

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FAE – Faculdade de Educação
CECIMIG – Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais
ENCI – Especialização em Ciências por Investigação

Gláucia Mara Carneiro Maciel

FÍSICA, CTSA E INTERDISCIPLINARIDADE
NO ENSINO MÉDIO COM A TEMÁTICA:
RECICLAGEM E ENERGIA ELÉTRICA

Belo Horizonte
2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FAE – Faculdade de Educação
CECIMIG – Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais
ENCI – Especialização em Ciências por Investigação

FÍSICA, CTSA E INTERDISCIPLINARIDADE
NO ENSINO MÉDIO COM A TEMÁTICA:
RECICLAGEM E ENERGIA ELÉTRICA

Gláucia Mara Carneiro Maciel

Monografia apresentada ao Curso de
Especialização do CECIMIG/FAE/UFMG
como requisito parcial à obtenção do título de
Especialista em Ensino de Ciências por
Investigação, modalidade Física

Orientador:
Prof. Ms. Ronaldo Marchezini

Belo Horizonte
2010

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, que sem Ele nada é possível, ao meu esposo, que me apoiou em todos os momentos, aos meus filhos, que foram o incentivo para continuar e a todos que me ajudaram a realizá-lo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter-me dado inteligência e sabedoria para superar as dificuldades e força para não desistir.

Ao meu esposo Cláudio, muito amado e querido, que esteve ao meu lado em todos os momentos, incentivando, colaborando. Muito obrigada.

Aos meus filhos que compartilham da minha superação e estão sempre ao meu lado.

Aos meus amigos, todos tão importantes. Sandra, uma companheira em todas as horas, Elvira que me apoiou, neste trabalho, no momento mais difícil, aos colegas de Escola que me ajudaram e aos Alunos que participaram. Enfim, a tantos que sempre demonstraram amizade.

E a um professor que Deus colocou no meu caminho, que me ajudou com uma dedicação que vemos naqueles que tem a verdadeira vocação para ensinar. Muito Obrigada.

RESUMO

Com base na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, que prioriza a aprendizagem cognitiva, o principal objetivo desse trabalho é verificar se o Ensino da Física no Ensino Médio se torna mais significativo ao introduzir CTSA por meio da interdisciplinaridade com as disciplinas Biologia e Química. Para isso foram inseridos os temas sobre meio ambiente: Reciclagem e Energia Elétrica. Acredita-se que esta é uma forma de motivar o aluno à construção de sua aprendizagem e possibilitar uma mudança de atitude e conduta que favoreça o exercício de sua cidadania e sua conscientização sobre o meio ambiente. Nesse trabalho utilizou-se o método de pesquisa-ação com uma abordagem qualitativa em uma turma do 3º ano do ensino médio de uma escola pública municipal de Belo Horizonte.

Palavras-chave: Ensino de Física, CTSA, Interdisciplinaridade, Reciclagem e Energia Elétrica.

ABSTRACT

Based on the Theory of Meaningful Learning of Ausubel, which prioritizes the cognitive learning, the main objective of this study is whether the teaching of physics in high school becomes more significant when introducing CTSA through interdisciplinary courses with Biology and Chemistry and themes that were placed on the environment: Recycling and Energy. It is believed that it is a way to motivate students to construct their learning, and facilitate a change in attitude and demeanor that encourages the exercise of their citizenship and their awareness of the environment. In this study we used the method of action research with a qualitative approach in a class of 3rd year of high school in a municipal school of Belo Horizonte.

Keywords: Physics teaching, CTSA, Interdisciplinary, Recycling and Energy.

SUMÁRIO:

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. ENSINO DA FÍSICA, A EDUCAÇÃO AMBIENTAL E CTSA.....	11
3. ENSINO DE FÍSICA E A INTERDISCIPLINARIDADE.....	13
4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
5. METODOLOGIA.....	17
6. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO.....	17
7. ANÁLISE DE RESULTADOS.....	20
7.1 Análise das Apresentações.....	21
7.2 Análise dos Questionários.....	23
8. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29
10. APÊNDICES.....	31

1. INTRODUÇÃO:

O movimento CTS é uma proposta pedagógica que torna o ensino de ciências potencialmente significativo procurando aproximar da realidade do aluno, trazendo sentido para aquilo que é estudado.

Alguns autores passaram a incorporar ao movimento CTS às questões ambientais passando a usar a sigla CTSA. A preocupação com o meio ambiente pela sociedade é necessária e o ensino voltado para essa temática visa contribuir para a formação de sujeitos críticos que busquem a preservação da vida do planeta e melhores condições sociais para as comunidades, conseqüentemente, para a existência humana.

A presente pesquisa busca incluir no Ensino de Física um trabalho interdisciplinar com uma metodologia investigativa e enfoque CTSA visando contribuir para essa formação cidadã dos estudantes.

O Ensino de Física no Ensino Médio ainda se caracteriza por uma metodologia com foco em exercícios descontextualizados e repetitivos, pois, é voltada mais para o uso de fórmulas matemáticas ao invés da compreensão de aspectos relacionados a situações e/ou aos fenômenos físicos envolvidos. Configura-se um distanciamento entre o cotidiano e os conteúdos ministrados.

A Física aprendida nas escolas de ensino médio deve permitir aos alunos pensar a respeito do mundo que os cerca, interpretando-o e compreendendo-o. No mundo complexo em que vivemos, a Física desempenha papel importante para o entendimento das transformações tecnológicas e industriais. Isto se deve ao seu caráter de descrição do mundo natural e suas propriedades, proporcionando uma compreensão dos fenômenos naturais e um entendimento da intervenção do homem nesses fenômenos. Por isso, cabe aos profissionais do Ensino/Educação, professores e pesquisadores, proporcionar atividades pedagógicas que contribuam para a compreensão desses fenômenos naturais, suas transformações e as mudanças tecnológicas, industriais e ambientais.

