

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
SANTA CATARINA - CAMPUS JARAGUÁ DO SUL  
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS DA NATUREZA COM HABILITAÇÃO  
EM FÍSICA**

**SANDRO DE MORAES RIBAS**

**PROPOSTA CTSA PARA O ENSINO DE FÍSICA, PARTINDO DO ESTUDO DA  
CONSTRUÇÃO DE UMA TERMELÉTRICA NA REGIÃO DE JARAGUÁ DO SUL**

**JARAGUÁ DO SUL  
JULHO/2013**

**SANDRO DE MORAES RIBAS**

**PROPOSTA CTSA PARA O ENSINO DE FÍSICA, PARTINDO DO ESTUDO DA  
CONSTRUÇÃO DE UMA TERMELÉTRICA NA REGIÃO DE JARAGUÁ DO SUL**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Campus Jaraguá do Sul, como parte dos requisitos de obtenção do título de Licenciado em Ciências da Natureza com Habilitação em Física.

Orientador: Prof. Rodrigo Rocha

**JARAGUÁ DO SUL  
JULHO/2013**

## RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido com a finalidade de superar alguns limites da didática convencional, com a qual a maioria das escolas está habituada a trabalhar. Nas últimas décadas diversos trabalhos estão sendo desenvolvidos na Educação Básica do Brasil e no mundo, no campo do ensino de Ciências, visando uma aproximação dos conteúdos com a realidade dos alunos. O ensino com enfoque CTSA é um deles, pois possibilita o uso de estratégias em estudos de casos socioambientais, como contribuição à formação da cultura científica e tecnológica baseada numa visão mais ampla do mundo. Desse modo, esse trabalho desenvolvido na disciplina de Física da Escola de Educação Básica Professor Giardini Luiz Lenzi, em Jaraguá do Sul – SC. Buscou aproximar alunos do terceiro ano do Ensino Médio aos fatores que envolvem o funcionamento de uma usina de incineração de lixo, que está em projeto na prefeitura de Jaraguá do Sul. Os resultados indicam que o ensino por enfoque CTSA é uma boa opção a ser utilizada, pois contribui no desenvolvimento a cidadania nos alunos, na prática da educação ambiental e proporciona a interdisciplinaridade por meio de um tema que é realidade na região onde o aluno está inserido.

**Palavras-Chave:** Abordagem CTSA. Usina de Incineração. Proposta de Ensino.

## ABSTRACT

This work was developed in order to overcome some limitations of conventional teaching, with which most schools are used to working. In recent decades many studies are being developed in Basic Education in Brazil and in the world in the field of science teaching, seeking an approximation of the contents with the reality of the students, the teaching approach with CTSA is one, it allows the use of strategies environmental case studies as a contribution to the training of scientific and technological culture based on a broader view of the world. Thus, we present a work in the discipline of Physics, School of Basic Education Teacher Giardini Luiz Lenzi in Jaragua do Sul – SC. Was seeking closer students of the third year of high school to factors involving the operation plant waste incineration of Jaragua do Sul, which is still project in the city. The results indicate that the teaching by CTSA approach is a good option to be used as students develop citizenship in the practice of environmental education and provides an interdisciplinary approach through a topic that is reality in the region where the student is inserted.

**Key-words:** CTSA Approach. Incineration Power Plant. Teaching Proposal.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 PROBLEMAS DA PESQUISA .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 OBJETIVOS.....</b>	<b>4</b>
1.3.1 Objetivo Geral .....	4
1.3.2 Objetivos específicos .....	4
<b>5. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>5</b>
<b>5.1 CTSA - (CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E MEIO AMBIENTE) .....</b>	<b>5</b>
<b>5.2 APRENDIZAGEM CENTRADA EM EVENTOS (ACE).....</b>	<b>11</b>
<b>5.3 USINA DE INCINERAÇÃO DE JARAGUÁ DO SUL.....</b>	<b>11</b>
<b>5.4 USINA DE INCINERAÇÃO DE LIXO .....</b>	<b>13</b>
<b>6. METODOLOGIA.....</b>	<b>15</b>
<b>6.1 PROPOSTA .....</b>	<b>15</b>
6.1.1 Sujeitos da Pesquisa. ....	16
6.1.2 Atividades na Escola.....	16
<b>7. ANÁLISE DE DADOS .....</b>	<b>21</b>
<b>7.1 APRESENTAÇÕES DOS ALUNOS.....</b>	<b>21</b>
7.1.1 Abordagem de Conteúdos Pendentes nas Apresentações.....	24
<b>7.2 ANÁLISES DAS CONCEPÇÕES OBTIDAS ATRAVÉS DO QUESTIONÁRIO .....</b>	<b>24</b>
<b>7.3 FOLHETOS SOBRE A USINA.....</b>	<b>27</b>
<b>8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>29</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>31</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>33</b>
<b>1. FOLHETOS INFORMATIVOS DESENVOLVIDOS PELOS ALUNOS .....</b>	<b>33</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>39</b>
<b>1. QUESTIONÁRIO.....</b>	<b>39</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A sociedade está cada vez mais dependente dos avanços científicos e tecnológicos, buscando maior conforto e comodidade. A ciência por sua vez dispõe de máquinas e equipamentos que utilizam altas tecnologias para os mais variados fins dentro da necessidade da sociedade, mas para isso criam-se novas demandas de energia e matéria prima. De acordo com Alves e Carvalho (2006) os padrões atuais de vida, tidos como modernos fazem com que não nos preocupemos com assuntos ligados à energia, salvo quando sentimos sua escassez ou sua ausência. Fundamentais à manutenção da vida as questões energéticas passam muitas vezes despercebidas pela consciência humana.

O mundo moderno é cada vez mais artificial, no sentido de intervenção humana, e há uma crescente necessidade por conhecimentos científicos e tecnológicos para a tomada de decisões, individuais ou coletivas (RICARDO, 2007), o problema é que a influência da ciência e tecnologia em nosso meio ambiente e sociedade, ainda não são percebida por todos, parecem ser distantes.

Os jovens, em particular, interagem constantemente com novos hábitos de consumo que são reflexos diretos da tecnologia atual. Paradoxalmente, não recebem na escola uma formação para a ciência e a tecnologia que vá além da informação e de relações meramente ilustrativas ou motivacionais entre esses campos de saberes. Mesmo quando há inovações, que buscam aproximar os alunos do funcionamento das coisas e das questões tecnológicas, ainda ficam ausentes outras dimensões do mundo artificial e da compreensão da sua relação com a vida diária. (RICARDO, 2007).

O enfoque CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente), vem para completar essa necessidade na educação brasileira e mundial, corresponde a uma associação entre educação científica, tecnológica, social e ambiental, na qual os alunos assimilam o conhecimento científico com a tecnologia e o mundo social a partir de suas experiências no cotidiano.

De acordo com Alves e Carvalho (2006), há uma necessidade sempre crescente de consumo de energia no Brasil e no mundo a fora, e tem levado muitas nações a utilizarem os recursos naturais, próprios ou de outros países, de forma descontrolada, o petróleo é prova que evidencia isto. A energia elétrica dentre todas as formas de energia, é a que mais está sendo utilizada, e nesse mundo moderno com o crescente consumo energético, o país ou região que possuir maior produção de energia, está propício a receber mais investimentos e ter um maior avanço tecnológico e social.

Segundo Bertoldi (2007), a cidade de Jaraguá do sul está em pleno desenvolvimento e ampliação, com um aumento contínuo de número de casas, indústrias e empresas de pequeno à grande porte. Esse desenvolvimento

acelerado provoca muitos problemas, dentre eles os usados e citados neste trabalho são, o aumento da quantidade de lixo produzida pela população de Jaraguá do Sul e o consumo crescente de energia elétrica na cidade. Para solucionar esses problemas, foi proposta a implantação e construção de uma usina termelétrica de incineração de resíduos sólidos urbanos (RSU), conhecido popularmente por lixo doméstico. Por enquanto a usina se trata apenas de um projeto que está em desenvolvimento, e ganha força a cada dia, pois agora começou a receber apoio de empresários da região, interessados na energia produzida por ela. Este projeto foi proposto a dez anos atrás, mas somente agora acredita-se que a cidade e a região tenham condições para sua construção, pois envolve vários fatores desde sociais, ambientais e econômicos.

Este trabalho tratará apenas de algumas transformações específicas de energia envolvidas numa termelétrica. Centrará-se a atenção à transformação de uma fonte energética de natureza química (lixo) para outras de natureza térmica e cinética, que finalmente produzirá a energia elétrica, que ocorre a partir da combustão do lixo para sua produção. Porém, o enfoque CTSA que se irá utilizar deixa propício outros tipos de transformações, e impactos de naturezas: socioambiental, econômica, política e tecnológica, vinculadas à necessidade de geração e consumo de energia elétrica.

O aporte para as análises fundamenta-se nos trabalhos de Souza Cruz (2001), Alves e Carvalho (2005), Regis e Bello (2011) e Alves e Carvalho (2006), que são desenvolvidos a partir de ocorrências políticas, técnicas e econômicas dentro da perspectiva CTSA, assim como objetiva-se nesse projeto. O trabalho apresentado foi realizado durante as aulas da Física, na Escola de Educação Básica Professor Giardini Luiz Lenzi, em Jaraguá do Sul.

O que será apresentado se configura em um tema atual e de interesse dos alunos, confirmado na sondagem inicial da sala. Trata-se do estudo da possível construção de uma usina de incineração de lixo inserido no ensino da área de Ciências Naturais, mais especificamente em Física, uma abordagem que envolve Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).

## **1.1 PROBLEMAS DA PESQUISA**

Como utilizar a construção de uma usina termelétrica na região de Jaraguá do Sul para conscientização científica, tecnológica e ambiental na formação de futuros cidadãos?

Como inserir a abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente) na área de física?

## **1.2 JUSTIFICATIVA**

O mundo moderno contemporâneo está em constante progresso, e a cada dia são criadas novas tecnologias que são acessíveis e estão à disposição de todos, inclusive dos alunos de diferentes níveis das escolas brasileiras. O que muitas pessoas não se dão conta é que hoje estamos em um crescimento exponencial do consumo de energia elétrica no país, que é o resultado da comodidade proporcionada pelas novas tecnologias, que são fruto das descobertas e estudos da ciência. Mas, muitas vezes, parece que a escola fica alheia a tudo isso, presa a conteúdos e conceitos dos séculos passados, que parecem não motivar os alunos para os estudos, fazendo assim a escola perder seu papel que é formar cidadãos atuantes na sociedade moderna.

O ensino por enfoque CTSA (Ciência, Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente), apesar de não ser uma nova metodologia, pode suprir essa necessidade encontrada em muitas escolas brasileiras e do mundo, pois ela atua a partir de acontecimentos ou fatos no qual o aluno está envolvido ele é sujeito ativo no processo ensino-aprendizagem. Integrar fatores sociais e ambientais com o uso da tecnologia e ciência promove assim a interdisciplinaridade proposta nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs).

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo Geral**

Analisar o potencial pedagógico do uso da abordagem CTSA na área de Física, por meio de uma intervenção pedagógica que partiu da temática “usina termelétrica para incineração de lixo doméstico”.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Focalizar o estudo de caso na termelétrica, a fim de evidenciar efeitos ambientais e sociais na região devido a sua construção.
- Investigar a relação custo-benefício ambiental e social, na construção da usina de incineração de resíduos.
- Refletir sobre o uso racional dos recursos naturais
- Avaliar os riscos e impactos ambientais na construção da usina de incineração.



