil compreensão onde não há uma passagem da linguagem popular para os conceitos cientificamente aceitos e a nossa dinâmica, persiste na conta pela conta. Como dizem os alunos, a física precisa deixar de ser mórbida, segundo a definição, mórbido significa sem energia triste, é assim que eles enxergam a física, sem vida, triste, uma gíria usada irado, que pode ser moderno, bonito mas também pode significar em sentido figurado: tormentoso. Neste contexto a expressão foi utilizada como tormenta, confirmando o que diz “a física é o bicho de sete cabeças” para o ensino médio, 34,1% dos entrevistados pedem práticas de laboratório e 34,5% pedem aulas mais dinâmicas com a utilização de novas tecnologias como passeios, robótica, inserção de músicas, o que vem ratificar a necessidade de trabalhar a física de forma mais prazerosa e enquanto a prática de experimento é preciso sim inclui-la, porém há de se ter cuidado, para que esta não se transforme em um receita de bolo onde a pergunta não exista, os problemas sejam inexistentes e enfim, seja mais uma atividade mecânica, fragmentada e descontextualizada.

No turismo pedagógico os educandos têm a possibilidade de observar a aplicação dos conceitos da física na sociedade, a visita à usina foi de grande valia aos objetivos

deste projeto onde conhecemos a geração de energia a partir do bagaço de cana, energia de biomassa que hoje representa 16% na matriz energética brasileira, mas tivemos uma aula interdisciplinar, o contato com o mundo do trabalho e a realidade local permitem ao jovem construir uma visão crítica, interligar conceitos de forma significativa. O turismo educacional consiste em envolver o homem com o espaço seja ele físico, geográfico, ecológico, etc., proporcionando uma nova visão sobre os conteúdos abordados em sala.

Na construção e experimentação, os alunos puderam pôr em prática o que viram e ouviram na excussão pedagógica, os seus conhecimento escolares e tecnologia, como se requer a alfabetização científica, construiriam o conhecimento de forma significativa. dentro do princípio pedagógico da recursividade buscaram conceitos antigos como o da energia cinética, interligaram com a termodinâmica e avançaram na questão da eletricidade, geradores e matriz energética, superando a fragmentação conceitual. Por fim, foram capazes de rever erros não para desistir ou para rotular certo ou errado mas para retomar conceitos e ressignificá-los, construindo conceitos mais robustos e propuseram a inserção de novos temas para discussão, a de considerar que as questões sociais, políticas e econômicas perpassaram pela a construção do experimento. Na conversão, falaram de ciências com linguagem ora do censo comum e sendo a postreiori convertida em um linguagem científica apropriada, pois como se diz aprender ciência é conversa sobre ela e um ser alfabetizado é capaz de colocar em público suas conclusões e assim o fizeram ao socializar o trabalho na amostrapedagógica.

O material se mostrou potencialmente significativo quando usei em salas de aulas, tanto para o ensino regular quanto para EJA médio onde foram trabalhados os conteúdos de termodinâmica, energia, matriz energética e eletricidade, medidas elétricas e circuitos elétricos, a importância da utilização de material construído por alunos desenvolvem nos demais uma autoestima de dizer se eles são capazes, por que não faço. É necessário que os alunos descubram que podem fazer ciências nos diferentes níveis de escolaridade.

Os objetivos propostos para o projeto foram atingidos, os educandos construíram gerador termoelétrico, desenvolveram a alfabetização científica, a partir da observação do funcionamento de usina de açúcar e compreendendo as diferentes etapas ocorridas até a produção de energia nos geradores térmicos. Conversação com os alunos envolvidos no processo de construção do gerador, o embasamento científico e tecnológico adquirido em relação aos conceitos trabalhados serviu para análise qualitativa dos objetivos propostos e por fim a percepção deles no que se refere a disciplina física em relação a

os que não se envolveram no projeto foi vista de forma qualitativa. Estes dois dados coletados comprovam a eficiência da metodologia adotada. Ressalto a necessidade de fazer adequações e implementações sugeridas como a incorporação de nanômetro para medir a pressão e um meio de medir a velocidade das turbinas sugeridas por um aluno, coletar outros dados de energia como corrente elétrica, calcular a resistência, trabalhar associação de geradores procurando transformar as aulas de física numa forma mais ampla de aprender conceitos básicos sobre as finalidades das ciências que permeiam a atualidade.

REFERENCIAS

Freire, Paulo. Pedagogia do Oprimido, São Paulo, Raiz e Terra ,2006.

Garcia, Nilson Marcos Dias .etal . A pesquisa em ensino de física e a sala de aula São Paulo, livraria da física. 2012

Freire, Paulo. Pedagogia da esperança , São Paulo, Raiz e Terra ,2006.

Cachapuz , António . A necessária renovação do ensino das ciências , São Paulo, Cortez 2014

Silva, Cibele Celestino. Estudos de historia e filosofia das ciências , são Paulo, livraria da física, 2006.