Com o propósito de buscar condições para que os alunos superem suas dificuldades e tenham interesse pelas Ciências Naturais, propostas sobre ensino-aprendizagem têm surgido. Uma proposta que possibilita atingir essas condições é a Interdisciplinaridade que auxilia os alunos a compreenderem melhor e mais amplamente situações e fenômenos cotidianos, abrangendo um maior corpo de conhecimentos, permitindo que os mesmos percebam o quanto Ciências Naturais está envolvida nas várias áreas de conhecimento.

Neste trabalho, o tema sobre Meio Ambiente: Reciclagem e Energia Elétrica tem como objetivo principal verificar se o Ensino da Física no Ensino Médio se torna mais significativo ao introduzir CTSA por meio da interdisciplinaridade com uma metodologia investigativa e também mostrar aos alunos a importância de suas atitudes no contexto ambiental. Além disso, um ensino de

Ciências Naturais, em especial da Física, desenvolvido nessa perspectiva apresenta aos estudantes elementos para que possam compreender aspectos relativos à produção e à evolução do conhecimento da área. No conjunto, todos esses fatores tendem a propiciar uma aprendizagem mais significativa, onde a percepção dos alunos sobre a Física pode ser ampliada e compreendida com a possibilidade de criar nos jovens uma consciência cidadã.

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, *“é preciso discutir qual Física ensinar para possibilitar uma compreensão do mundo e uma formação para a cidadania mais adequada”* (BRASIL, 2000, p.23), pois a *“percepção do saber físico como construção humana constitui-se condição necessária, mesmo que não suficiente, para que se promova a consciência de uma responsabilidade social e ética”* (p.28).

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais, *“o estudante não só é cidadão do futuro, mas já é cidadão hoje, e, nesse sentido, conhecer Ciência é ampliar a sua possibilidade presente de participação social e desenvolvimento mental, para assim viabilizar sua capacidade plena de exercício da cidadania.”* (BRASIL, 1998, p.23).

Isso significa que através do Ensino da Física é possível que o estudante se reconheça como cidadão participante, tomando conhecimento, por exemplo, das formas de abastecimento de água e da demanda energética da sua cidade, conscientizando-se de possíveis problemas e soluções (BRASIL, 2000). Nesse sentido, uma abordagem que favoreça a análise de problemas atuais da humanidade, como por exemplo, poluição e degradação do meio ambiente, a crise de recursos naturais, energéticos e de alimentos, através de uma atividade investigativa, poderá propiciar ao aluno o desenvolvimento da sua capacidade de se preocupar com o social e com sua cidadania.

Um exemplo de um problema ambiental energético é destacado nos Parâmetros Curriculares Nacionais (1998) que mostra as dimensões dos conteúdos físicos envolvidos em um problema: *“De onde vem a luz das casas?”*

“O entendimento da geração e transmissão de energia elétrica envolve conceitos relacionados a princípios de conservação de energia, transformação de energia mecânica em energia elétrica, calor, luz, propriedades dos materiais, corrente, circuitos elétricos e geradores. (...) Investigações sobre o descobrimento e aplicação da eletricidade, sobre os limites dos usos de recursos hídricos e suas implicações ambientais (...).” (BRASIL, 1998, p.50).

Mediante essas considerações, destacamos a importância da inserção de um tema transversal *“meio ambiente”* com foco no movimento CTSA no ensino de Física, pois, essa prática pode viabilizar uma mudança de atitudes e condutas que favoreçam o exercício da cidadania e a preservação do ambiente. Além de apresentar uma Física interdisciplinar que integre os conhecimentos científicos com a vida dos alunos, aproximando sua realidade aos fenômenos e objetos tecnológicos concomitantemente a problemas sociais.

Segundo Bazzo (2006, p.4) quando se aborda a concepção de Ciência, Tecnologia e Sociedade, analisa-se através de uma visão de mundo integradora e dinâmica, pois, esta permite lidar com a complexidade das relações entre homens em diferentes escalas temporais e espaciais, caracterizando uma postura epistemológica abrangente, que se fundamenta na construção e reconstrução permanente da própria visão e das concepções delas decorrentes.

Faz-se necessário, portanto promover propostas educativas, com envolvimento de questões tecnológicas, científicas, além das sociais. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (2000) “(...) *a construção de conhecimento científico envolve valores humanos, relaciona-se com a tecnologia e, mais em geral, com toda a vida em sociedade, de se enfatizar a organicidade conceitual das teorias científicas, de se explicitar a função essencial do diálogo e da interação social na produção coletiva.*” (p.48)

As discussões sobre meio ambiente, como eixo norteador do trabalho interdisciplinar, nos levam a inserir questões sobre avanços científicos e tecnológicos, como, na medicina, nos transportes, na comunicação, na informática e na energia. Os jovens interagem constantemente com novos hábitos de consumo que são reflexos diretos da tecnologia atual, como, computadores, internet, comunicação via satélite em geral com um aumento do consumo de produtos industrializados de todo gênero, alimentos, bebidas, vestuário, transporte, entre outros, conseqüentemente, interferindo diretamente no aumento da produção de lixo no planeta, prejudicando o meio ambiente.

Assim, por se ter preocupação com a vida no planeta, há cada vez mais uma crescente necessidade por conhecimentos científicos e tecnológicos para a tomada de decisões comuns, envolvendo o interesse coletivo, da comunidade. A escola é um ambiente propício para difundir por meio de um processo educativo esses conhecimentos que possibilitem criar uma consciência ecológica e desenvolver uma cultura tecnológica nos alunos. Mas paradoxalmente, esses jovens não recebem formação na escola para a ciência e tecnologia, além da informação e de relações meramente ilustrativas, ficando distante da compreensão das relações desses conhecimentos com a vida diária. Com base nessa necessidade sugere-se que a ciência e a tecnologia sejam tratadas como referências no desenvolvimento do conhecimento escolar e a sociedade e o ambiente como cenário de aprendizagem, inserindo problemas sociais significativos com temas a serem investigados como suporte para a aprendizagem da Ciência – Física, Química e Biologia – e Tecnologia. Portanto, a inserção da CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente – é pertinente para esse propósito.