## 5. REVISÃO DE LITERATURA

### 5.1 CTSA - (CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E MEIO AMBIENTE)

De acordo com Linsingen (2004), o estudo CTSA, começa a tomar um novo e importante rumo a partir de meados de 1960 e início dos anos 70, como resposta ao crescimento do sentimento generalizado de que o desenvolvimento científico e tecnológico não possuía uma relação com o bem-estar social, como se acreditava desde o século XIX.

Os estudos CTSA surgem como uma reflexão crítica do papel da ciência e da tecnologia na sociedade. Ela emerge em um contexto envolvido por um clima de angústia e apreensão provocados pelos problemas sociais e ambientais da época. Dentre eles pode-se destacar a guerra do Vietnã, a guerra fria, a divulgação dos meios de comunicação das catástrofes ambientais, as novas armas químicas e biológicas, os novos poderes destrutivos das armas nucleares (que foram testadas no oceano Pacífico e nos desertos dos EUA e tiveram grande repercussão mundial). Nesse mesmo contexto surge a crítica ao modelo tradicional de ensino e currículo, e se propõe alternativas para uma nova forma de ver as interações entre ciência, tecnologia e sociedade e o ensino.

Os trabalhos curriculares em CTSA surgiram, assim, como decorrência da necessidade de formar o cidadão com conhecimento em ciência e tecnologia, o que não vinha sendo alcançado pelo ensino tradicional de ciências. De acordo com Santos e Mortimero (2002) o cenário em que tais currículos foram desenvolvidos corresponde, no entanto, ao dos países industrializados, como da Europa, dos Estados Unidos, do Canadá e da Austrália, nos quais haviam necessidades urgentes quanto, à educação científica e tecnológica.

Desde seu início, os estudos e programas CTSA seguiram três grandes direções: no campo da pesquisa, como alternativa à reflexão acadêmica tradicional sobre a ciência e a tecnologia, promovendo uma nova visão não-essencialista e socialmente contextualizada da atividade científica; no campo das políticas públicas, defendendo a regulação social da ciência e da tecnologia, promovendo a criação de mecanismos democráticos facilitadores da abertura dos processos de tomada de decisão sobre questões de políticas científico-tecnológicas; e, no campo da educação, promovendo a introdução de programas e disciplinas CTSA no ensino médio e universitário, referidos à nova imagem da ciência e da tecnologia, que já se estende por diversos países. (LINSINGEN, 2004)

Segundo Ricardo (2007), o movimento CTSA se insere em um contexto bem mais amplo que a escola. A designação Educação CTSA comporta elementos que transcendem a educação formal, isto é, aquela que se dá em uma relação didática, em um espaço e com tempo definidos pela escola. Ao mesmo

tempo em que as disciplinas científicas parecem não serem bem aceitas entre os alunos, a ciência usufrui de grande prestígio na sociedade, o que leva a pensar que tal relação não é produzida pela escola, pois esta não é a única fonte geradora da cultura científica. Pode-se observar que os meios de comunicação, tem forte influência na opinião pública e contribuem para a construção de uma concepção do que é a ciência. Ricardo (2007) relata que essa influência não atinge somente os alunos, mas também os professores, uma vez que todos estão suscetíveis a criar suas representações sociais a respeito do empreendimento científico e tecnológico.

Os meios não formais de divulgação e educação científica e tecnológica assumem, de certo modo, um vazio deixado pela escola, que é o de dar acesso aos avanços dessas áreas de saberes às pessoas, uma vez que estas vivenciam em seu cotidiano a tomada de decisões e debates atuais que envolvem aspectos científicos e tecnológicos. Poder-se-ia dizer que há uma demanda subjacente por uma alfabetização científica e tecnológica (RICARDO, 2007)

Mas, apesar de os meios de comunicação divulgarem alguns pontos preocupantes do avanço científico-tecnológico como a produção de alimentos transgênicos, as possibilidades de problemas na construção de usinas nucleares, o tratamento ainda precário do lixo, a emissão de gases poluentes entre outros, muitas pessoas ainda têm dificuldades de perceber por que tais assuntos estão sendo discutidos e que eles podem causar problemas a curto ou longo prazo. De acordo com Pinheiro et al (2007) mal sabem as pessoas que atrás de grandes promessas de avanços tecnológicos escondem-se lucros e interesses das classes dominantes.

Torna-se cada vez mais necessário que a população possa, além de ter acesso às informações sobre o desenvolvimento científico-tecnológico, ter também condições de avaliar e participar das decisões que venham a atingir o meio onde vive. É necessário que a sociedade, em geral, comece a questionar sobre os impactos da evolução e aplicação da ciência e tecnologia sobre seu entorno e consiga perceber que, muitas vezes, certas atitudes não atendem à maioria, mas, sim, aos interesses dominantes. (PINHEIRO et. Al. 2007).

Bazzo (1998), diz que o cidadão merece aprender a ler e entender, muito mais do que conceitos estanques, a ciência e a tecnologia, com suas implicações e consequências, para poder ser elemento participante nas decisões de ordem política e social que influenciarão o seu futuro e o dos seus filhos.

Sendo assim, precisamos de uma imagem de ciência e tecnologia que possa trazer à tona a dimensão social do desenvolvimento científico-tecnológico, entendido como produto resultante de fatores culturais, políticos e econômicos. Seu contexto histórico deve ser analisado e considerado como uma realidade cultural que contribui de forma decisiva

para mudanças sociais, cujas manifestações se expressam na relação do homem consigo mesmo e os outros. (PINHEIRO et. Al. 2007).

Alfabetizar os jovens em ciência e tecnologia é hoje uma necessidade do mundo moderno, e essa tem sido a principal proposta do ensino com enfoque CTSA. Por esse motivo tem sido usado como base para construir currículos em vários países, em especial os de ciências, dando prioridade a uma alfabetização científica interligada ao contexto social, e não se trata apenas de mostrar as maravilhas da ciência e tecnologia, mas sim disponibilizar as representações que permitam ao cidadão agir, tomar decisão e compreender o que está em jogo, e essa tem sido a principal proposição dos currículos com ênfase em CTSA, destacam Santos e Mortimero (2002).

De acordo com Santos e Mortimero (2002, apud ROBERTS 1991) o enfoque CTSA refere-se às ênfases curriculares em “Ciência no contexto social” como aquelas que tratam das inter-relações entre explicação científica, planejamento tecnológico e solução de problemas, e tomada de decisão sobre temas práticos de importância social. Segundo Pinheiro et. Al. (2007) o enfoque CTSA no contexto educativo, traz a necessidade de renovação na estrutura curricular dos conteúdos, de forma a colocar a ciência e tecnologia em novas concepções vinculadas ao contexto social.

Quando se fala em enfoque CTSA é importante que alguns objetivos sejam seguidos:

I Questionar as formas herdadas de estudar e atuar sobre a natureza, as quais devem ser constantemente refletidas. Sua legitimação deve ser feita por meio do sistema educativo, pois só assim é possível contextualizar permanentemente os conhecimentos em função das necessidades da sociedade.

II Questionar a distinção convencional entre conhecimento teórico e conhecimento prático - assim como sua distribuição social entre ‘os que pensam’ e ‘os que executam’ – que reflete, por sua vez, um sistema educativo dúbio, que diferencia a educação geral da vocacional.

III Combater a segmentação do conhecimento, em todos os níveis de educação.

IV Promover uma autêntica democratização do conhecimento científico e tecnológico, de modo que ela não só se difunda, mas que se integre na atividade produtiva das comunidades de maneira crítica. (PINHEIRO et. Al. 2007).

Assim a importância de discutir com os alunos os avanços da ciência e tecnologia, suas causas, consequências, os interesses econômicos e políticos, de forma contextualizada, está no fato de que se deve conceber a ciência como fruto da criação humana. Dessa forma ela está ligada diretamente com a evolução humana, sendo desenvolvida e permeada pela ação de quem sofre e age nas diversas crises intrínsecas a esse processo de desenvolvimento. Santos e

Mortimero 2002 dizem que o objetivo central da educação de CTSA no ensino médio é desenvolver a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões.

Quando se pensa em Educação CTSA na escola, é normal integrar a tecnologia aos programas e conteúdos, uma vez que aparentemente sua justificativa é facilitada. Mas algumas perguntas e questões merecem serem discutidas quando se fala em ensino por enfoque CTSA.

Na Educação CTSA, a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente são entendidos como instâncias produtoras de saberes, os quais poderiam/deveriam ser transpostos para a educação formal?  
Ou a ciência e a tecnologia seriam referências dos saberes escolares e a sociedade e o ambiente seriam fontes de temas ou problemas relacionados com aquelas? (RICARDO, 2007)

Respostas para essas perguntas não são simples como possam parecer e isso representa um obstáculo para a implementação do ensino com enfoque CTSA na escola. Em uma pesquisa realizada com professores de biologia, física, matemática e química do ensino médio, Ricardo et al. (2007) mostraram que há uma compreensão simplificada da ciência e tecnologia como objeto de ensino, reduzindo-se ao mero uso de recursos audiovisuais e instrucionais, computadores ou notícias a respeito de aplicações da ciência.

Com o enfoque CTS, o trabalho em sala de aula passa a ter outra conotação. A pedagogia não é mais um instrumento de controle do professor sobre o aluno. Professores e alunos passam a descobrir, a pesquisar juntos, a construir e/ou produzir o conhecimento científico, que deixa de ser considerado algo sagrado e inviolável. Ao contrário, está sujeito a críticas e a reformulações, como mostra a própria história de sua produção. Dessa forma, aluno e professor reconstruem a estrutura do conhecimento... Os alunos recebem subsídios para questionar, desenvolver a imaginação e a fantasia, abandonando o estado de subserviência diante do professor e do conhecimento apresentado em sala de aula. (PINHEIRO et. Al. 2007).

Sendo assim, ha necessidade de uma reorganização tanto nos saberes a ensinar como nas estratégias metodológicas utilizadas. De acordo com Ricardo 2007, o par metodologia–conteúdo não poderá ser pensado separadamente, nem mesmo como uma relação subordinada, ou seja, escolhidos os conteúdos, o passo seguinte seria escolher as metodologias. Pode ocorrer o contrário, uma opção metodológica levaria a diferentes conteúdos. A própria metodologia pode ser entendida como um conteúdo.

Diante do estado atual das pesquisas em ensino de ciências que envolvem, de uma maneira ou de outra, a Educação CTSA, poder-se-ia adotar como ponto de partida que os saberes da ciência e da tecnologia seriam referências dos saberes escolares e a sociedade e o ambiente assumiriam o papel de cenário de aprendizagem, a partir do qual surgiriam problemas e/ou temas a serem investigados e no qual seriam aplicados os conhecimentos científicos e tecnológicos apreendidos, a fim de buscar uma solução, uma tomada de decisão ou um juízo de valor. (RICARDO, 2007).

Segundo Pinheiro et. al. 2007 uma das preocupações no Ensino Médio é em relação à função social desse grau de ensino. É possível verificar que ela está ligada à formação do aluno em sociedade, enquanto cidadão. Isso significa dizer que, ao consultarmos o contexto histórico dos objetivos que o Ensino Médio assumiu até chegar aos dias atuais, percebe-se que sua prioridade deixou de ser a preparação para o ensino superior ou a formação profissionalizante. Assim se torna muito válido o uso do enfoque CTSA no Ensino Médio.