Delezoicov, Demétrio; Angontti Jose Andre ; Pernambuco ;Marta Maria . Ensino de ciências: fundamentos e métodos , São Paulo , Cortez, 2003

Calçada , Caio Sergio , Sampaio, Jose luiz. Física Clássica , São Paulo, atual , vol 2 , 2012

Calçada, Caio Sergio, Sampaio, Jose luiz. Física Clássica, São Paulo, atual, vol3 , 2012

Brasil , Diretrizes curriculares Nacionais da Educação Básica, Brasília Ministério da educação. 2013

Brasil, Parâmetros curriculares Nacionais ,Brasília Ministério da educação, 2002,

Pernambuco, Parâmetros para a educação básica de Pernambuco- parâmetros curriculares de física – Ensino médio , Recife , secretaria de educação de Pernambuco , 2013

Pernambuco, Parâmetros para a educação básica de Pernambuco- parâmetros curriculares de física – Educação de jovens e adultos, Recife, secretaria de educação de Pernambuco, 2013

Santos, Luciane Mulazani , Metodologia do ensino de matemática e física, Curitiba , IBPEX , 2010.

Brasil, coleção explorando o ensino- física , Brasília, Ministério da educação, 2006.

Dantas, Paulo Lucas, Análise do custo na geração de energia com bagaço de cana de açúcar: um estudo de caso em quatro usinas de São Paulo, 2009,145p dissertação (mestrado em energia) programa de pos graduação em energia da escola politecnica /faculdade de economia e administração /Instituto deEletrotécnica e energia e física universidade são paulo , são paulo 2006

Bachelard , Gaston , a formação do espírito científico , Rio de Janeiro , contraponto, 1996

Anel, fonte renováveis – Biomassa ,

Conab , **A Geração Termelétrica com a Queima do Bagaço de Cana-de-Açúcar no Brasil Análise do Desempenho da Safra 2009-2010, Diretoria de Política Agrícola e Informações Superintendência de Informações do Agronegócio , 2011**

Moreira , Marcos Antônio, GRANDES DESAFIOS PARA O ENSINO DA FÍSICA NA EDUCAÇÃO CONTEMPORÂNEA , porto Alegre , Instituto de Física Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dallabona, Kátia Girardi ; Schroeder ,Edson **A CONSTRUÇÃO DOS SABERES ESCOLARES A PARTIR DA AULA PASSEIO, PPGECIM/FURB**

Brasil , Biomassa , Anel cap 5

Brasil, BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL, 2014 ,Brasília Ministério de Minas e Energia – MME , 2015

Brasil, Resenha Energética Brasileira, 2014, BrasíliaMinistério de Minas e Energia – MME , 2015

Scremin , Juliane ; Junqueira, Sérgio , APRENDIZADO DIFERENCIADO: TURISMO PEDAGÓGICO NO ÂMBITO ESCOLAR, Parana, Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Fourez ,Gérard , a construção das ciências –Introdução À filosofia e a ética das ciências , São Paulo –UNESP, 1995

Fourez ,Gérard, **CRISE NO ENSINO DE CIÊNCIAS?** Dept "Sciences, Philosophies, Sociétés,2003.

Brasil, Ensino Médio Inovador , Brasília **MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃOSECRETARIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA, 2009.**

Moreira,Marco Antonio , APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, ORGANIZADORES PRÉVIOS, MAPAS CONCEITUAIS, DIAGRAMAS V e UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS, porto alegre Instituto de Física – UFRGS, 2012

Ausubel , David P, **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva, Lisboa ,** PARALELO EDITORA, LDA .disponível

Silva, Margareth N máquinas elétricas, ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL FERREIRA VIANA – FAETEC

Rossi , Ariane Escobar , **ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA,** UFSM/CAL/PPGLetras/LABLER

Curso: Manutenção de ferrovia – Eletrotécnica II - 2011.2,instituto federal do Rio grande do norte , disponível

Strobe, ChristianMáquinas Térmicas I Ciclos térmicos a vapor, Paraná , Universidade federal do Paraná

Tolmasquim,,Mauricio T.; Guerreiro ,Amilcar ;Gorini Ricardo, Matriz energética brasileira , uma prospectiva

SEQUENCIA DE DIDÁTICA: TERMOELÉTRICA DO BAGAÇO DE CANA DE AÇÚCAR

Mauricio Jose Rodrigues

Orientador: Alexandro Tenório

Resumo

A sequência didática proposta caminha na perspectiva da Alfabetização Científica como forma de despertar o interesse para a Física e contribuir para a formação de um jovem crítico e participativo.

Ela acontece em quatro momentos:

- 1- A viagem à Usina
- 2- A construção da termoeletrica
- 3- O funcionamento e testagem
- 4- A conversação

Para concluir o trabalho, sugere-se atividades complementares que aprofundem o conhecimento construído ao longo do processo.