Segundo Ricardo (2007), *a designação da Educação CTSA comporta elementos que transcendem a educação formal, ou seja, aquela que possui uma relação didática, um espaço e tempo definidos pela escola.* Percebe-se que em relação às disciplinas científicas, Biologia, Física e Química os alunos apresentam maior dificuldades de entendimento pois, seus conceitos muitas

vezes estão distantes desses estudantes. Porém, essas disciplinas poderiam se tornar mais interessantes, se o ensino de Ciências Naturais tivesse uma abordagem com foco em CTSA. E como seria introduzida CTSA nas disciplinas de Biologia, Física e Química na escola, através de interdisciplinaridade? É possível desenvolver conhecimento científico, em especial conhecimentos físicos, introduzindo no ensino da Física temas transversais com foco em CTSA?

De acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, para aprendizagem ser significativa são necessárias duas condições: a primeira, o aluno precisa ter disposição para aprender e a segunda, o conteúdo escolar a ser aprendido tem que ser potencialmente significativo. Para tentar responder essas questões acima, é importante ressaltar que a aprendizagem é o resultado da construção do conhecimento podendo ser estimulado através de situações-problema contextualizadas.

A introdução de um tema com foco em CTSA no Ensino da Física através da Interdisciplinaridade de forma investigativa pode despertar a curiosidade do aluno, incentivá-lo a questionar, refletir, interpretar, levantar hipóteses, analisar fenômenos, criar disposição para aprender, pois, dessa forma o aluno verá mais sentido ao que se aprende, ou seja, os conteúdos poderão se tornar mais significativos para ele.

Observa-se que existe uma dificuldade por parte dos alunos para o entendimento de conceitos físicos. Mas para tentar diminuir essa dificuldade e a distância entre teoria e prática no ensino da Física, alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma Escola Pública na cidade Belo Horizonte participaram de uma atividade interdisciplinar com o tema: Reciclagem e Energia Elétrica, de forma investigativa e uma análise do resultado desse trabalho será objeto de estudo dessa pesquisa.

2. ENSINO DA FÍSICA, A EDUCAÇÃO AMBIENTAL E CTSA:

O ensino da Física na Educação Básica, em especial no Ensino Médio, ainda é caracterizado pelo excesso de conceitos físicos sem relação com o cotidiano do aluno, dificultando sua aprendizagem.

Existe uma necessidade de interagir conceitos científicos com problemas e questões sociais e ambientais no Ensino de Ciências Naturais, pois, percebe-se que os jovens não recebem das escolas conhecimentos relacionados com seu cotidiano, ou seja, conhecimentos científicos, tecnológicos que possam ser tratados e aplicados no seu meio social.

Esse trabalho visa introduzir um tema relacionado com o movimento CTS, pois, conforme Caamaño (apud BAZZO, 2001) motivar o interesse dos estudantes em relacionar a ciência com as aplicações tecnológicas e os fenômenos da vida cotidiana, abordar as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da ciência e da tecnologia e adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico representa uma síntese dos objetivos do movimento CTS.

A integração entre ciência, tecnologia e sociedade no ensino de ciências representa uma tentativa de formar cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados, capazes de tomar decisões informadas e desenvolver ações responsáveis (RUBBA; WIESENMYER apud BAZZO, 2001, p. 3).

De acordo com Caixeta et al. (2008), mais que um método ou uma abordagem de ensino, o CTS remete à reflexão sobre as razões para ensinar ciências num mundo cada vez mais permeado pela tecnologia, pelo acúmulo da produção de informações, pela rapidez com que estas são socializadas e descartadas, bem como pela participação dos cidadãos comuns em debates de interesse coletivo.

Assim, a inserção no ensino da Física de problemas relativos ao meio ambiente e conseqüentemente conhecimentos científicos, tecnológicos e sociais tem como propósito levar os alunos a uma reflexão sobre suas atitudes diante desses problemas e sobre o que a sociedade pode contribuir para minimizar os impactos no meio, estimulando a descoberta e a pesquisa sobre as atitudes políticas e sociais que influenciam os contextos científicos, tecnológicos e ambientais.

Por isso, a proposta de contextualizar os conceitos físicos com o tema Reciclagem e Energia é na tentativa de incentivar os alunos a tornarem o conhecimento mais significativo estimulando a construção de sua aprendizagem. Segundo a teoria de Ausubel (MOREIRA, 2008), na aprendizagem significativa há vantagens essenciais. Em primeiro lugar, o conhecimento que se adquire é lembrado por mais tempo. Em segundo, aumenta a capacidade de aprender outros

conteúdos de uma maneira mais fácil, mesmo se a informação original for esquecida.

Nesse sentido os conhecimentos físicos podem ser trabalhados de modo que sejam compreendidos e consolidados de forma ampla e significativa. Se incluir as relações sociais para que exista uma relação intrínseca com os diversos campos do conhecimento, o tema Reciclagem pode construir através dos conhecimentos prévios dos alunos uma aprendizagem significativa sobre Energia no ensino da Física.

O tema Energia pode promover uma conscientização sobre os problemas ambientais, nesse caso, decorrentes do aumento da demanda energética e seus efeitos sobre a natureza. Essa abordagem permitirá que o professor articule os conhecimentos científicos e tecnológicos aos aspectos sociais e ambientais para viabilizar ao aluno o reconhecimento da necessidade de que esses conhecimentos sejam utilizados com ética e para o exercício da cidadania.

Conforme Maria Emília Caixeta (2008), a preocupação com a formação geral de todos os indivíduos para a formação da cidadania tem levado à proposição de novos currículos, bem como materiais didáticos mais atualizados, e à formação de uma nova consciência pedagógica dos docentes quanto ao ensino que praticam. Cidadania, nesse caso, é entendida como expressão dos direitos civis, econômicos e sociais das pessoas na sociedade.