... Projetos dessa natureza buscam equilibrar restrições, avaliar vantagens e desvantagens, prever falhas, mediar confiabilidade e segurança com custos e eficácia. Enfim, há uma gama de saberes e habilidades oriundos da ciência e tecnologia que poderiam compor os programas escolares. (CAJAS 2001 Apud, RICARDO2007)

A falta de objetivos claros para a Educação CTSA pode levar a distorções entre o que se espera e o que, de fato, ocorre em inovações curriculares. Santos e Mortimero (2002) relatam que abordagens mais efetivas de CTSA geralmente indicam que os seus materiais de ensino são melhores organizados na sequência de etapas sugeridas: “(1) introdução de um problema social; (2) análise da tecnologia relacionada ao tema social; (3) estudo do conteúdo científico definido em função do tema social e da tecnologia introduzida; (4) estudo da tecnologia correlata em função do conteúdo apresentado e (5) discussão da questão social original”.

O estudo de temas, por meio da sequência acima, proporciona a introdução de problemas sociais a serem discutidos pelos alunos, propiciando o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão. Possíveis soluções normalmente são propostas em sala de aula após a discussão de diversas alternativas, surgidas a partir do estudo do conteúdo científico, de suas aplicações tecnológicas e consequências sociais e ambientais. Santos e Mortimero (2002) ainda citam diversas estratégias que podem ser utilizadas no enfoque CTSA, entre elas podemos citar palestras, demonstrações, sessões de discussão, solução de problemas, jogos de simulação e desempenho de papéis, fóruns e debates, projetos individuais e de grupo, redação de cartas a autoridades, pesquisa de campo e ação comunitária. Essas atividades podem ser realizadas por meio de trabalho em pequenos grupos, discussão em sala de aula centrada nos estudantes, e poderiam envolver o uso de recursos da mídia e outras fontes.

Outras atividades recomendadas são estudo de caso, envolvendo problemas reais da sociedade onde vive o aluno.

Santos e Mortimero (2002) dizem que todas essas sugestões metodológicas contribuem para que os alunos desenvolvam habilidades e atitudes necessárias à tomada de decisão. E a questão da tomada de decisão como um dilema dos currículos de CTS, pois a análise desse processo é complexa demais, pois é preciso refletir sobre os diversos fatores que influenciam a atitude dos estudantes frente a um problema social, o que não pode ser reduzido à mera análise da interação do aluno com o material de CTS. Segundo Santos e Mortimero (2002) “É preciso, discutir a relação problemática entre atitudes desenvolvidas na escola e ação social, pois não há uma correspondência direta entre as atitudes desenvolvidas nos cursos de CTSA e a participação dos alunos em questões sociais na vida diária”.

São poucas as instituições no Brasil que têm linha de pesquisa voltada para o enfoque CTSA, o que faz com que a grande maioria de professores não tenha acesso a esse tipo de trabalho. A formação disciplinar também é um problema que não condiz com a necessidade interdisciplinar do enfoque CTSA. Nem nossos docentes nem nossos alunos foram - ou estão sendo - formados dentro da perspectiva da interdisciplinaridade, o que torna os objetivos do enfoque CTSA algo que exige bastante reflexão antes que se possa agir. (PINHEIRO et. Al. 2007).

Segundo Regis et al (2011), em termos práticos, a abordagem CTS pode ser estruturada de diferentes maneiras, de acordo com o entendimento e as necessidades do professor. Apesar das várias classificações, é preciso esclarecer que só são denominados cursos CTS aqueles cujo conteúdo inter-relacione os diferentes componentes relativo à ciência, tecnologia e sociedade, e que visem à formação do cidadão.

Ao contrário dos cursos convencionais de ciências, que dão bastante ênfase à transmissão de conceitos científicos, os cursos que primam pela abordagem CTS se organizam segundo uma temática interdisciplinar para o ensino de ciências. O ensino através da ciência, no qual se enquadra o ensino de CTS, refere-se à preparação de cidadãos a partir do conhecimento mais amplo da ciência e de suas implicações para com a vida do indivíduo. (REGIS et al, 2011).

Nesse sentido, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de tentar superar alguns dos limites impostos pela didática tradicional, através de uma proposta norteada por ideias da abordagem CTSA, focando a temática socioambiental.

## **5.2 APRENDIZAGEM CENTRADA EM EVENTOS (ACE)**

Tradicionalmente, a ciência tem sido ensinada por matérias que parecem estar isoladas, e uma não tem nada a ver com a outra de modo objetivo e abstrato, o máximo que é feito são referências à aplicação na vida real. Segundo Pfuetzenreiter (2005) uma perspectiva educacional ampla supõe a compreensão crítica e social da realidade que cerca os estudantes, permitindo que participem de forma crítica e consciente de debates, decisões e ações práticas na resolução de problemas que permeiam a sociedade na qual se encontram inseridos.

A ACE é uma estratégia didática que explora fatos retirados da vida real que sejam potencialmente ricos em envolver reflexões de diversos campos do conhecimento numa abordagem interdisciplinar e interativa. A premissa central é de que as ideias sejam exploradas e construídas livremente com a intenção de promover a discussão completa das questões científicas. A intenção é de que as atividades em aula provoquem a discussão de questões científicas em um cenário que desperte o interesse dos estudantes. As fontes utilizadas para trabalhar podem ser: a exploração de eventos reais ou circunstâncias retiradas a partir da televisão, notícias de jornal, artigos, livros e relatos extraídos do cotidiano. Concebida como uma possibilidade didática adotada no enfoque CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), tem como principais características: a ênfase na resolução de problemas reais, a responsabilidade do aluno na aprendizagem, e a natureza integrada dos conhecimentos. (SOUZA CRUZ, 2001)

De acordo com Pfuetzenreiter (2005), A estratégia didática da ACE assume uma característica interdisciplinar e a partir de situações concretas retiradas de eventos veiculados pela mídia de temas relacionados à sociedade e ambiente podem-se estimular os alunos a examinarem as implicações produzidas por determinada circunstância em vários ramos do conhecimento, procurando estabelecer articulações entre as áreas envolvidas de modo a formar um sistema composto por diversos níveis.

Por ter caráter interdisciplinar o uso da ACE é uma estratégia que pode e deve ser utilizada no Ensino Médio, se assemelhando com o ensino por enfoque CTSA, possibilitando assim a junção dos dois como metodologia de ensino.

## **5.3 USINA DE INCINERAÇÃO DE JARAGUÁ DO SUL**

Jaraguá do Sul é uma cidade com mais de 140 mil habitantes e 40 mil domicílios, dados do último censo realizado em 2010. De acordo com a prefeitura são recolhidas cerca de 80 toneladas de lixo diariamente, que são destinados a aterros sanitários nas cidades de Mafra - SC e Brusque – SC.

Segundo o Jornal A Notícia de 13/02/2013, a situação atual da destinação do lixo a outras cidades ocorre desde o ano 2000. Começou com um acordo

Ministério Público Estadual (MPE) e a prefeitura no ano de 1999, para regularizar o aterro residencial e industrial de Jaraguá do Sul.

O aterro sanitário era localizado no Bairro Vila Lenzi, onde hoje está construída a Arena Jaraguá, na época, completou 30 anos de operação e por consequência extrapolou o tempo e capacidade de uso. Segundo o jornal A Notícia em 2002, Jaraguá do Sul tentou implantar o Centro de Reciclagem e Destinação de Resíduos (CRDR), no Bairro Tifa do Funil, mas a alternativa apontada pelo município não vingou. Um dos motivos para a não instalação do CRDR foi à interferência da Fundação do Meio Ambiente (FATMA) que recorreu ao Tribunal Regional Federal (TRF) alegando falta de condições técnicas e agressões ao ambiente na Tifa do Funil. Associações e entidades da região também foram contra. Em 2004, o MPE interditou 266 aterros sanitários o que incluiu as cidades da região, por não cumprirem normas ambientais determinadas pela FATMA ou por causa de superlotação, com isso, Jaraguá do Sul e as outras cidades da região tiveram de buscar novas soluções o que incluiu a destinação do lixo para aterros em Mafra e Brusque, situação que perdura até hoje.

A usina de incineração de lixo que a Prefeitura de Jaraguá do Sul pretende instalar nos próximos anos é conhecida mundialmente como waste-to-energy (WTE), que quer dizer “resíduos em energia”. O projeto está sob o comando do Instituto de Pesquisa e Planejamento Físico-Territorial de Jaraguá do Sul (IPPLAN), mas deverá envolver uma parceria público-privada com os municípios da região Norte do Estado.

A produção de energia elétrica era monopólio estatal até bem pouco tempo no Brasil. As recentes mudanças institucionais introduzidas no setor elétrico, com a criação da ANEEL e a instituição do Mercado Atacadista de Energia (MAE) deram origem a um novo modelo. Na esteira das alterações normativas já é permitido a qualquer empresa produzir energia e vendê-la, a qualquer consumidor, desde que seja ao menos 3 MW a potência instalada correspondente à energia comercializada. Com esse novo modelo institucional do setor elétrico tornou-se possível a produção de energia elétrica a partir do lixo com o envolvimento da iniciativa privada e passaram a ser viáveis parcerias entre empresas e prefeituras. (RIBEIRO, 2010)

De acordo com Ribeiro (2010) Já foram implantadas usinas termelétricas alimentadas por resíduos, notadamente a partir dos anos 80. Essas tecnologias, embora já se mostrassem economicamente viáveis, em muitos casos apresentavam problemas ambientais, principalmente pela emissão de poluentes do ar.

Segundo a prefeitura de Jaraguá do Sul a Usina, o lixo será incinerado a 1300 graus. A usina deverá operar 24 horas por dia e será capaz de absorver todos os resíduos sólidos urbanos das cidades da nossa região, 850 toneladas, que devem gerar energia para atender a 75 mil casas de famílias de classe média por dia. Segundo o IPPALN o volume do lixo é reduzido em até 90% e a massa, em 80%. As cinzas provenientes da incineração também podem ser reutilizadas na fabricação de asfalto e na construção civil.



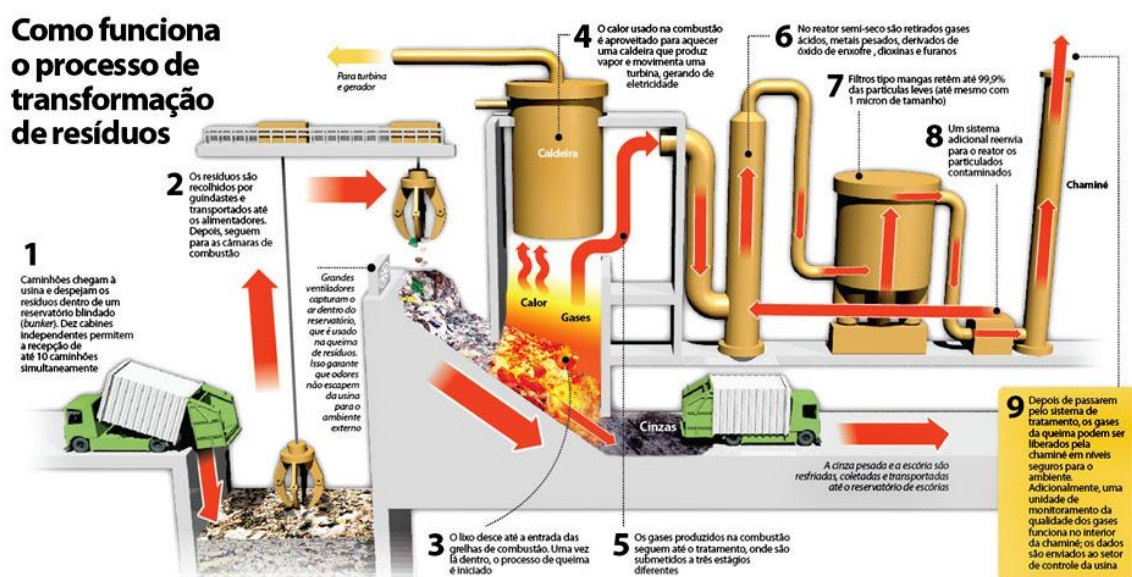
Ribeiro (2010), diz que o rendimento alcançável em uma usina térmica utilizando resíduos como principal fonte de combustível, utilizando as mais modernas tecnologias existentes no mundo, está em torno de 22%, significando cerca de 0.5 MWh/ton de lixo processada.