Viagem- Visita - Construção

APRESENTAÇÃO

A sequencia didática descrita destina-se aos professores do Ensino Médio que ministram a disciplina de Física, foi elaborada com o objetivo de trabalhar o ensino de Física na perspectiva da Alfabetização Científica tendo como característica o trabalho conjunto professor – alunos. superando a imagem distorcida e empobrecida da ciência e tecnologia. A alfabetização Científica constitui uma possibilidade de tonar os alunos mais interessados por esta ciência. Os documentos legais afirmam que o Ensino de Ciência deve propiciar a construção da compreensão dinâmica da nossa vivência material, do convívio harmônico com o mundo da informação, de entendimento histórico da vida social e produtiva, da percepção evolutiva da vida, do planeta e do cosmos, enfim, um aprendizado com caráter prático e crítico e uma participação no romance da cultura científica, ingrediente essencial da aventura humana. O Ensino de Física planejado e executado a partir de teorias já estruturadas e com problemas bem definidos em que cabe ao aluno apenas fazer substituição de valores nas fórmulas e em que os resultados são predeterminados, produz uma enculturação científica.

Espera-se que esta sequência didática seja utilizada no planejamento de suas aulas de Física ao trabalhar com o conteúdo de termodinâmica, geradores elétricos, entre outros temas, umasequência didática, ao ser trabalhada contribuirá para a formação de estudantes

ativos e protagonistas no seu processo de ensino aprendido. Você, professor, poder fazer adequações que achar pertinentes conforme a sua realidade local e educacional e ao aplicar de forma organizada, estruturada, direcionada e com objetivos claros, essas estratégias poderão contribuir de forma significativa com processo de ensino e aprendizagem. Elas foram elaboradas com o objetivo de promover ao aluno uma aprendizagem contextualizada, relacionada com o seu cotidiano. Desta forma, possibilita-se aos alunos, através do conhecimento adquirido, descobrir aplicações do conteúdo estudado ou mesmo fazer inferências sobre o mundo em que vivem.

O roteiro de atividades apresentado é seguido por dicas e sugestões de aplicação.

OBJETIVO GERAL

- Propor o ensino de Física centrado na relação teoria e prática, das leis da termodinâmica e conceitos da matriz energética brasileira bem como na construção do gerador termoelétrico, com meio de desenvolver a alfabetização científica dos alunos do ensino médio.

- Compreender o Ensino da Física, como contribuinte na a formação do cidadão que pense criticamente, que seja capaz de enfrentar situações problema, interpretar, analisar e planejar intervenções científico-tecnológicas, conforme os PCNs;

- Contextualizar a Física despertando o desejo dos alunos em aprender mais.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Observar funcionamento de um gerador elétrico em uma usina de açúcar, compreendendo as diferentes etapas ocorridas em usina de açúcar até a produção de energia nos geradores térmicos;

- Estimular as perguntas e a busca por respostas para suas indagações

- Construir um gerador- termoelétrico, que use bagaço de cana como combustível, a partir do que foi observado na visita à usina e nas pesquisas realizadas;

- Trabalhar a relação teoria – prática – matemática
- Estimular o diálogo e as discussões e no trabalho em grupo
- Observar através da conversação com os alunos envolvidos no processo de construção do gerador, os embasamentos científico e tecnológico adquiridos em relação aos conceitos trabalhados.
- Analisar a mudança na percepção dos alunos no que se refere a disciplina física , mostrando que um ensino de física contextualizada pode melhorar significativamente seu aprendizado.

Referencial teórico

Base legal

Os Parâmetros Curriculares Nacionais, diz em que a incorporação da ciência contemporânea não se deve ocorrer por conta de sua importância instrumental utilitária, mas para prover os alunos de condições de desenvolvimento de uma visão do mundo atualizada que inclui a compreensão mínima das técnicas e dos princípios científicos em que os mesmos se baseiam nas diretrizes curriculares destes pressupostos, Trabalho, ciências, tecnologia e cultura devem fazer parte da prática educativa, pois em uma formação integral dever se apropriar são somente do conhecimento científico, mas refletir sobre eles nas transformações culturais e na forma produtiva advindo deste conhecimento Segundo as diretrizes curriculares da educação básica os fundamentos de um ensino médio de qualidade social deve ter no trabalho o princípio educativo, pesquisa como princípio pedagógico , o direito humano como princípio norteador e a sustentabilidade como meta universal.

Da alfabetização científica

A alfabetização científica é o objetivo do ensino de ciências, uma vez que pesquisadores em ensino de ciências apontam a alfabetização científica, como meio de

propiciar a participação dos indivíduos da sociedade contemporânea , propõem estes pesquisadores que devem partir da própria concepção de ciência como cultura , sendo assim possui suas próprias normas, valores e linguagem , o que lhes permite entender o porquê das dificuldades dos educandos em se apropriarem desta cultura , Ao ser apresentada em sala de aula , a Física faz os alunos sentirem como se estivessem em um país estranho , com uma língua totalmente desconhecida, pois “ aprender ciência é aprender a falar de ciência .A alfabetização científica classifica-se em prática , cívica e cultural .

Desafios da Física

A física é, em si, simples, natural e fácil de entender. Conhecem-se os termos, conhecem-se os objetos. De modo natural, observamos e sentimos a maioria das coisas: a luz, o frio, o vento , o ar , a água, o fogo, a gravidade, a energia, a duração, etc., cada olhada é uma observação da natureza; cada operação de nossos sentidos e de nossas mãos é uma experiência. Todo mundo é um pouco físico, de acordo com o espírito mais ou menos aberto e capaz de um raciocínio natural ao passo que a geometria é toda abstrata e misteriosa em seu objeto e em seus procedimentos, ache em seus termos (Bachelard, 1996, pg 243).