Portanto, introduzir o movimento CTS e a Educação Ambiental com a finalidade de formar cidadãos mais conscientes é também objeto desse trabalho. Consideramos que apesar das várias áreas de conhecimento possuírem um currículo pré-determinado, os princípios da Educação Ambiental e os conhecimentos relacionados com CTS devem estar presentes no ensino da Educação Básica. A relação da Energia com Reciclagem de Lixo é uma proposta para se inserir no contexto escolar a Educação CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente – promovendo a inserção de questões relativas ao meio ambiente no ensino de Física, permitindo que a Ciência ensinada na escola tenha relação substancial com o mundo real, através da tecnologia vivenciada socialmente pelo aluno.

3. ENSINO DE FÍSICA E A INTERDISCIPLINARIDADE

Existem vários conceitos de interdisciplinaridade, mas segundo Japiassú (1976), a interdisciplinaridade é caracterizada pela presença de uma axiomática comum a um grupo de disciplinas conexas e definidas no nível hierárquico imediatamente superior o que introduz a noção de finalidade. A interdisciplinaridade caracteriza-se pela intensidade das trocas entre os especialistas e pelo grau de integração real das disciplinas no interior de um mesmo projeto. A interdisciplinaridade visa à recuperação da unidade humana através da passagem de uma subjetividade para uma intersubjetividade e assim sendo, recupera a ideia primeira de cultura (formação do homem total), o papel da escola (formação do homem inserido em sua realidade) e o papel do homem (agente das mudanças do mundo).

Segundo I. Fazenda (1999), o pensar interdisciplinar parte do princípio de que nenhuma forma de conhecimento é em si mesma racional. Tenta, pois, o diálogo com outras formas de conhecimento, deixando-se interpenetrar por elas. Aceita o conhecimento do senso comum como válido, pois é através do cotidiano que damos sentido às nossas vidas. Ampliado através do diálogo com o conhecimento científico, tende a uma dimensão utópica e libertadora, pois permite enriquecer nossa relação com o outro e com o mundo.

Ainda, conforme I. Fazenda (1996), interdisciplinaridade é apenas pronunciada e os educadores não sabem o que fazer com ela. A sua implementação na educação é na tentativa da construção de novos projetos para a melhoria do ensino. No projeto interdisciplinar não se ensina, nem se aprende: vive-se, exerce-se. A responsabilidade individual é a marca do projeto interdisciplinar – envolvimento – esse que diz respeito ao projeto em si, às pessoas e às instituições a ele pertencentes. Surge às vezes de um (aquele que já possuía em si a atitude interdisciplinar) e se contamina para os outros e para o grupo. Encontramo-nos, comumente, com inúmeras barreiras: de ordem material, pessoal, institucional. Mas o que caracteriza a atitude interdisciplinar é a ousadia da busca, da pesquisa: é a transformação da insegurança num exercício do pensar, num construir. Pode diluir-se na troca, no diálogo, no aceitar o pensar do outro.

Assim, conforme os autores acima citados, a proposta dessa metodologia é a de construir a autonomia individual e ao mesmo tempo promover o respeito ao pensamento do outro com o intuito de torná-lo responsável no trabalho em equipe. Amplia seus conhecimentos sobre determinado tema de maneira integrada – escola e sociedade, apesar das dificuldades de ordem material e principalmente pessoal – educadores.

De acordo com Fazenda (1999), a maioria dos professores apresenta resistência a essa metodologia, pois se negam a pensar sob outra perspectiva, que não seja voltada à memorização e/ou à repetição e ou a negativa de qualquer forma modificação de sua rotina ou de sua visão pedagógica. Conforme Moreira (2010) assumir uma postura favorável à educação para a compreensão exige do professor uma mudança de comportamento, na qual enxergue as possibilidades que o aluno possui de aprender, de compreender, de transformar, de agir sobre o seu presente. Isso só é possível se consideramos o aluno como sujeito, com necessidades e potencialidades, como alguém com o qual o professor se relaciona.

De acordo com os PCNs,

A interdisciplinaridade supõe um eixo integrador, que pode ser o objeto de conhecimento, um projeto de investigação, um plano de intervenção. Nesse sentido, ela deve partir da necessidade sentida pelas escolas, professores e alunos de explicar, compreender, intervir, mudar, prever, algo que desafia uma disciplina isolada e atrai a atenção de mais de um olhar, talvez vários. (BRASIL, 2002, p.88-89)

Com base na proposta de metodologia interdisciplinar investigativa, envolver as disciplinas: Física, Química e Biologia com a temática Energia e Reciclagem do Lixo com enfoque em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente – CTSA permite integrar conhecimento científico e cotidiano do aluno para estimular a construção de sua aprendizagem.

Segundo os PCNs do Ensino Médio,

Procurar suprir a carência de propostas interdisciplinares para o aprendizado, que têm contribuído para a educação científica excessivamente compartimentada, especialmente no Ensino Médio, fazendo uso, por exemplo, de instrumentos com natural interdisciplinaridade, com os modelos moleculares, os conceitos evolutivos e as leis de conservação. (BRASIL, 2002, p. 48)

De acordo com, Japiassú e Ivani Fazenda (apud ALVES; BRASILEIRO; BRITO) *a interdisciplinaridade é apontada como saída para o problema da disciplinaridade, que é contextualizada com a prática interdisciplinar, ou seja, envolvendo profissionais de várias áreas como necessidade para o desenvolvimento de projetos pedagógicos.*

Sem pretender desvalorizar a disciplinaridade, mas ao mesmo tempo, buscar mudança na

metodologia do ensino de Física, a interdisciplinaridade é uma forma de articular maneiras diferentes, com utilização de métodos qualitativos e mais flexíveis, de motivar o aluno a construção do conhecimento mais significativo.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A teoria de David Paul Ausubel, a *teoria da aprendizagem significativa*, é uma teoria cognitivista e procura explicar os mecanismos internos que ocorrem na mente humana com relação ao aprendizado e à estruturação do conhecimento. O trabalho apresentado procura basear-se na construção, pelo aluno, do conhecimento significativo. Sendo assim, a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, possibilita estruturar o processo de ensino da Física com temas relacionados com CTSA através da Interdisciplinaridade, pois, para ele a aprendizagem consiste na “ampliação” da estrutura cognitiva através da incorporação de novas ideias. A proposta é ensinar Física com a perspectiva de ampliação dessa estrutura, através do relacionamento das Ciências com a Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

Os aspectos mais relevantes da Teoria Ausubeliana foram usados como norteadores do Trabalho Interdisciplinar Reciclagem e Energia Elétrica. O primeiro aspecto é a apresentação do modelo cognitivo.