De acordo o Jornal A Notícia de 13/02/2013, para a implantação da usina de incineração serão gastos cerca de R\$ 200 milhões. Um dos motivos para que o custo de instalação da WTE seja elevado, é por causa a alta tecnologia empregada para diminuir a emissão de gases poluentes na atmosfera. Porém, assegura que com apenas cinco anos de funcionamento a usina já terá sido paga. Segundo a prefeitura o gasto com a destinação correta dos resíduos de Jaraguá do Sul é de R\$ 12 milhões por ano, cerca de um milhão de reais por mês.

## 5.4 USINA DE INCINERAÇÃO DE LIXO

Usinas WTE, da sigla em inglês de waste-to-energy (resíduos em energia), são aquelas que utilizam a incineração de RSU (Resíduos Sólidos Urbanos) para produzir o vapor que irá gerar energia elétrica ou será usado diretamente em processos industriais (ou para aquecimento). O processo de geração de energia elétrica pela incineração dos RSU é semelhante ao de usinas térmicas convencionais, a capacidade de geração depende diretamente da eficiência da transformação do calor em energia elétrica e do poder calorífico do material incinerado.

Os principais componentes de uma moderna usina convencional de incineração de RSU são: poço de armazenamento do lixo, grelha móvel, câmara de combustão, sistema de descarga das cinzas, sistema de geração de vapor, depurador de gases, filtros de sacos, ventilador e chaminé. Ainda não existem usinas de incineração de RSU com recuperação de energia em escala comercial no Brasil.



Se segundo Ribeiro (2010) usinas WTE trabalham tipicamente na base, isto é, a geração de energia elétrica se dá de forma permanente ao longo do dia, de modo a evitar o acúmulo de RSU no local. Contudo, diferentemente de outras usinas térmicas, o rendimento na conversão para energia elétrica é relativamente baixo, entre 20 e 25%, refletindo a restrição de se operar em temperaturas muito elevadas, devido à agressividade dos gases da combustão do lixo. De fato, no atual estado da arte da tecnologia, a queima do material não deve ser feita a temperaturas superiores a 450°C, de modo a evitar corrosão nos equipamentos. Nessas condições, uma usina WTE pode ofertar entre 450 e 600 kWh por tonelada de RSU.

A redução do volume de resíduos depositados em aterro sanitário é uma das principais vantagens da incineração. De fato, a incineração reduz o volume de resíduos depositados entre 85 e 90% do volume original e não impede a recuperação dos metais recicláveis.

De acordo com Ribeiro (2010) é preciso ressaltar que:

- A incineração é um processo emissor de dioxinas e exige cuidados especiais no tratamento dos gases de exaustão;
- As cinzas produzidas na incineração também contêm diversos poluentes;
- De acordo com o trabalho técnico publicado pelo Banco Mundial (RAND et al, 2000), usinas de incineração apresentam elevados custos de investimento, operação e manutenção.

Assim, mesmo que o projeto de uma usina WTE possa atender aos padrões pré-estabelecidos de emissão de poluentes, a decisão por sua implantação deve levar em conta explicitamente os aspectos citados acima.

## **6. METODOLOGIA**

A metodologia utilizada no desenvolvimento deste trabalho de pesquisa aconteceu nos seguintes passos.

Primeiro, o levantamento de dados a respeito da proposta para a instalação da usina de incineração de lixo de Jaraguá do sul, bem como a quantidade de lixo produzida diariamente pela população até a destinação correta. Em seguida foi realizada uma pesquisa bibliográfica a respeito do ensino pelo enfoque CTSA, a fim de conhecer qual a metodologia mais satisfatória nessa abordagem.

Estudo bibliográfico sobre usinas termelétricas de incineração de lixo, e os conteúdos que poderão ser abordados dentro da realidade regional de Jaraguá do Sul. Levantamento de dados e números a respeito da região, como população, lixo produzido, aterro sanitário, consumo de energia elétrica.

A intervenção pedagógica foi realizada em uma escola da rede estadual de ensino de Santa Catarina, com turmas do ensino matutino e noturno, do Ensino Médio. A coleta de dados aconteceu por meio de duas formas principais, por meio de um questionário aplicado antes da abordagem, a fim de realizar um diagnóstico inicial dos conhecimentos dos estudantes, e foi aplicado novamente ao término das atividades. Outro ponto analisado, foi a apresentação dos alunos, para verificar a evolução dos conceitos ao longo do trabalho.

### **6.1 PROPOSTA**

O trabalho envolvendo enfoque CTSA não é algo novo no meio educacional. Porém a abordagem metodológica desse enfoque é que se torna um diferencial. Em uma abordagem realizada por Alves e Carvalho (2005), foi realizado um estudo de caso de dano ambiental, o qual foi divulgado pelos meios de comunicação.

Trata-se de um caso de contaminação por chumbo, que ocorreu numa localidade pobre e periférica da cidade de Bauru – SP onde a maioria dos alunos residia. Esse caso teve como objetivo aproximar um grupo de alunos às pessoas e instituições diretamente envolvidas com fato, de modo que os educandos tivessem acesso às múltiplas perspectivas sobre o assunto e assim pudessem formular opiniões mais coerentes acerca de significados sobre Ciência e Tecnologia, e perceber temas controversos, que estavam sendo divulgados, sendo assim capazes de se posicionar diante dos fatos.

A exploração de múltiplas perspectivas sobre impactos ambientais, dentre outras coisas, contribui para o aluno formar opinião própria, estabelecer diferentes entendimentos sobre o conceito de desenvolvimento e perceber temas controversos em ciência e Tecnologia. (ALVES et. al. 2005)

Em outro trabalho realizado por Souza Cruz (2001), a metodologia utilizada foi uma pesquisa com alguns elementos que são semelhantes àqueles utilizados por Alves e Carvalho (2005), a metodologia utilizada é pautada na “Aprendizagem Centrada em Eventos” (ACE), teve como objetivo analisar as possibilidades didáticas da abordagem, assim foi escolhido dois eventos associados à questão nuclear, o acidente radioativo de Goiânia (1989) e a perspectiva da construção da Usina de Angra III, no Estado do Rio de Janeiro. Segundo Souza Cruz (2001) a partir deste trabalho, foi possível avaliar a abordagem com relação aos seguintes aspectos: “face às questões transversais e interdisciplinares; enquanto o seu papel na formação de professores e alunos; enquanto estratégia de ensino; frente aos objetivos da Alfabetização Científica e Técnica”.

A ideia que fundamenta a Aprendizagem Centrada em Eventos (ACE) é a de que conceitos científicos e suas aplicações tecnológicas, bem como suas relações com o social, podem ser melhor explorados se a aprendizagem dos mesmos for centrada em eventos que funcionam como um polo de integração da tríade Ciência-Tecnologia-Sociedade. (SOUZA CRUZ, 2001)

No entanto, o caso da Usina de Incineração de lixo de Jaraguá do Sul aqui apresentado recebeu uma abordagem um pouco diferente àqueles realizados por Souza Cruz (2001) e Alves e Carvalho (2005) citados acima. Pois o evento em que a proposta foi construída (usina) ainda não foi implantado, isso fez com que o contato inicial dos alunos a esse caso ocorresse mediado por buscas a partir da internet e jornais.

Fundamentando-se nos trabalhos de Souza Cruz (2001), Alves e Carvalho (2005), Regis e Bello (2011) e Alves e Carvalho (2006), elaborou-se esta proposta de ensino CTSA visando à aplicação no Ensino Médio.

#### 6.1.1 Sujeitos da Pesquisa.

A proposta pedagógica foi aplicada na Escola de Educação Básica Professor Giardini Luiz Lenzi, localizada no Bairro Vila Lenzi em Jaraguá do Sul - SC. As atividades foram realizadas com duas turmas do terceiro ano do ensino médio, uma do período matutino e a outra do período noturno, totalizando 60 alunos. A proposta teve duração de doze aulas, distribuídas em sete semanas, entre os meses de maio e junho de 2013. Sendo de duas a quatro aulas semanais, com duração de 45 minutos cada.

#### 6.1.2 Atividades na Escola

O trabalho desenvolvido na escola foi dividido em quatro etapas. A primeira realizada em maio de 2013, foi feito um diagnóstico nas duas salas a respeito da

Usina de Incineração de lixo, para saber se algum aluno tinha conhecimento sobre o projeto de construção da mesma, pois tal informação estava sendo divulgado pelos meios de comunicação local. Dos sessenta alunos envolvidos na pesquisa, somente dezessete tinham ouvido falar, mas não sabiam muito a respeito e nem como iria funcionar. Então foi apresentado aos alunos a proposta de trabalho que ficou estruturada de acordo com a tabela 1, e ficaram delineados os seguintes objetivos:

- Tomar conhecimento ao máximo possível sobre a proposta da construção da Usina de incineração, quanto aos envolvidos e a sua importância ambiental, social, econômica e tecnocientífica;
- Analisar o caso em sala de aula de modo que todos tenham conhecimento sobre as particularidades encontradas por cada um deles sobre o assunto.

A proposta de trabalho foi aceita pelos alunos. A partir disso os alunos começaram a fazer buscas sobre a construção da Usina de incineração de Lixo de Jaraguá do Sul e os fatores envolvidos desde sua construção ao funcionamento, pesquisa realizada extraclasse.

Na segunda etapa, que ocorreu no final de maio de 2013 quase duas semanas após a primeira, foi analisado o que os alunos haviam encontrado sobre os assuntos que envolviam a implantação e funcionamento da usina de incineração de lixo. Diante das informações e assuntos trazidos por eles, foi organizado uma sequência de atividades que foi desempenhada por todos, que era composta pelos seguintes passos:

1. A apresentação de pontos que mais se destacaram pelas buscas efetuadas, em grupos de no máximo quatro alunos;
2. A estruturação dos pontos destacados pelos alunos envolvendo construção da Usina de Incineração de lixo.
3. As análises e os debates acerca dos pontos destacados acima ocorreram juntos, durante quatro aulas, com utilização de projetor multimídia e um computador.

A terceira etapa do trabalho consistiu no estudo de alguns conteúdos/conceitos, em que as apresentações contribuíram para discussões acerca dos assuntos da matéria de física, tais como: o funcionamento do gerador, usinas termelétricas, eólicas e hidrelétricas, corrente e potência elétrica, transformações de energia e trocas de calor. Todos os conteúdos foram explicados com o auxílio de softwares e vídeos (que se encontram no material de apoio ao professor no apêndice 2).