Os Parâmetros para a Educação básica do Estado de Pernambuco afirmam que a Física deve contribuir para formação científica, histórica e humana que possibilite ao estudante a capacidade de participação crítica na vida social e que as escolas necessitam vencer o caráter linear e hierarquizado que vem sendo tratado o ensino de Física e que precisando incluir a física do século XIX que vem sendo usado de forma ilustrativa (Parâmetros Curriculares para o Ensino de Física, pag 32), o ensino urge de mudanças metodológicas a fim de torna-la ,mais atrativa e de cumprir o seu papel social

Base dos conteúdos da física

Máquina térmica;

As máquinas térmicas tiveram importante papel na revolução industrial que ocorreu no final do século XVII, tendo como uma das principais características, a substituição do trabalho artesanal pelo assalariado e com máquinas que ocorreu entre os anos 1760 e 1830. mas tarde esta foram utilizada para movimentar locomotivas e navios. No século XIX o calor foi reconhecido como energia e foi estabelecido a lei da conservação da máquina térmica (Calçada p.146)

Maquina térmica consiste em Todo o dispositivo que transforma vapor em trabalho e pode ser classificado em : Máquina a vapor e motor à explosão

Geradores

São máquinas que transformam energia não elétrica em elétrica e que, de acordo com o tipo de energia não elétrica a ser transformada em elétrica esta pode ser: gerador químico -como as pilhas- gerador fotovoltaico- que usa a luz- ou ainda, o gerador mecânico ou eletrodinâmico como os utilizados nas usinas hidrelétricas, térmicas e nucleares.

Que podem ser:

- a) Os geradores de corrente contínua
- b) Geradores de corrente alternada
- c) Geradores a vapor

Calorimetria:

Calor: energia transferida de um corpo a outro exclusivamente devido a diferença de temperatura existente entre os dois corpos

Primeira lei da termodinâmica

Basea-se no princípio da conservação da energia em cuja a expressão matemática é $\Delta U = Q - \tau$.

Em um sistema termodinâmico pode ocorrer transformação gasosa.

Isotérmico: quando a temperatura é constante, neste caso;

$$\Delta U = 0 \quad e \quad Q = \tau$$

Isobárico: quando a pressão é constante, neste caso;

$$\tau = P\Delta V \quad (\text{eq 10})$$

$$Q = \tau + \Delta U (\text{eq 11})$$

Isovolútrico: quando o volume é constante ,

$$\Delta V = 0, \tau = 0 \quad e \quad Q = \Delta U$$

Adiabática: não há troca de calor da vizinhança, ou seja, não recebe e nem fornece calor, logo: $Q = \text{Nulo}$ implica que $\Delta U = \tau$

Cíclica: o sistema retorna ao estado inicial

Isentrópica: A entropia do sistema permanece constante, sendo assim as transformações reversível e adiabática, são transformações desta natureza.

Estrangulamento

É um processo complementar que consiste em fazer um fluido em pressão constante e elevada atravessar uma parede porosa ou uma válvula de agulha ou de estrangulamento.

Segunda lei da termodinâmica

Esta não contraria a lei da conservação da energia, ela pode se expressa das seguintes forma

Carnot- É impossível atingir rendimento térmico igual a 1

Clausius – É impossível transferir o calor de um corpo mais frio para um outro mais quente sem realizar trabalho.

Kelvin-Planck-É impossível, para qualquer sistema, operar em um ciclo termodinâmico-fornecer trabalho líquido para sua vizinhança trocando energia na forma de calor com um único reservatório térmico

Matriz energética

A nossa matriz energética é:

A nossa matriz em relação ao mundo tem uma maior participação das fontes renováveis, necessitamos, porém, investir em pesquisas para encontrar outras formas alternativas e renováveis de produção de energia e tornar as existentes economicamente viáveis,

Energia de biomassa

Considera-se biomassa qualquer matéria orgânica de origem florestal, agrícola e rejeitos urbanos ou industriais que podem ser transformados em energia mecânica, térmica ou elétrica(Anel ,p.67

Biomassa da cana de açúcar

A cogeração é uma prática cada vez mais tradicional do setor sucroalcooleiro, sendo aplicada em varias partes do mundo . No Brasil , desde a instiuição do Proálcool , parte significativa das usinas do ramo tornou-se auto-suficiente em termos energéticos, passando a gerar toda a energia necessária para supirir sua demanda utilizando cada vez mais bagaço de cana de açúcar , que responde por 30% do conteúdo energético da cana moída , chegando a render exedentes que podem ser vendidos a rede

(BRINGHENTI., 2003, Apud, Rafael prudencio , p 2

A geração de energia, a partir do bagaço de cananão é prática atual , está presente à cogeração nas indústrias sulcoaleiras que existem há décadas, e não exclusividade do

Brasil. Na revolução industrial havia presença da máquina a vapor, no Brasil da década 80, com a crise do petróleo o que elevou consideravelmente o valor da energia elétrica. Com a necessidade de as usinas passaram a utilizar o vapor não só para movimentar as máquinas, mas para produzir energia elétrica para o consumo próprio, e a novidade para este setor é a venda do excedente, para o sistema elétrico nacional.