1. Estrutura Cognitiva segundo Ausubel.

Segundo Ausubel (*apud* Faria, 1989, p. 8), a estrutura cognitiva refere-se ao conteúdo e organização de suas ideias na área particular de conhecimento. A estrutura cognitiva de cada indivíduo é extremamente organizada e hierarquizada, no sentido que as várias ideias se encadeiam de acordo com a relação que se estabelece entre elas. Além disso, é nesta estrutura que se ancoram e se reordenam novos conceitos e ideias que o indivíduo vai progressivamente internalizando, aprendendo.

2. Aprendizagem.

Para Ausubel (*apud* Faria, 1989, p. 8), a aprendizagem consiste na “ampliação” da estrutura cognitiva, através da incorporação de novas ideias a ela. Dependendo do tipo de relacionamento que se tem entre as ideias já existentes nesta estrutura e as novas que se estão internalizando, pode ocorrer um aprendizado que varia do mecânico ao significativo.

Nas palavras de Moreira (1999, p.154),

Contrastando com a aprendizagem significativa, Ausubel define *aprendizagem mecânica* (ou automática) como sendo a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma interação com conceitos

relevantes existentes na estrutura cognitiva. Nesse caso, a nova informação é armazenada de maneira arbitrária. Não há interação entre a nova informação e aquela já armazenada. [...]. Ausubel não estabelece a distinção entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica como sendo uma dicotomia e sim como um contínuo.

Portanto, nesta perspectiva o trabalho tem como base a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel. O trabalho interdisciplinar, de forma investigativa, envolvendo Física e CTSA com o Tema: Reciclagem e Energia Elétrica têm como proposta o aprendizado do aluno através de assuntos que permitam a ele relacionar as ideias que ele já tem com as que pode deparar no seu cotidiano, permitindo a interação do conteúdo da Física com o meio ambiente e sociedade, procurando ser significativo para ele.

Mas apesar da temática pré-estabelecida, a participação dos alunos na escolha do tema é importante para gerar interesse e motivação nesses mesmos alunos, para que se sintam parte do projeto e comprometidos com ele, a fim de consolidar a aprendizagem nas áreas envolvidas. De acordo com a Teoria de Ausubel (*apud* Moreira, 1999), é importante que progressivamente o aluno faça ligações das novas ideias com as existentes na sua estrutura cognitiva, pois, a nova ideia se aprende quando acontece um tipo de relação da que já sabia com a que deseja ensinar permitindo a ampliação do seu sentido. Dessa maneira se estabelece uma proposta de Aprendizagem Significativa, ou seja, o novo conhecimento é assimilado tomando como base os conhecimentos prévios dos alunos, passando a alterá-lo ou ampliar seu sentido.

5. METODOLOGIA:

Este trabalho de pesquisa foi realizado através da metodologia de projetos com uma abordagem qualitativa, a pesquisa qualitativa pode ser caracterizada como sendo uma tentativa de se explicar em profundidade o significado e as características do resultado das informações obtidas (OLIVEIRA, 2008), portanto, as características dessa abordagem são: fonte de dados em um ambiente natural; investigação descritiva; preocupação com o processo maior do que com o resultado; dados analisados de forma indutiva.

6. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS:

Primeiramente a proposta de trabalho (ANEXO – A) foi apresentada em uma reunião realizada na segunda quinzena do mês de maio de 2010, com os professores de Física, Química e Biologia da turma, para se verificar se os mesmos tinham interesse em participar desse trabalho interdisciplinar e introduzir em suas aulas questões relativas ao tema que envolvia problemas ambientais. A proposta foi aceita de imediato, porém, os professores pediram para que esta fosse apresentada, aos alunos, pela pesquisadora para expor e explicar o motivo, a organização e a execução do trabalho. Assim, os professores estabeleceram relação do meio ambiente com seus respectivos conteúdos em suas aulas, durante a semana. As professoras de Biologia e Química declararam que o tema estava inserido naturalmente em suas disciplinas, além, de facilitar a aplicação das Ciências Naturais em vários campos de estudos.

Uma semana depois, reuniram-se, novamente, os professores de Física, Química e Biologia juntamente com a pesquisadora para definir se o trabalho valeria pontos para o trimestre e para organizar a atividade de forma que atendesse a pesquisa.

A organização do trabalho foi definida da seguinte forma:

- ◆ Palestra com pessoas envolvidas em atividades com reciclagem;
- ◆ Organização dos grupos de trabalho;
- ◆ Escolha do tema por parte dos alunos e de acordo com sua área de interesse;
- ◆ Período destinado para pesquisas;
- ◆ Apresentação com PowerPoint e protótipos, além de relatórios.

Assim, juntamente com os professores, a pesquisadora descreveu a atividade para os alunos, na segunda quinzena de junho de 2010, com o tema: Lixo Orgânico e Energia Elétrica.

Lixo Orgânico e Energia Elétrica: Existe tratamento do lixo orgânico de forma sustentável? É possível transformá-lo em energia elétrica? Algumas perguntas como essas foram indagadas pela pesquisadora durante a descrição do trabalho.

A professora de Biologia introduziu na aula seguinte, textos introdutórios (APÊNDICE – B) com o objetivo de ilustrar o tema e aguçar o interesse dos alunos pelo assunto.

A atividade foi realizada no segundo trimestre, período de junho à setembro, do ano letivo de 2010, tendo como sujeitos 30 alunos, na faixa etária de 16 a 19 anos, de uma turma de 3º ano do ensino médio, do turno da manhã de uma escola municipal em Belo Horizonte, Minas Gerais.