A quarta e última etapa do trabalho foi proposta pelos próprios alunos. Que se constituiu na elaboração de um folheto informativo sobre usina de incineração de lixo que se pretende construir em Jaraguá do Sul. Esse folheto foi exposto pelas equipes na escola, a fim de divulgar informações a respeito da usina, pois envolveu vários fatores que influenciam diretamente a sociedade em que vivem. Os folhetos deviam conter pelo menos os seguintes itens:

- O que é uma Usina de Incineração de Lixo?
- Fatores Sociais e Ambientais que envolvem a usina.
- Situação atual do tratamento do lixo hoje em Jaraguá do Sul.

- Vantagens e Desvantagens da Incineração.

Para a construção dos folhetos foram utilizadas três aulas, com o auxílio e uso da sala de informática, pois algumas equipes optaram por fazer um folheto virtual e imprimir posteriormente. Após a construção dos folhetos, foi realizada uma socialização entre as equipes, sobre o que eles haviam produzido e, por fim, para a divulgação na escola.

Todas as atividades na escola, citadas acima bem como o decorrer e número de aulas em que foram distribuídas as etapas, estão disponíveis abaixo na tabela abaixo.

<b>NÚMERO DE AULAS</b>	<b>ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NA ESCOLA</b>
1 hora-aula	<b>1ª Etapa.</b> Avaliação prévia (questionário) e motivação da sala a respeito do tema “usina de usina de incineração de lixo”, através de diálogos. Apresentação dos objetivos que nortearam o trabalho que estava se iniciando.
2 horas-aulas	<b>2ª Etapa.</b> Análise e seleção dos dados e informações coletadas pelos alunos da primeira etapa, tendo a participação dos alunos em todo o processo. Apresentação de um vídeo sobre as fontes de energia elétrica no Brasil, uma série de reportagens do Jornal Nacional exibido entre 2 e 9 de junho de 2012.
2 horas-aulas	Apresentação das informações encontradas pelos alunos a partir de busca na internet e jornais, em equipes de até quatro alunos, juntamente com o debate sobre os mesmos.
1 hora-aula	Estruturação de pontos mais relevantes para os alunos, destacados nas apresentações, que não estavam claros.
3 horas-aula	<b>3ª Etapa</b> Explicação de conteúdos presentes nas apresentações das equipes, que foram destacados pelos alunos, com o auxílio de softwares, simulações e vídeos. (material de apoio ao professor “apêndice 2”)

3 horas-aulas	<b>4ª Etapa.</b> Montagem, confecção e apresentação do folheto informativo, sobre os riscos e possíveis benefícios tanto sociais como ambientais a partir da implantação da mesma em nossa cidade. E divulgação para toda a escola. E para finalizar o trabalho foi aplicado o mesmo questionário da primeira etapa.
---------------	---

Dentro do planejamento desta proposta foram utilizadas informações e dados disponíveis no site da prefeitura de Jaraguá do Sul, e informações divulgadas pela mídia local (Jornais e Internet).





## 7. ANÁLISE DE DADOS

De acordo com Pinheiro et. Al. (2007), no enfoque CTSA o ensino-aprendizagem passará a ser entendido como a possibilidade de despertar no aluno a curiosidade, o espírito investigador, questionador e transformador da realidade. Surge daí a necessidade de buscar elementos para a resolução de problemas que fazem parte do cotidiano do aluno, ampliando-se esse conhecimento para utilizá-lo nas soluções dos problemas coletivos de sua comunidade e sociedade. Outro ponto destacado por Pinheiro et. Al. (2007) é que “A pedagogia não é mais um instrumento de controle do professor sobre o aluno. Professores e alunos passam a descobrir, a pesquisar juntos, a construir e/ou produzir o conhecimento científico”.

O objetivo central da educação de CTS no ensino médio é desenvolver a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões. (SANTOS e MORTIMER, 2002).

Assim, uma análise de dados será realizada a fim de verificar a relação ensino-aprendizagem através dos seguintes passos:

- O primeiro será voltado às apresentações dos alunos, sobre a usina de incineração de lixo.
- O segundo será abordado o questionário aplicado antes e depois da aplicação da proposta.
- E o terceiro momento será a fim de verificar a relação de capacidade na tomadas de decisões sobre a ciência tecnologia e meio ambiente e na possível solução dos problemas apresentado na proposta pedagógica.

### 7.1 APRESENTAÇÕES DOS ALUNOS

Após os alunos terem feito suas buscas via internet e jornais, eles realizaram suas apresentações com o objetivo de que todos se aproximarem o máximo possível do assunto. Das apresentações feitas por eles na segunda etapa, a partir das orientações foram evidenciados os seguintes aspectos, considerados mais relevantes pelos alunos:

- Necessidade de produção de energia elétrica para a região.

Os alunos destacaram suas considerações a partir do percentual de consumo de energia elétrica no Estado de Santa Catarina. Destacaram que “A média de crescimento do consumo de energia elétrica é de 12% ao ano, no Estado de SC.

Em Jaraguá do Sul, este índice chega a 17% ao ano”. Outro ponto evidenciado foi o limite da capacidade da subestação central, localizada na Tifa da Pólvora (Bairro) está próximo de ser atingido, e por isso a Celesc construiu uma nova subestação para distribuição de energia no Bairro Chico de Paula, que entrou em funcionamento no ano de 2011.

- Tipo mais comum de produção de energia elétrica no Brasil.

A Usina termoeletrica como alternativa a produção de energia elétrica foi descartada pelos alunos. Os argumentos apresentados foram que, o Brasil possui um potencial hidrelétrico fluvial muito grande que tem muito a ser explorado, e que as hidrelétricas provocam menos impactos socioambientais em relação às termelétricas. Outra Justificativa utilizada foi a que a energia eólica está em ascensão e é uma das fontes de energia elétrica que menos apresentam impactos socioambientais (mas possuem), sendo considerada uma fonte de energia limpa. Sendo assim, em um país como o Brasil, não há necessidade de recorrer às termelétricas para a produção de energia elétrica, segundo a visão dos alunos.

- O que se tem de produção de energia a partir de usinas de incineração.

Nesse tópico os alunos não ficaram focados a números da produção de energia em quantidade de MWh das usinas, eles somente apresentaram algumas cidades que já possui esse tipo de usina instalada, e mostraram as principais contribuições que a incineração do lixo pode oferecer, juntamente com os malefícios provocados pelas mesma, que ocorreram nestas cidades. Dentre elas deram destaque a cidade de Maringá no Estado do Paraná, onde a população da cidade se manifestou contra a construção da usina e não foi construída; outro exemplo é a cidade de Oslo localizada na Noruega, onde a principal fonte energética é a incineração de lixo, mas é a necessário importar lixo da Inglaterra e da Suécia para ser incinerado e assim ter energia.

Os próximos dois tópicos foram concomitantes ao anterior, pois são todos interligados.

- Contribuições que a redução do lixo, através da incineração tem a oferecer.

Este tema nos debates dos alunos foi quase unanimidade, as principais contribuições trazidas por eles foram a redução de até 90% do volume do lixo, no aproveitamento dos rejeitos da incineração na indústria da construção civil e construção de asfalto. Menor gasto com o transporte do lixo, já que não precisará ser levado até Mafra, na questão ambiental frisaram a vantagem na diminuição da necessidade de utilizar o aterro sanitário.

- Doenças relacionadas à queima do lixo, que ocorreram em outras cidades que possuem a usina de incineração em funcionamento.

As principais doenças provocadas pela incineração do lixo, trazidas a debate pelos alunos, foram às relacionadas ao sistema respiratório, provocadas pelo aumento da poluição do ar.

- Vantagens e desvantagens socioambientais que as usinas de incineração provocam, comparadas com outras usinas de produção de energia elétrica.

Sobre as vantagens, eles afirmaram que elas podem ser construídas próximas aos locais de grande consumo, em especial nas proximidades de indústrias, siderúrgica e a zona Urbana, tal qual serão os grandes consumidores da usina de Jaraguá, proporcionando assim menos dissipação de energia e outros gastos na sua transmissão; A destinação correta do lixo hoje é um dos grandes problemas que a cidade enfrenta e com a usina isso seria suprido apresenta custo de implantação inferior às termoeletricas, tomando como referência à potência gerada;

Sobre as desvantagens, foi dito que essas usinas apresentam elevados gastos com sua manutenção e controle dos gases poluente, comparada às formas alternativas de transformação de energia; os impactos ambientais mais relevantes referem-se ao alto consumo de água, poluição atmosférica, agravamento do efeito estufa e geração de chuva ácida.

- Como é produzida a energia elétrica nas centrais Termelétricas (ou as Usinas de Incineração de Lixo)? (Geradores)

A respeito do funcionamento de uma usina os educandos destacaram seus principais dispositivos (reservatório, caldeira, turbina e gerador), que funcionam interligados, mostrando algumas imagens e figuras, que foram utilizadas na construção dos folhetos. Nenhuma equipe se deteve em explicar o funcionamento do gerador.

Souza Cruz (2001) diz que é possível avaliar a abordagem CTSA com relação aos seguintes aspectos: “face às questões transversais e interdisciplinares; enquanto o seu papel na formação dos alunos; enquanto estratégia de ensino; frente aos objetivos da Alfabetização Científica e Técnica”. Nas apresentações e debates realizados pelos educandos ficou evidente a preocupação dos mesmos com a questão ambiental, a respeito da poluição provocada pela usina, e na quantidade de lixo recolhida diariamente na cidade de Jaraguá do Sul. Perceberam que uma possibilidade para a redução na quantidade de lixo seria a redução e reutilização do lixo que eles produzem, e até então não tinham dado conta desse montante. Um dos objetivos do ensino-aprendizagem com enfoque CTSA é despertar esse olhar crítico a respeito da sociedade, tecnologia e meio ambiente, como visto nos debates, e foi alcançado um dos objetivos do trabalho que era refletir sobre o uso racional dos recursos naturais.

A partir das apresentações e debates outro ponto alcançado, foi o objetivo do projeto que era avaliar os riscos e impactos ambientais na construção da usina de incineração, que ocorreu de forma natural através das buscas dos alunos. Eles perceberam a necessidade de debater este tema com o grande grupo. O enfoque CTSA vem para ajudar na formação de cidadãos a se posicionar nas escolhas e decisões tomadas a respeito de situações que ocorram em seu cotidiano, que envolvam assuntos de tecnologia e ciência. No início do trabalho 72 % dos alunos que participaram da proposta nem se quer tinham ouvido falar a respeito desta usina, e ao final da segunda etapa eles tinham ciência que a implantação dessa

termelétrica não pode acontecer sem consentimento e divulgação para população de todos os fatores que estão envolvidos de forma direta e indireta.

### 7.1.1 Abordagem de Conteúdos Pendentes nas Apresentações.

As apresentações dos alunos favoreceram o desenvolvimento dos conteúdos da matéria de física acerca de alguns temas de eletromagnetismo, o qual os alunos não conseguiram explicar em suas apresentações. A abordagem dos conteúdos sucedeu levando em conta a realidade dos alunos, e na exploração das informações sobre a usina de incineração de Jaraguá do Sul.

Foram trabalhados com alunos os assuntos de: o funcionamento do gerador elétrico; usinas termelétricas, eólicas e hidrelétricas; corrente e potência elétrica; transformações de energia; trocas de calor; esses conteúdos despertaram maior interesse e dúvida entre os alunos. Eles mesmos perceberam a necessidade de se apropriar desses conhecimentos. Tal abordagem ocorreu através do uso de simulações, vídeos e software, que se encontram em anexo no material do professor.