Ciclos térmicos aplicado na cogeração de energia térmica

1- **Ciclo Rankine** – o calor é proveniente da combustão do bagaço para a produção de vapor e feito em caldeiras. A energia térmica acumulada em forma de calor é utilizada para o aquecimento de processos industriais e para a geração de energia, acionando turbinas a vapor e acopladas ao gerador elétrico. O rendimento neste processo é de 30 a 35%. Este é o mais utilizado para o setor sucroalcooleiro.

2- **Ciclo Brayton** – Neste tipo de ciclo o ar atmosférico é succionado pelo compressor, onde é comprimido para uma alta pressão. O ar que entra na câmara de combustão é misturado ao combustível para ocorrer a combustão resultando em gases de alta temperatura. Os gases originários da combustão se expandem através da turbina e descarregam na atmosfera. O rendimento de aproximadamente 35%

3- **Ciclo combinado** – este é mais usado quando se deseja produzir energia elétrica e térmica em quantidades variáveis, baseando-se nas potências dos ciclos Rankine e Brayton, seu rendimento é superior aos dos ciclos isolados e é apropriado para processos de cogeração onde a demanda de energia elétrica é superior à demanda de vapor.

Circuito elétrico

Conjunto de caminhos que permite a passagem da corrente elétrica, constituído por elementos elétricos ligados um ao outro e conectados a um gerador, quando o circuito só possui um caminho para a circulação da corrente elétrica diz que o circuito é simples.

Grandezas elétrica fundamentais

Corrente elétrica : A fonte de energia elétrica (força eletromotriz) é a responsável por criar o campo elétrico que exerce em cada elétron livre uma força capaz de orientá-lo no sentido ordenado. Dessa maneira, corrente elétrica é o movimento ordenado de portadores de carga elétrica quando se aplica uma diferença de potencial nas extremidades de um material condutor (A) unidade de medida da corrente elétrica e o ampere (A).

Tensão elétrica (denotada por ΔV), também conhecida como **diferença de potencial** (DDP), é a diferença de [potencial elétrico](#) entre dois pontos ou a diferença em [energia elétrica potencial](#) por unidade de [carga elétrica](#) entre dois pontos. Sua unidade de medida é o [volt](#)

Resistência elétrica Entende-se por resistência elétrica a oposição oferecida pelo material a circulação dos elétrons. Sua unidade de medida é o ohm (Ω).

Procedimentos instrucionais para o uso da sequencia didática

Tendo como base pedagógica a alfabetização científica, sugiro que adote o diálogo, o debate dos conteúdos, aprender física e falar de física oportunizando os alunos expor suas ideias e dificuldades Estimule o trabalho em grupo e trabalhe contextualizando o conteúdo utilizeo turismo pedagógico e simulações ou vídeos sobre o tema. Incite a perguntas e procure as respostas das suas indagações, como diz Bachelard, todo o conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído.

O trabalho foi planejado e foi aplicado com 25 alunos do segundo ano do ensino médio, tendo a duração de um mês, o que corresponde a 25 aulas. A escola na qual se vivencia esta sequencia é de tempo integral. Para trabalhar com o grupo maior de alunos pode ser planejadas outras atividades de construção ou até mais de um gerador, com outras adequações, textos científicos diferenciados para uma posterior socialização, independente do número de alunos de sua turma, todas as estratégias que constituem o nosso trabalho poderão ser utilizadas

Sugestões

- I. Procure relacionar o contexto a sua aula – contextualize;
- II. Explore as questões históricas, pois é importante saber de onde vieram as teorias
- III. Tenha uma relação dialógica com os alunos. Este dialogo não deve ser polêmico e de imposições de ideias, a fim de não perder a oportunidade de saber o que pensam os seus alunos e quais as suas dificuldades
- IV. Desenvolva trabalho em grupo, mas o oriente- no que é um trabalho em grupo, pois muitas vezes prevalece a ideia de um membro, geralmente o que mais argumenta.
- V. Recorra a estratégias que dinamizem as aulas,

- VI. Proponha atividades experimentais, como ponto de discussão e construção do conhecimento e não como mera Receita de bolo
- VII. Faça a inserção da contemporaneidadenas aulas ,
- VIII. Estimule o protagonismo e desafios
- IX. Procure desenvolver o censo crítico baseada em conhecimentos científicos
- X. Trabalhe o tripé ciência – tecnologia – ambiente

Estruturação da sequência didática

Esta sequência didática foi elaborada tendo como base o trabalho de dissertação do Mestrado Profissional no Ensino de Física, da SBF - polo UFRPE – Unidade Acadêmica de Garanhuns **TERMOELÉTRICA DO BAGAÇO DE CANA DE AÇÚCAR: UMA POSSIBILIDADE DE ALFABETIZAR CIENTIFICAMENTE**(Rodrigues , 2016) objetivando a melhoria nas aulas de física, envolvendo um bloco de conteúdos: energia , termologia , termodinâmica , geradores e medidas elétricas , os parâmetros curriculares propõem que a Física contribua na formação do cidadão crítico, participativo, capaz de se envolver nas discussões que foquem nas ciências .