Os alunos participaram de uma palestra com um Catador de materiais recicláveis, no final do mês de junho, com duração de aproximadamente 2 horas. O palestrante destacou a Coleta e transporte de lixo; Redução, Reutilização e Reciclagem e Coleta Seletiva.

A redução é o ato de reduzir o volume do lixo produzido que pode ser por compactação ou redução da produção. Por compactação a redução é mecânica do volume do lixo produzido, geralmente efetuado no local do destino final, aterro sanitário, aterro controlado, lixão e incineração. A reutilização é uma forma de reutilizar os objetos, inclusive por motivos econômicos, usar embalagens retornáveis e reaproveitáveis e reaproveitar embalagens descartáveis para outros fins são alguns exemplos. Na reciclagem os ciclos naturais de decomposição e reciclagem da matéria podem ser aproveitados na decomposição do lixo orgânico. Contudo, o problema ocorre com as muitas substâncias manufaturadas pelo homem, que não são biodegradáveis, podem levar séculos para se decompor, por isso, a coleta seletiva é uma forma de minimizar esse problema. Os resíduos sólidos são separados com a finalidade de reaproveitar ou reutilizar o seu ciclo produtivo, mas há necessidade de um trabalho de educação com o objetivo de sensibilizar a população e governo.

Outra reunião foi necessária com os professores de Física, Biologia e Química e a pesquisadora, para definir como seria a forma do trabalho, qual o tempo necessário para o seu desenvolvimento (APÊNDICE – C) e para apresentar o questionário dos alunos e o dos próprios professores (APÊNDICES – D e E, respectivamente). Os professores concordaram em aplicar os questionários nas suas aulas, após as apresentações e contribuir para a pesquisa respondendo ao destinado a eles. Ficou definido ainda que a pesquisadora dirigisse uma discussão inicial sobre Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente – CTSA, além da organização dos grupos de trabalho. Os próprios alunos constituíram os grupos, com base na afinidade e no interesse de cada um.

Durante a discussão, alunos expuseram suas ideias, inclusive sugerindo a mudança do tema para Reciclagem e Energia Elétrica. E argumentaram justificando que a mudança tornaria mais abrangente o tema energia elétrica e abordaria áreas acadêmicas que queriam pesquisar – Ciências da Saúde, Ciências Sociais, Ciências Exatas e da Computação – pois, gostariam de verificar se as várias áreas do conhecimento podem envolver o tema mencionado. Após a discussão, ficou acertado que a pesquisa abrangeria a comunidade em que estão inseridos, atendendo, portanto, a proposta da Física Ambiental. Os grupos foram divididos em grupos de 5 e 6 elementos, conforme o interesse

de cada um e os subtemas foram sugeridos pela pesquisadora, professora de Biologia e alunos: Fontes alternativas de energia, Reciclagem do Lixo Orgânico, Biomassa, Biodigestor, Aquecedor Solar com materiais recicláveis.

Período destinado para o projeto foi o seguinte:

- ❖ O primeiro contato com os professores foi segunda quinzena de maio de 2010;
- ❖ Discussão e organização com os professores durante 15 dias;
- ❖ Contatos com os alunos do 3º ano: segunda quinzena de junho de 2010;
- ❖ Palestra no final de junho de 2010;
- ❖ Apresentação dos trabalhos: 12 de agosto de 2010;
- ❖ Questionários dos alunos no final de setembro de 2010;
- ❖ Questionário do professor: outubro de 2010.

A turma foi dividida em cinco grupos, com os seguintes temas:

- 1) Redução, Reutilização e Reciclagem – RRR;
- 2) Reciclagem do Lixo Orgânico – Compostagem, Educação Ambiental e Desperdícios na Escola, em Hospitais e nas Residências dos alunos;
- 3) FAE – Fontes Alternativas de Energia; Biomassa;
- 4) Biodigestor; Geração de Energia Elétrica através do Metano;
- 5) Projeto Sustentável – Captação de Água de Chuva e Aquecedor Solar.

A pesquisadora sugeriu que um sub-tema completasse o outro, como por exemplo: Biodigestor e Geração de Energia Elétrica através do Metano. A proposta foi aceita pelos professores envolvidos e por todos participantes, assim um grupo interagiu com outro, formando uma cadeia de informações, integrando nos trabalhos os conceitos Físicos, Biológicos e Químicos, e de acordo com o interesse acadêmico de cada um. Assim alunos com interesse na área biológica e humana pesquisaram conceitos biológicos, os com interesse na área exata pesquisaram conceitos físicos e químicos. Dessa forma, ocorreu troca de informações entre membros do grupo e simultaneamente entre grupos da turma.

Durante o período de pesquisa os estudantes tiraram dúvidas com os professores em sala de aula e foram orientados na sua pesquisa.

No dia da apresentação, os alunos expuseram da seguinte forma:

Redução, Reutilização e Reciclagem – RRR: através de PowerPoint com campanha de Coleta Seletiva e objetos de artesanato com materiais recicláveis, incentivo à coleta seletiva através de cartazes;

Reciclagem do Lixo Orgânico – Compostagem, Educação Ambiental e Desperdícios na Escola, em Hospitais e nas Residências: Experiência com a compostagem, coleta de dados da cantina da escola, nas casas dos alunos e pesquisa no Hospital próximo da escola, explicação da coleta

seletiva, apresentação feita também com PowerPoint;

Biomassa e Biodigestor e Geração de Energia Elétrica através do Metano: Explicação com apresentação do PowerPoint, apresentação de um pequeno projeto em 3D e protótipos de um biodigestor;

FAE – Fontes Alternativas de Energia: Apresentação com PowerPoint;

Projeto Sustentável – Captação de Água de Chuva e Aquecedor Solar: Explicação com apresentação do PowerPoint e protótipos de um aquecedor solar em um sistema hidráulico.

Além das apresentações dos grupos, questionários foram utilizados como instrumentos de coleta de dados. Questionários: O objetivo dos questionários era fazer um levantamento do trabalho realizado em sala de aula e recolher a opinião de professores e alunos acerca desse tipo de atividade interdisciplinar e ainda solicitar sugestões sobre como torná-lo mais eficaz.