É preciso considerar que durante tais abordagens ficou consolidado como conhecimento aos alunos:

- Os custos socioambientais para geração de eletricidade sob essa modalidade, decorrente da emissão de gases poluentes, bem como de vapor d'água a elevada temperatura nos arredores da Usina, o que produz degradação ambiental;
- As negociações políticas e econômicas envolvidas na produção de energia, que acabam definindo o custo da geração de energia, pago pelo consumidor final;
- A necessidade de se aprimorar os recursos tecnológicos para geração de energia, de modo a se aumentar o rendimento das máquinas térmicas.

## 7.2 ANÁLISES DAS CONCEPÇÕES OBTIDAS ATRAVÉS DO QUESTIONÁRIO

Santos e Mortimero (2002) dizem que alfabetizar os alunos em ciência e tecnologia é hoje uma necessidade do mundo moderno. Não se trata de mostrar as maravilhas da ciência, como a mídia já o faz, mas de disponibilizar as representações que permitam ao cidadão agir, tomar decisão e compreender o que está em jogo no discurso dos especialistas, essa tem sido a principal proposição dos currículos com ênfase em CTSA.

Desse modo o questionário foi desenvolvido a fim de diagnosticar representações a respeito da usina de incineração, de fatores sociais ambientais envolvidos e sua construção, conhecimentos que são necessários para que qualquer pessoa possa se posicionar diante de tal situação.

É apresentada agora a análise dos resultados das respostas dos alunos referentes ao questionário que se encontra no apêndice 1. Essa análise foi baseada na evolução das respostas dos alunos em partes, para facilitar a compreensão da evolução conceitual dos alunos ao longo do desenvolvimento do trabalho. Na primeira etapa, quando foi aplicado o questionário, foi verificado que somente 28% dos alunos conheciam o projeto da usina.

Sobre os impactos socioambientais oito alunos responderam. A respeito dos impactos ambientais os argumentos que foram utilizados por eles foram:

- A queima do combustível libera substâncias poluentes
- A queima do lixo diminui a camada de ozônio.
- Os gases da queima podem contaminar a atmosfera.

Já sobre os impactos sociais as respostas apresentaram os seguintes argumentos:

- Quem vive perto pode ter alguma doença e cheiro ruim na região.
- Economia de energia elétrica comum.
- Nenhum

A respeito do funcionamento de uma termelétrica na produção de energia elétrica, somente doze alunos responderam, e as respostas ficaram nesses contextos:

- Transforma a queima do lixo em energia
- Por meio de elevadas temperaturas ocorre à queima de combustíveis fósseis para obter energia.
- A queima do combustível aquece a água que vira vapor e faz girar as turbinas.

De todas as respostas dos alunos somente um citou a presença e necessidade do gerador na produção de energia elétrica.

Sobre um dos objetivos do enfoque CTSA, que é alfabetizar cientificamente os alunos para a tomada de decisões, sobre eventos que envolvam a sociedade, tecnologia e ambiente, que é o caso da usina de incineração de Jaraguá do Sul, as respostas dos alunos divergiram; 42,7 % dos alunos se posicionaram a favor e 57.3% contra. De todos os alunos que responderam o questionário 33% não justificaram porque eram a favor ou contra.

Após as apresentações e discussões realizadas em sala, na segunda etapa, e abordagem dos temas na terceira, o mesmo questionário foi aplicado aos alunos, a fim de acompanhar a evolução que estes apresentaram com relação aos seus conhecimentos iniciais, frente às questões socioambientais.

A análise das respostas dos alunos revela que após as discussões em sala de aula, o que antes parecia distante deles, em relação a como a usina iria interferir na sociedade e no ambiente, não está mais; inclusive despertou preocupação e interesse pelo assunto. Eles conseguiram perceber quais são os fatores sociais e ambientais que envolvem a usina, quais os elementos que poderão influenciar na cidade e sociedade, e que estes estão mais próximos

deles do que imaginavam. Essa questão foi avaliada somente de forma qualitativa. O bom resultado das respostas pode mostrar, além da evolução conceitual, a integração entre os colegas e o desenvolvimento do pensamento crítico dos alunos, já que estes agora começaram a propor soluções para os problemas ambientais existentes e começaram a perceber que o homem pode e deve tomar medidas para diminuir impactos causados pelo lixo, e racionar o consumo de energia elétrica, considerando-se com isso um pouco responsáveis por buscar soluções.

A respeito da questão que se referiam aos efeitos socioambientais, todos os alunos responderam, (exceto três) que haviam respondido na fase inicial, mas não compareceram na etapa final. Agora os argumentos a respeito dos impactos ambientais foram:

- A usina interfere na vida aquática do rio ou mar, devido à água quente que sai dos condensadores.
- A queima libera gases do efeito estufa, e dependendo do material incinerado pode haver liberação de metais pesados no ar.
- Emissão de gases poluentes para a atmosfera.
- Não precisa de aterros sanitários e nem lixões.

Sobre os impactos sociais. Dos alunos que responderam, cinco deixaram em branco, ou disseram que não possuía para os demais os principais argumentos agora utilizados foram:

- Doenças respiratórias das pessoas próximas a usina.
- Cinzas podem chegar até as casas das pessoas próximas da usina.
- O aumento na circulação de caminhões de lixo na região, pois o lixo vem de outras cidades também.
- Diminui a reciclagem na cidade.
- Pode gerar empregos.
- Ajuda a economia da cidade, com mais energia elétrica.

Como uma usina termelétrica funciona e a produção de energia elétrica, todos sem exceção responderam ao mínimo um ponto, os mais citados que se pode dar destaque são:

- Os componentes da usina, como caldeira, turbina, gerador e condensador.
- Transformações de energia, térmica, cinética e elétrica.
- O gerador precisa de energia cinética para produzir a corrente elétrica.
- A queima de algum combustível para aquecer a caldeira e dar início a todo o processo.
- A necessidade do movimento do vapor de água, através da diferença de pressão.

Sobre as respostas do questionário na primeira etapa, para as respostas da segunda etapa, houve um aumento significativo no número de alunos que conseguiram responder as questões, consolidando suas respostas de acordo com os assuntos trabalhados e desenvolvidos em sala. Os educandos conseguiram ter uma visão mais ampla e crítica sobre o tema, sendo capazes de se posicionar a favor ou contra o tema trabalhado, pois foi verificado que na etapa final 31% dos

alunos foram a favor da implantação e construção da usina, e 69% foram contra. O se pode destacar é que somente oito alunos mantiveram a mesma opinião da fase inicial, mas agora sendo capazes de justificar e argumentar a favor de seu posicionamento.

### **7.3 FOLHETOS SOBRE A USINA**

O Ensino Médio de hoje deixou de ser a preparação para o ensino superior ou para a formação profissionalizante. Segundo Pinheiro et. al. (2007), a preocupação agora é pautada em um currículo que:

Promova no indivíduo, tanto em termos de desenvolvimento pessoal, quanto em termos do desenvolvimento social, quando ele poderá questionar e posicionar-se, por exemplo, quanto à hegemonia das nações que detêm o poder do conhecimento científico-tecnológico.

Durante a aplicação da proposta, surgiu dos alunos a necessidade de elaboração e construção de um folheto informativo, a respeito da usina de incineração de lixo de Jaraguá do Sul, a fim de divulgar para a Escola e comunidade local (pais, avôs, vizinhos, etc.) em que eles estão inseridos. Evidenciando assim o posicionamento de cada aluno sobre o tema em questão.

Na construção do folheto foi analisado que alguns alunos conseguiram ter uma visão mais ampla sobre as consequências que podem acarretar na sociedade e ambiente a construção da usina, mas não deixando de ressaltar que a destinação correta do lixo urbano é um problema em Jaraguá do Sul, que gera muitos gastos.

O caráter dos conteúdos dos folhetos não foi tendencioso, ou seja, nem a favor e nem contra a usina (conforme pré-orientação). A proposta para a construção do folheto, bem como sua elaboração é um dos objetivos do ensino com enfoque CTSA, por despertar no aluno o senso crítico e posicionamento a respeito de acontecimentos sociais.

O ensino que se pretende com o CTSA é aquele que propicie condições para o desenvolvimento de habilidades, o que não se dá simplesmente por meio do conhecimento, mas de estratégias feito mediante a contextualização dos temas sociais, na qual se solicita a opinião dos alunos a respeito do problema que o tema apresenta, mesmo antes de ser discutido do ponto de vista do conhecimento. (PINHEIRO et. Al. 2007).

Dessa forma é possível dizer que a elaboração dos folhetos, é um dos objetivos que se pretende alcançar com o ensino por enfoque CTSA, pois

desenvolveu nos alunos habilidades, como tomada de decisão perante a problemas sociais que envolvam ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, onde foi proposto soluções ou medidas a serem tomadas. Os folhetos construídos pelos alunos se encontram em anexo.



## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho apresentado pretendeu-se levar os alunos a terem contato com a realidade atual do lixo em Jaraguá do Sul, bem como a proposta de implantação da usina de incineração de lixo. A relação de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), tem forte vínculo com a política, a economia, e o conhecimento técnico, que segundo Ricardo (2007) infelizmente não tem sido objetos de preocupação na Educação Básica brasileira. Percebe-se que é preciso encontrar um lugar para a Educação CTSA na escola, pois esta ainda não têm espaços definidos.

De acordo com Alves e Carvalho (2006) não se trata de ir em “busca de outra Física”, até porque ela não existiria, mas de abordar os conhecimentos físicos, ditos clássicos à luz do contexto vivencial dos envolvidos (alunos e professor). Esse trabalho foi desenvolvido para propiciar uma visão mais ampla e conjunta, contra a fragmentação dos conhecimentos sistemáticos da Física, que muitas vezes fica distante da realidade do aluno. Durante a abordagem em sala foi proporcionado espaço aos alunos que argumentassem, expusessem os dados pesquisados (sob orientação anterior) e opiniões, assim eles se viram participando ativamente do processo ensino-aprendizagem.

A proposta de trabalho começou por meio do estudo de um caso, para uma interlocução entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, em prol de um raciocínio técnico. Segundo Alves e Carvalho (2006) “a comunicabilidade das relações CTSA é um sinônimo do tratamento humanístico mínimo dos casos socioambientais em sala de aula”. Assim, o estudo desse caso local possibilitou ensinar as Ciências Naturais, de modo a contribuir na construção da cidadania dos envolvidos alunos e professor, bem como para a formação de uma cultura científica e tecnológica dos mesmos.

De acordo com a análise do questionário aplicado na primeira etapa foi diagnosticado que os alunos envolvidos na pesquisa apresentavam visões bem superficiais dos fatores que englobam a construção da usina, ou até mesmo nem tinham noção dos mesmos. As análises permitiram uma avaliação da evolução conceitual dos alunos, à medida que as discussões e debates foram ocorrendo. Assim os resultados mostraram que após as discussões em sala, os alunos mostraram uma evolução em suas concepções, já se conseguiram uma melhoria em relação aos mesmos quando comparados com o questionário da primeira etapa.

Houve grande interesse por parte dos alunos no tema abordado, o envolvimento deles nas discussões em sala de aula foi proveitoso. O que vale ressaltar foi à preocupação que os educandos tiveram com o tema, e tornando necessária a construção do folheto informativo, para fins de divulgação na Escola sobre todos os fatores que envolvem a construção dessa usina. Durante a proposta foi verificado uma evolução dos conceitos dos alunos, que permite dizer que a proposta foi realizada com êxito, pois ficou evidenciada na participação e aprendizagem dos alunos.