Para desenvolver o material, inicialmente, parti do desafio da construção da maquina térmica, devido as nossa restrição de material de fazer com que a maquina completasse o ciclo térmico e sendo a escola inserida na zona da Mata Norte do Estado de Pernambuco surge a ideia da construção do gerador térmico Um grupo de 25 alunos, dos segundos anos , foram convidados a participar destes desafios se responsabilizando por socializar os resultados na escola. A sequência é composta por quatro etapas . Descritas a seguir:

Sequencia didática

As etapas de aplicação da sequência didática acontecem em quatro momentos vivenciados com sugestões que podem melhorar o trabalho do professor ou de substituição de material caso seja necessário .

Estratégia 1

Do turismo pedagógico

Após o desafio proposto, a primeira atividade foi a visita a Usina Central Olho D'águapara conhecer o funcionamento , do descarrego ate a análise química ,mas o ponto o principal foi conhecer o funcionamento do tubo gerador .

Roteiro da viagem

Antes

- ✓ Converse com o grupo sobre qual o objetivo, e o que vamos ver, para que não transforme uma atividade de conhecimento em lazer.
- ✓ Estabeleçanormas de conduta

Durante a visita

- ✓ Siga as orientações das normas da empresa
- ✓ Pergunte tudo o que puder , para que depois não fiquem dúvidas
- ✓ Anote e faça registro de áudio e fotográfico

Após a viagem,

- ✓ Avalietodososmomentosexperenciados
- ✓ Retome pontos vistos e discuta-os
- ✓ Socialize com os demais grupos

Caso não seja possível visitar uma usina que possua a cogeração poderá fazer opção por vídeos (seguem alguns endereções) mas se opte pela experiência 'in loccu' pois além de conhecer a tecnologia e os conceitos físicos,segundo Beni(1998:74) favorece a relação teoria/prática que, proporcionada pelo turismo nos põe em contato com muitas pessoas, amplia e enriquece as maneiras de pensar e de atuar, expandindo o acervo cultural.

Sites sugeridos

<https://www.youtube.com/watch?v=BcF05beW5eE>

https://www.youtube.com/watch?v=_jJIMsXX-n0

video.rnp.br/portal/video/video.action;jsessionid.

Vídeos da GOGEN- associação da indústria de cogeração de energia

Estratégia 2

Da construção

Após a visitação realize pesquisa em livros e vídeos da internet sobre o tema. Pesquise material necessário, providencie e mãos a obra

Material utilizado

- 1- Balão de gás de freonfig 1
- 2- Flange
- 3- Porca
- 4- T de ferro de rosca
- 5- Fios
- 6- Led de 3 volts
- 7- Válvula da panela de pressão
- 8- Cano de cobre
- 9- Massa durapox
- 10- Multímetro
- 11- Base de madeira de 0,90 m x 0,40m
- 12- Cuba metálica
- 13- Cano de PVCde 100mm dividido ao meio
- 14- 3 Suporte com
- 15- 1 suporteparabalão de gás

Construção

Fixando os dois suportes do balão de água, confeccionados e um ferreiro com 0,25 de largura e 0,18m de altura e na parte inferior forma um L com 4 cm , com furos para fixar conforme fig 2 , na base inferior a 2m de altura há uma barra de ferro onde se apoia a cuba e base superior uma outra barra que possui uma depressão na forma de semicírculo com 22,5 cm de diâmetro e 9cm de profundidade, em seguida foi a vez de fixar 6 postes de arame revestidos por canudinhos de refrigerantes , este após a primeira testagem foi substituído por uma haste metálica em forma de L de 25 cm de altura e 4cm de base no qual colocamos o led. Depois traçamos uma diagonal em relação ao suporte do balão de água , e a 26cm fixamos uma barra de ferro com a mesma altura e com furo de 8mm a 23cm de altura , por onde passou o cano de cobre de saída de vapor , e a 13 cm colocamos uma haste das mesmas dimensões , sem furo onde fixamos o motor de 12 volts preso por

rabo de gato, Fixamos o cano de PVC partido ao meio distante 8 cm da turbina fig 5 que funciona como condensador e protetor, para medir a voltagem utilizamos um multímetro digital. Furamos o balão de gás e soldamos uma porca para acoplar a válvula da panela de pressão, usando um cano de cobre de 7mm em forma de L e em uma extremidade fixamos a válvula com massa durapox e na outra um flange de broze de 7mm de rosca. Usamos para isso um T com rosca e fechamos uma extremidade com massa, uma extremidade utilizada para acoplar ao balão que fica móvel onde retiramos para colocar água e na outra acopla-se o cano onde se encontra a válvula, no cano condutor de vapor do balão até a turbina colocamos outro flange para acoplar a saída de gás do balão, de acordo com a fig. 3 e no eixo do motor colocamos o cooler que serve com turbina. Como caldeia usamos a cuba com 0,24cm x 0,15cm x 0,08 cm de chapa de ferro conforme fig4, que tanto pode ser usada para a queima do bagaço como o do carvão.