7. ANÁLISE DE RESULTADOS:

Foram analisadas a participação e a aprendizagem dos alunos no decorrer da atividade, considerando-se os seguintes pontos:

Primeiramente, com relação às noções básicas de energia, verificou-se, através de atividades escritas e avaliações, como foi a compreensão relativa à: identificação de várias formas de energia, distinção entre formas e fontes de energia, transformação de energia e a inter-relação da Biologia, Química e Física na aprendizagem das ciências naturais com foco em energia elétrica, reciclagem e sustentabilidade.

Conforme foi relatado pelos professores, os alunos conseguiram adquirir algumas capacidades e habilidades que até então não haviam demonstrado, principalmente, em relação à energia elétrica e reciclagem em suas várias formas.

Aos aspectos ambientais, avaliou-se se os alunos demonstraram conscientização dos problemas ambientais gerados em virtude do aumento da demanda energética; relacionaram energia elétrica e meio ambiente; demonstraram preocupação com a destruição da natureza; buscaram propostas para esses problemas; demonstraram uma mudança de postura em seu cotidiano, inclusive na escola. Na avaliação dos professores atividade como essa sensibiliza a maioria dos adolescentes, pois, os envolvem diretamente na percepção dos problemas ambientais existentes no meio em que vivem.

Os professores avaliaram que a atividade interdisciplinar com um tema ambiental foi relevante para motivar os alunos em suas disciplinas. Todos os educadores afirmaram que a turma ficou envolvida, mas perceberam que faltou mais orientação aos alunos para que estes melhorassem suas apresentações.

Os dados analisados indicam que grande parte dos alunos que participou da atividade possuía, inicialmente, dificuldades em construir e realizar trabalhos mais articulados relacionados com o movimento CTSA de forma interdisciplinar, inclusive para a maioria, atividade interdisciplinar era novidade.

Um dos primeiros obstáculos encontrado foi a dificuldade de entendimento que a maior parte dos alunos apresentou em relação às ciências naturais, comprometendo sua participação inicial, outro obstáculo foi a insegura que os estudantes sentiam em relação à receptividade dos professores com propostas de apresentações de trabalhos diferentes das convencionais.

Mas com a orientação dos professores, com estímulo à pesquisa de questões que envolviam situações-problema, esses obstáculos foram superados à medida que aconteciam discussões sobre os subtemas nas aulas de Física e Biologia.

A proposta desse trabalho se mostrou nova para maioria dos alunos e também para os professores, que tiveram poucas oportunidades de vivenciar atividades interdisciplinares dessa natureza na Escola.

Apesar dos professores envolvidos demonstrarem interesse pelo trabalho interdisciplinar, a falta de reuniões posteriormente às apresentações dos grupos, dificultou a interação dos três professores, por isso, cada um avaliou a sua maneira essa atividade. O trabalho foi aceito pelos professores com o objetivo de facilitar o entendimento dos conceitos específicos de cada disciplina, mas fizeram uma ressalva, que este tipo de atividade não deve ser constante, pois, pode comprometer o conteúdo mínimo que precisa ser ministrado durante o ano. O que vem ao que pensa Jacobs, segundo Klein (2001), quando afirma que

A relutância dos professores em se engajar na educação interdisciplinar não é apenas uma questão de não saber como. (...) Ela também surge da socialização disciplinar, que leva os professores a acreditar que não estão fazendo seu trabalho da maneira como foram treinados para fazê-lo. Estudantes, de maneira semelhante, são socializados por uma maneira de aprender e por uma visão tradicional do conhecimento (Jacobs, 1989 *apud* Klein, 2001, p.123).

7.1 ANÁLISE DAS APRESENTAÇÕES:

A análise feita das apresentações foi através da observação participante da pesquisadora e questionário respondido pelos professores que participaram do projeto.

O RRR – Redução, Reutilização e Reciclagem foi apresentado sem um preparo adequado

por alguns elementos do grupo, pois, demonstraram insegurança, sempre lendo os textos, sem segurança do assunto, porém, se preocuparam com construção de objetos com materiais recicláveis, como, brinquinhos feitos com garrafa Pet's, bijuterias feitas com caixas de leite e retalhos de pano, entre outros. Alunos mais seguros propuseram para a escola - uma Campanha de Educação Ambiental, mostrando a importância da coleta seletiva, campanha que fizeram na rua em que moram, porém, tiveram dificuldades, pois, não existe um programa da Prefeitura para a coleta seletiva na cidade, mas continuaram separando os materiais em suas casas e incentivaram familiares a fazerem o mesmo, de acordo com as declarações desses alunos.

Durante a apresentação foi possível pinçar algumas afirmativas de alunos das quais transcrevemos abaixo duas delas:

Aluno 1: “ [...] a minha casa está lotada de papéis, papelão e garrafas PET's. A minha mãe falou para que eu jogasse aquela 'lixaiada' fora. Eu disse: Mãe, isso não é lixo, é dinheiro e ainda contribui para proteger a natureza!”

Aluno 2: “Na minha casa também, aliás, minha família toda está separando o lixo, minha tia, na casa da minha 'vó', mas vou ter que acabar jogando fora. Porque a gente não tem suporte da Prefeitura. Tinha que ter recolhimento de lixo prá facilitar prá gente!”

Alguns alunos falaram que têm os lugares próprios para colocar papéis e garrafas de plástico, mas eles disseram que grande quantidade é difícil transportar.

A apresentação foi semelhante do grupo envolvido com Reciclagem do Lixo Orgânico, esse se preocupou com a questão ambiental, desperdício nas casas, na escola, porém, não foi autorizada a análise no Hospital. O grupo estava mais seguro, explicou a compostagem, fazendo um protótipo para a apresentação e se surpreenderam com o resultado da cantina da escola, o desperdício é mínimo, pois, são oferecidas, em torno de 400 refeições diárias, no horário do almoço e foi coletado em torno de dois quilos de restos de alimentos por dia, o que é considerado pouco, pois, o consumo por pessoa é estimado em 400 gramas por refeição, portanto, em torno de 1,2% do total preparado na cantina.