Os resultados obtidos revelam a importância de propostas com enfoque CTSA, não somente na disciplina de Física, mas também nas outras unidades curriculares que compõe o ensino de ciências. O estudo com enfoque CTSA é uma excelente opção, pois desenvolve nos alunos, a cidadania, a prática da educação ambiental e, sobretudo tira o pensamento de ensino fragmentado fazendo perceber que a ciência é uma só, promovendo a interdisciplinaridade entre física, química e biologia. Alves e Carvalho (2006) dizem que a partir do estudo aprofundado de casos, possibilitando trabalhar o conhecimento sobre diferentes perspectivas de um mesmo fenômeno social e técnico-científico é capaz de contribuir para o rompimento da tradição estabelecida na escola de que pouco de concreto se faz com informações buscadas e fornecidas pelos alunos.

No Ensino Médio, onde se verifica que muitas vezes a educação se apresenta fragmentada, e sem vínculo com o mundo em que o aluno está inserido, a educação com enfoque CTSA seria uma opção para superar esses problemas.

## REFERÊNCIAS

ALVES, J. A. P. CARVALHO, W. L. P. **IMPLICAÇÕES CTSA NA VISÃO DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO A PARTIR DO ACESSO A MÚLTIPLAS PERSPECTIVAS DE UM CASO DE DANO AMBIENTAL.** In.: V ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência, Bauru, 2005.

ALVES, J. A. P. CARVALHO, W. L. P. **IMPLICAÇÕES DA RELAÇÃO CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE E ENSINO DE FÍSICA: o estudo do caso da Usina Termelétrica a Gás de Araucária/PR.** 2006.

BAZZO, W. A.. **Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica.** Florianópolis: EDUFSC. (1998)

BERTOLI, Daiane. **Jaraguá do Sul – SC: Expansão Urbana, Fragmentação Espacial e Vulnerabilidade Ambiental.** Revista Discente Expressões Geográficas. Florianópolis–SC, n. 03, p. 83-102, Maio de 2007.

BRASIL. (2002). Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.** Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC

CAJAS, Fernando. **Alfabetización Científica y Tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico.** Enseñanza de las Ciencias, v.19, n.2, p.243-254, 2001.

FOUREZ, Gerard. **Crise no Ensino de Ciências?** Investigações em Ensino de Ciências. Porto Alegre – Instituto de Física da UFRGS, v.8, n.2, ago. 2003.

LIMA NETO, José Alves de. **O uso da abordagem CTSA para o ensino de energia tendo o desenvolvimento sustentável como eixo temático.** – Natal,RN, 2011.

LINSINGEN, Irlan Von. **O Enfoque CTS e a educação Tecnológica: Origens, Razões e Convergências Curriculares.** UFSC. XI Congresso Chileno de Engenharia Mecânica. 2004.

PFUETZENREITER, Márcia Regina. **O ENSINO DE TEMAS RELACIONADOS À SAÚDE UTILIZANDO A APRENDIZAGEM CENTRADA EM EVENTOS.** Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. Atas do V ENPEC - Nº 5. 2005 - ISSN 1809-5100

PINHEIRO, N. A. M. SILVEIRA, R. M. C. F. BAZZO, W. A.. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: A Relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio.** Ciência & Educação, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007

REGIS, A. C. D.; BELLO, M. E. R. B. **Conscientização e a Abordagem de Poluentes Atmosféricos por meio de uma Intervenção Didática: vivências de uma sala de aula.** Experiências em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 95-111, mar. 2011.

RIBEIRO, Sergio Guerreiro. **Geração de Energia elétrica com Resíduos Sólidos Urbanos - Usinas “WASTE-TO-ENERGY” (WTE)**. 2010

RICARDO, E. C.; CUSTÓDIO, J. F.; REZENDE JUNIOR, M. F.. **A tecnologia como referência dos saberes escolares: perspectivas teóricas e concepções dos professores**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v.29, n.1,

RICARDO, E. C. **Educação CTSA: obstáculos e possibilidades para sua implementação no contexto escolar**. Ciência & Ensino, v. 1, n. especial, p. 1-12, 2007.

ROBERTS, D. A (1991). **What counts as science education?** In: FENSHAM, P., J. (Ed.) Development and dilemmas in science education. Barcombe: The Falmer Press, p.27-55.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F.. **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira**. Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências – Belo Horizonte, v.2, n.2, p.133-162, 2002.

SOUZA CRUZ, S. M. S. C. **Aprendizagem Centrada em Eventos: uma experiência do enfoque ciência, tecnologia e sociedade no Ensino Fundamental**. Tese (Doutorado em Educação). UFSC. 2001.

# ANEXOS

## 1. FOLHETOS INFORMATIVOS DESENVOLVIDOS PELOS ALUNOS

# USINAS DE INCINERAÇÃO

## PLANTAS DE IMPRECISAÇÃO



**O QUE É?**

A usina de incineração é uma instalação industrial que produz energia a partir do calor gerado pela queima de resíduos urbanos.

### VANTAGENS E DESVANTAGENS

**VANTAGENS E DESVANTAGENS**

- Redução dos resíduos em 5% do volume e 15% do peso.
- Eliminação de bactérias que podem contaminar o solo e lençóis freáticos.
- Redução de alergos e custos com transporte.
- Investimento elevado.
- Alto custo de operação e manutenção.
- Possibilidade de causar poluição atmosférica.

### COMO FUNCIONA?

**Como funciona o processo de transformação de resíduos**



- 1 Coleta dos resíduos e transporte para a usina de incineração. Os resíduos são recebidos em caminhões e transportados para a usina de incineração.
- 2 Os resíduos são armazenados em pilhas e aguardam a queima.
- 3 Os resíduos são queimados em uma câmara de combustão, produzindo calor e energia.
- 4 O calor gerado é usado para aquecer água, produzindo vapor.
- 5 O vapor produzido é usado para gerar energia elétrica.
- 6 O vapor é usado para gerar energia elétrica e para aquecer água para a produção de vapor.
- 7 O vapor é usado para gerar energia elétrica e para aquecer água para a produção de vapor.
- 8 O vapor é usado para gerar energia elétrica e para aquecer água para a produção de vapor.
- 9 O vapor é usado para gerar energia elétrica e para aquecer água para a produção de vapor.

**FIQUE SABENDO!**

Nos Estados Unidos existem 87 usinas que processam 28 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos gerando cerca de 15 TWh de eletricidade por ano.

Em São José dos Campos-SP, uma usina será instalada em 2014, por meio de parceria público-privada (PPP), ao custo estimado entre R\$ 450 milhões e R\$ 600 milhões. Neste caso, a empresa vencedora da licitação entraria com 100% dos recursos, e o município, em contrapartida, oferecerá a área para a instalação.

Fernando Schmitz, Gustavo Neves, Rafael Pellens & Talia Camillo 302



A usina deverá operar 24 horas por dia e será capaz de absorver todos os resíduos sólidos urbanos das cidades da nossa região, 850 toneladas, que devem gerar energia para atender a 75 mil casas de famílias de classe média por dia. O custo do município



é de R\$ 12 milhões ao ano para realizar a destinação de 80 toneladas de lixo por dia. Especialistas garantem que a estrutura possui baixos níveis de emissões atmosféricas. Um dos motivos para que o custo de instalação da WTE seja de quase R\$ 200 milhões, por causa a alta tecnologia empregada. Porém, assegura que com apenas cinco anos de funcionamento a usina já terá sido paga.

E.E.B. Professor Giardini Luiz Lenzi  
Alunos: Rafael Nagel  
Tiago Stein  
Luis G. Glacheck  
Matheus Viana

3°02

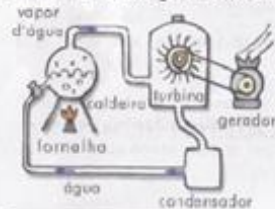
Jaraguá do Sul 26 de junho de 2013



Será que vale a pena?

### Usinas Termoeletrica

É uma instalação industrial usada para geração de energia elétrica, funciona a partir da queima de algum tipo de combustível, a energia liberada em forma de calor aquece a água presente na caldeira, o vapor gerado é direcionado até turbinas que transformam a energia cinética em elétrica através dos gerador



Esquema de geração de energia elétrica numa usina termoeletrica

Os combustíveis podem ser inúmeros como por exemplo: combustíveis fósseis, carvão mineral e etc. O vapor que passou pela turbina segue até condensadores que resfriam os mesmos, necessitando assim grandes quantidades de água para o resfriamento, sendo assim sempre são

#### Vantagens:

- Em comparação a usinas hidrelétricas, sua construção é mais rápida, podendo assim suprir carências de energia em menor prazo.
- Podem ser instaladas em locais próximos às regiões de consumo, reduzindo o custo com torres e linhas de transmissão;
- São alternativas para países que não possuem outros tipos de fontes de energia.

#### Desvantagens:



- Como são queimados combustíveis fósseis há uma grande liberação de poluentes na atmosfera. Estes poluentes são responsáveis pela geração do efeito estufa e do aumento do aquecimento global. Portanto, este tipo de energia é altamente prejudicial ao meio ambiente.
- Custo final deste tipo energia é mais elevado do que a gerada em hidrelétricas, em função do preço

dos combustíveis fósseis e da tecnologia empregada na construção da mesma.

### Usina Termoeletrica em Jaraguá do Sul

A Prefeitura de Jaraguá do Sul pretende instalar nos próximos anos uma usina de incineração de lixo conhecida mundialmente como waste-to-energy (WTE), que quer dizer 'resíduos em energia'. O projeto audacioso está sob o comando do Instituto de Pesquisa e Planejamento Físico-Territorial de Jaraguá do Sul (Ipplan), mas deverá envolver uma parceria público-privada com os municípios da região Norte do Estado. A previsão é de que se o trabalho for intenso, em quatro anos a usina entre em funcionamento. Na usina o lixo será incinerado a 1300 graus em um ambiente controlado e a troca térmica gera a energia elétrica por meio de turbinas.

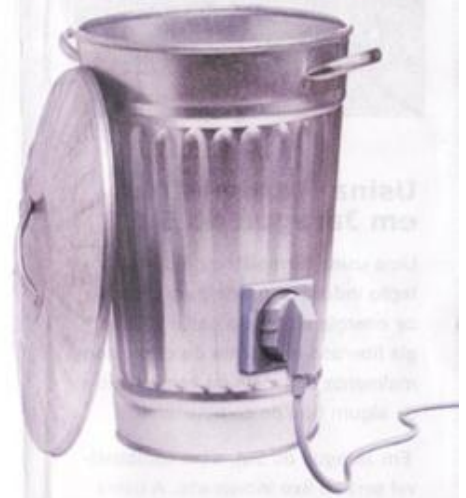


"Seguindo o princípio do pai da química moderna, Antoine Lavoisier, na 'natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma'. Os especialistas acreditam que enterrar o lixo não traz benefícios à sociedade, a não ser o conforto de imaginar que aquele resíduo jamais existiu. A alternativa reduz o volume do lixo em até 90% o peso, em 80%. As cinzas provenientes da incineração também podem ser reutilizadas na fabricação de asfalto e na construção civil."

Thiago M  
Leonardo  
Wilmair

E.E.B Professor Gardini Luiz Lenzi  
Julho de 2013  
Jaraguá do Sul

## TRANSFORMANDO LIXO EM ENERGIA



## USINA TERMELÉTRICA



### Usina Termelétrica em Jaraguá do Sul

Uma usina termelétrica é uma instalação industrial usada para geração de energia elétrica a partir da energia liberada em forma de calor, normalmente por meio da combustão de algum tipo de combustível.