Fig 1 – Balão de gásfréon

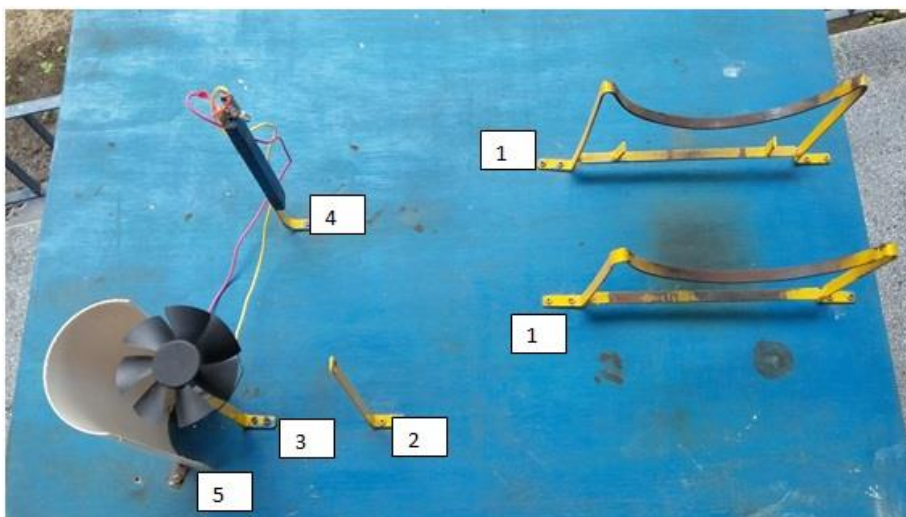


Fig2. suporte do balão de água(1) , da turbina(3) , do cano de vapor(2) , led (4) e amteparo de vapor (5)
Fonte: própria

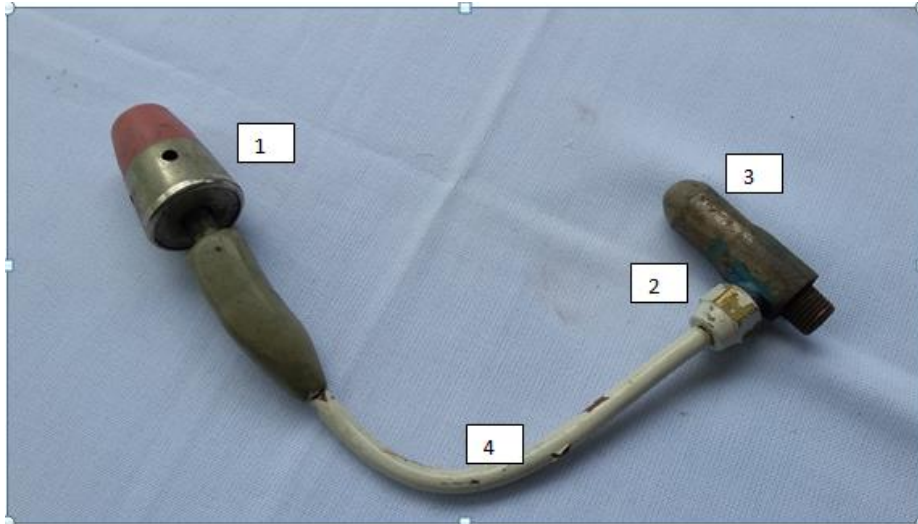


Fig3: controle de pressão (1) válvula da panela de pressão ,(2) flange (3) T, (4) cano de cobre
Fonte: própria



Fig 4: cuba
Fonte: própria



Fig5: (1) Cooler usado como turbina e(2) motor de 12 vots



Fig 6 Gerador pronto,
Fonte: próprio

Estratégia 3 ; testagem - Funcionamento

Colocar fogo no bagaço que estava dentro da cuba, até a ponto de brasas, colocar no local destinado , abaixo do balão contendo 3 litros de água, a uma temperatura ambiente. Abrir a válvula a cada 7 minutos para verificar a saída do fluxo do vapor que a cada saída duracerca de um minuto, pois o fluxo de vapor deve sair tangente à turbina para que ela gire, esta devendo ser direcionado. Coloca-se um multímetro para a realização das medições.