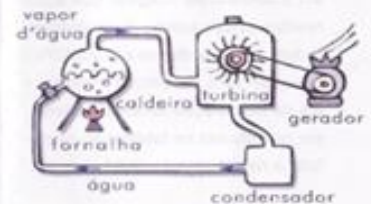
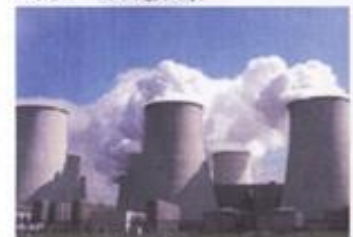
Em Jaraguá do Sul, esse combustível será o lixo incinerado. A usina deverá operar 24 horas por dia e será capaz de absorver todos os resíduos sólidos urbanos das cidades da nossa região, 850 toneladas, que devem gerar energia para atender a 75 mil casas de famílias de classe média por dia.

### Funcionamento

O lixo armazenado é enviado para a usina, para ser queimado na caldeira, que gera vapor a partir da água que circula por tubos em suas paredes. O vapor é que movimenta as pás de uma turbina, ligada diretamente a um gerador de energia elétrica. Essa energia é transportada por linhas de alta tensão aos centros de consumo. O vapor é resfriado em um condensador, a partir de um circuito de água de refrigeração. Essa água pode provir de um rio, e não entra em contato direto com o vapor que será convertido outra vez em água, que volta aos tubos da caldeira, dando início a um novo ciclo.

### Impactos Ambientais

A termelétricidade também causa impactos ambientais. Contribuem para o aquecimento global através do efeito estufa e da chuva ácida. A queima do lixo lança na atmosfera grandes quantidades de poluentes, além de ser um combustível fóssil não renovável.



Esquema de geração de energia elétrica numa usina termelétrica



Como funciona a usina de incineração de lixo?

Incineração é o processo de queima do lixo a altas temperaturas. O principal objetivo de tal procedimento é a redução do volume do lixo.

Qual o processo?

É incineração controlada realizada em equipamentos denominados incineradores, nos quais, o material é queimado a temperaturas acima de 500°C. Utiliza-se uma quantidade apropriada de oxigênio para a combustão.

É matéria orgânica presente em mais ou menos material incinerado transformado em dióxido de carbono, vapor de água e cinzas.

Mas todo o lixo pode ser queimado?

É ideal que no lixo não existam elementos como cascas de frutas, legumes e resíduos úmidos em geral, pois sua presença reduz a temperatura, o que pode influenciar negativamente no processo.

# Usina de Incineração de Lixo para Jaraguá do Sul.

**Lucas ao longo**  
**ferro que**  
**essa usina pe**  
**dero trazer para ferro**  
**quo?**


- \* Mais emprego para a população
- \* Redução do volume do lixo (em 90%)
- \* Logística
- \* Mais energia
- \* Resíduos reutilizáveis
- \* Menos odor

**Obs:**  
 Não se usa o termo "lixo", foi substituído por RSU (Resíduos Sólidos Urbanos)

**Lucas ao longo**  
**atendemos que poderia ter**  
**que para Jaraguá**

- \* Doenças
- \* Aquecimento global devido a queima
- \* Poluição do ar
- \* Chuva ácida
- \* Poluição do ambiente aquático.

**Poluição**




**Energia**

**Usina**

**Cidades que possuem essa usina**

- \* Florianópolis
- \* Salvador
- \* Curitiba
- \* Maringá (?) não se sabe se foi construído pois a população foi comanda



# Usina de Incineração

O que é usina de incineração?

Usina de incineração são instalações especiais (fornas especialmente projetadas) onde se processa a queima controlada do lixo, com a finalidade de transformá-lo em matéria sólida e inofensiva à saúde pública, reduzindo o seu peso e volume.

Usina de Incineração

Vantagens

- Sem odor sanitário;
- Sem micro-organismo;
- Reduz volume do lixo;
- Energia elétrica;
- Reutilização dos cinzas;
- Pouco espaço;
- Emprego.

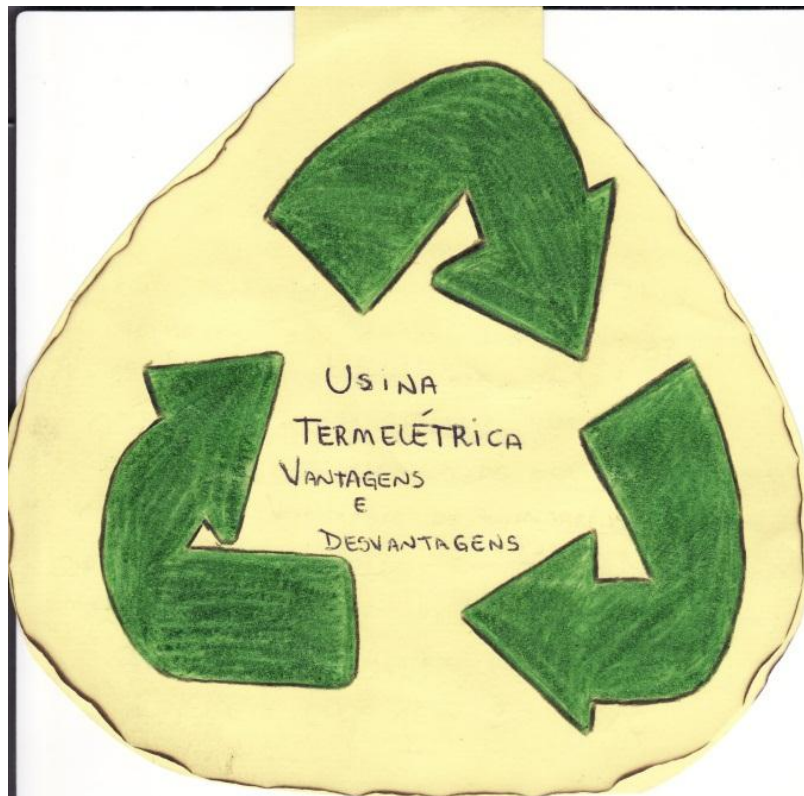
Como acontece?

O lixo é incinerado a 1300 graus em um ambiente controlado e a reação térmica gera a energia elétrica por meio de turbinas.

Desvantagens

- Gás poluentes;
- Custo alto;
- Área construída;
- Doenças respiratórias.





ENERGIA QUE VEM DO LIXO  
JA PENSOU NA HIPOTESE DE SEU LIXO DOMESTICO SE TRANSFORMAR EM ENERGIA ELETRICA?  
JARAGUÁ DO SUL MANDA EM MÉDIA 80 TONELADAS DE LIXO PARA A CIDADE DE MAFRA, QUE GERA UM GASTO DE 12 MILHÕES DE REAIS POR ANO.  
UMA USINA TERMELETRICA PODE DIMINUIR O PESO DO LIXO EM ATÉ 90%, INCINERANDO-O E O TRANSFORMANDO EM ELETRICIDADE.

VANTAGENS

- DIMINUIÇÃO DO LIXO
- EXTINÇÃO DE ATERROS SANITÁRIOS
- USO DAS CINZAS NA FABRICAÇÃO DE ASFALTO E USO NA CONSTRUÇÃO CIVIL
- GERAÇÃO DE ENERGIA

DESVANTAGENS

- CUSTO ELEVADO
- EXIGENCIA DE MÃO DE OBRA QUALIFICADA
- IMPACTOS AMBIENTAIS
- LOCAL ESPECIFICO PARA ARMAZENAMENTO DAS CINZAS.

## APÊNDICES

### 1. QUESTIONÁRIO

#### **Jaraguá do Sul pretende implantar usina de incineração de lixo**

Na visão de Benyamim (Engenheiro eletricista Benyamin Parham Fard, especialista em gestão ambiental) a cidade 'enterra' dinheiro no aterro sanitário de Mafra desde 2004. O custo do município é de R\$ 12 milhões ao ano para realizar a destinação de 80 toneladas de lixo por dia. Além desses gastos, o resíduo que vai para o aterro, se fosse incinerado, geraria dinheiro... Mas a incineração de resíduos não é uma unanimidade mundial. Existem grupos que atuam contra a queima do lixo por entenderem que o sistema econômico estimula a demanda por novos objetos e que a questão pode ser resolvida com a compostagem e reciclagem. (Jornal A Notícia, Fevereiro de 2013).

01. Você conhece ou já ouviu falar a respeito do projeto para a construção desta usina?

( ) Sim ( ) Não

02. Cite alguns impactos ambientais e sociais, que podem ocorrer a partir da construção desta usina.

Impactos Ambientais:

Impactos Sociais:

03. Explique como a energia é gerada em uma central termoeletrica.

04. Você é a favor da construção de uma usina de incineração em Jaraguá do Sul?

( ) Sim ( ) Não Justifique sua Resposta:

## 2. MATERIAL DE APOIO AO PROFESSOR

### 2.1 Sugestão de vídeos e Materiais.

Simulador: “Laboratório de eletromagnetismo” Disponível em: [http://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/faraday](http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/faraday) (A cessado em: 30/04/13)  
Possibilita ao professor trabalhar os conceitos de campo magnético criado por ímãs e fios condutores de corrente, bem como a indução de Faraday. Possui uma animação que auxilia na explicação do funcionamento de um gerador elétrico

Artigo: “Como a energia elétrica chega a nossas casas?” Disponível em: <http://revistaescola.abril.com.br/fundamental-1/como-energia-eletrica-chega-nossas-casas-690661.shtml?page=1> (A cessado em: 30/04/13)  
De forma sucinta e clara mostra os principais fatores que envolve a transmissão de energia elétrica das usinas de geração até as tomadas das residências.

Vídeo: “Entre o quente e o frio”, duração de 5 minutos, em animação exemplificando bem a semelhança entre a termelétrica e termonuclear, bem como o rendimento das usinas e consumo dos combustíveis. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=UMVp-Xm8lwQ&feature=related> (Acessado em: 30/04/13).

Vídeo: “Produção e Transformações da energia”. Duração de 10 minutos, com a explicação e demonstração das transformações de energia no cotidiano e nas centrais termelétricas. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=T32HUNEz\\_7M](https://www.youtube.com/watch?v=T32HUNEz_7M) (Acessado em: 30/04/13).

Vídeo: “Rumos da produção de energia elétrica no Brasil”. Duração de 26 minutos, é uma série de reportagem do Jorna Nacional exibida entre 2 e 9 de junho de 2012, mostra e discute as fontes de energia elétrica no país bem como os impactos socioambientais causados por cada uma delas, onde expõe a opinião e depoimento das pessoas que tiveram suas vidas alteradas pela construção e/ou funcionamento das mesmas. Disponível em: [http://www.youtube.com/watch?v=wHj\\_BWXqkPI](http://www.youtube.com/watch?v=wHj_BWXqkPI) (Acessado em: 30/04/13).

### 2.2 Impacto ambiental

Segundo o Artigo 1º da Resolução n.º 001/86 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), Impacto Ambiental é *qualquer alteração das propriedades físicas, químicas, biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que afetem diretamente ou indiretamente:*

- A saúde, a segurança, e o bem estar da população;
- As atividades sociais e econômicas;
- As condições estéticas e sanitárias ambientais;
- A qualidade dos recursos ambientais

Portanto, a definição de Impacto Ambiental está associada à alteração ou efeito ambiental considerado significativo por meio da avaliação do projeto de um determinado empreendimento, podendo ser negativo ou positivo.