Fig 39: gerador funcionando após a abertura da válvula para a liberação de vapor
Fonte: própria



Fig 41: luminosidade produzida
Fonte: própria

Estratégia 4;
Conversação

Durante todo desenvolvimento, sempre conversamos sobre as dificuldades encontradas, e as possíveis soluções, como a utilização de instrumento de medida elétrica, geradores tipos e equações, conceitos da física como conservação da energia, termologia e eletromagnetismos, que corriqueiramente são trabalhados como se não existisse nenhuma relação devido ao aspecto linear em que se trabalha. Nota-se a redução da prática, a contextualização da física, um trabalho significativo focado nos conteúdos procedimentais e conceituais. Os alunos, construíram conceitos mais sólidos, partindo dos seus conhecimentos prévios, sobre conservação da energia e pressão, foram trabalhados os conceitos de calorimétrica, termodinâmica e ainda geradores elétricos, bem como a utilização de equipamentos como ferro de solda, a equação da energia cinética, $E_c = mv^2/2$, foi verificada, matriz energética e os impactos ambientais

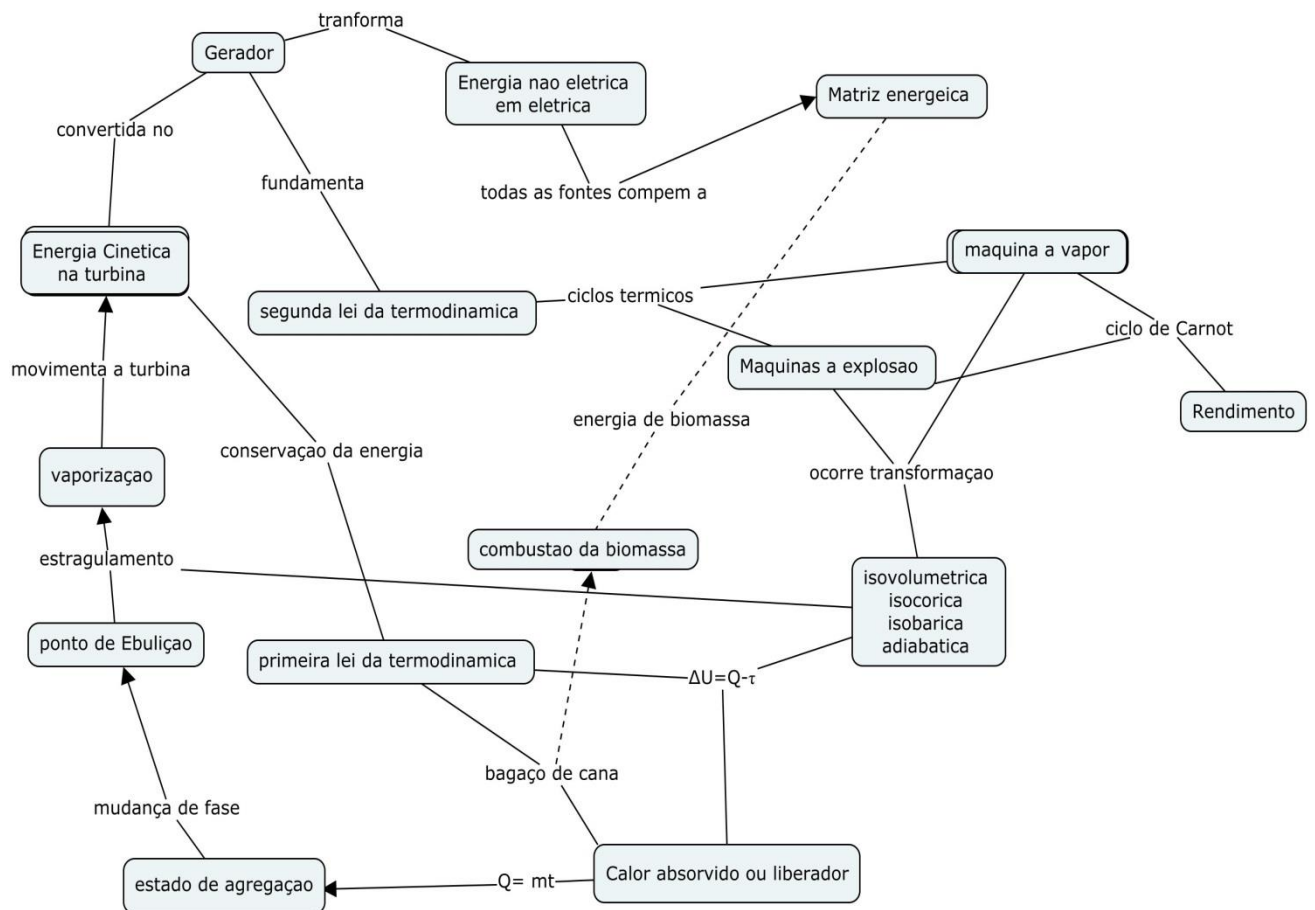


Fig6: mapa conceitual dos conteúdos trabalhados

Sugestões

Caso você não tenha bagaço na sua região, o combustível pode ser trocado por carvão, portanto confeccione a cuba de forma a comportar os dois tipos de combustível. Ao trabalhar como bagaço, estimule a pesquisa do uso do bagaço como a produção de vinagre, papel artesanal e aglomerado para moveis. Pode-se ainda, recorrer à literatura como a Jose Lins do Rego em Menino de Engenho que descreve o apogeu e o declínio do setor açucareiro.

Dessa forma, o processo ensino aprendizagem será contextualizado e oportunizará a “curiosidade acadêmica” para novas pesquisas e estudos de aprofundamento dentro desta abordagem.

Considerações finais

Sequenciadiatica