O grupo envolvido com FAE – Fontes Alternativas de Energia – e Biomassa, não se preparou teoricamente, apenas um aluno, explicou com segurança as características físico-químicas da biomassa, a utilização do biogás provenientes do lixo e impactos ambientais, esse grupo expôs conceitos físicos, químicos e biológicos envolvidos nas FAEs através da apresentação do PowerPoint. A experiência apresentada para ilustrar uma FAE envolvia a energia Eólica, utilizaram secador de cabelos, um circuito elétrico simples, com fios e um LED. Conseguiram mostrar para os colegas como funciona através desse experimento, apesar de estarem nervosos e demonstrarem insegurança.

Biodigestor e Geração de Energia Elétrica através do Metano foi um assunto que atraiu alunos que se identificam com a área exata. Uma apresentação com qualidade, principalmente do ponto de vista, das ciências naturais (biologia, física e química), os alunos envolvidos demonstraram um conhecimento mais amplo durante a apresentação, o PowerPoint foi exposto com qualidade, o protótipo que os estudantes construíram e as propostas para a escola foram muito bem embasadas nos conhecimentos científicos e sociais, discutiram com os ouvintes que construir um Biodigestor é perigoso, pois, metano é um gás tóxico e inodoro, além, de ser altamente inflamável, mas mostraram a possibilidade através de uma simulação via computador.

A última apresentação propôs um projeto diferente da proposta original da pesquisadora. A Captação de Água de Chuva e Aquecedor Solar chamado pelos próprios alunos de Projeto Sustentável. A proposta dos alunos era de um projeto para escola, onde se construiria um coletor de água de chuva, esta passaria por um aquecedor solar feito de garrafas PET's através de uma bomba, sendo aquecida e direcionada para os banheiros dos alunos através de canos, reduzindo o consumo de energia elétrica dos chuveiros. A apresentação foi entusiasmada, mas o protótipo que fizeram não aqueceu a água como queriam, pois, o dia estava nublado, por isso ocorreu na apresentação uma discussão sobre os pontos positivos e negativos desse sistema de aquecimento de água. Em geral, os alunos trabalhando em grupo superaram as expectativas dos professores, se envolveram e construíram conceitos ecológicos, físicos e sociais que, até então, não tinham sido desenvolvidos.

7.2 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS:

O questionário visava descobrir o interesse acadêmico da turma, com o propósito de entender o que levou os alunos a escolherem determinados assuntos para sua investigação. Quase a metade dos alunos apresentou interesse pela área de humanas, aproximadamente 30% dos alunos demonstraram interesse pela área de exatas e os outros 20% dos alunos se interessaram pela área biológica. Percebeu-se que o grupo em que a maioria dos alunos se identificava com ciências exatas, o desempenho na apresentação foi melhor, encontraram menos dificuldades em entender os conceitos científicos e tecnológicos envolvidos no assunto apresentado; pôde-se analisar também que no momento da escolha do assunto todos os alunos procuraram destacar na apresentação questões dentro do seu campo de interesse, como por exemplo, o grupo que apresentou sobre RRR, a maioria dos integrantes se interessava pela área de humanas, uma aluna destacou que se todas as casas tivessem o hábito de separar o lixo e colocar em lugares próprios para coleta pela Prefeitura, diminuiria bastante o número de logradouros que se tornam lixões a céu aberto na cidade, diminuindo o risco para a saúde e segurança das crianças que brincam em ambientes assim. A aluna ressaltou que tem interesse de ingressar na área de Assistência Social, e destacou a necessidade de

esclarecimentos para a população sobre a importância da separação de materiais recicláveis e a colocação do lixo em lugares adequados e que essa conduta, de acordo com seu ponto de vista, ajudaria a diminuir os índices de acidentes, doenças entre os habitantes da comunidade, por isso, a importância dos assistentes sociais terem essa consciência ecológica, para poderem orientar a população. Baseado nesse exemplo, várias questões envolvendo área de interesse dos alunos foram levantadas durante as apresentações, confirmando que é possível relacionar Ciências Naturais com a maioria das profissões futuras dos alunos, estimulando o seu interesse pelo tema.

Em relação à participação em trabalho interdisciplinar e investigativo, em torno de 75% dos alunos nunca haviam participado até então, somente com o trabalho Reciclagem e Energia que esses tiveram essa experiência. A maioria dos alunos ficou estimulada com esse tipo de trabalho, porque, perceberam que praticamente todas as disciplinas podem se integrar de alguma forma, ampliando o conhecimento, melhorando o entendimento sobre a tecnologia, criando consciência social e ambiental e estimulando a busca de novos conhecimentos.

Porém, para o desenvolvimento do trabalho, eram necessários conhecimentos prévios de Física, Química e Biologia. Em relação à Física, os alunos tinham que ter conhecimento das Leis de Newton, Dinâmica do Movimento Circular, Energia Cinética, Potência, Hidrostática, Calorimetria, Termologia, Refração da Luz, Lentes, Corrente Elétrica, Circuito Elétrico. De acordo com o professor de Física, o trabalho pôde consolidar, principalmente, os conceitos de Eletricidade, introduzir Eletromagnetismo e aplicações eletromagnéticas, pois, a maioria via que esses conceitos estavam, de certa forma, envolvidos em sua área de interesse.

Segundo os alunos, os pontos positivos desse trabalho foram: a integração de um único tema em diversas disciplinas, a agregação de informações com a pesquisa, a teoria ficou mais fácil de ser entendida com a prática, trabalho desse porte estimulou a pesquisa, “alimentou” a curiosidade e o “querer saber” que existe dentro de cada um. Os pontos negativos destacados foram: a falta de materialidade: microscópios, computador compatível para projeção de PowerPoint e a dificuldade na construção dos projetos e cálculos matemáticos.

Portanto, o trabalho interdisciplinar permitiu uma abordagem em diferentes aspectos sem minimizar os conteúdos básicos e fundamentais dos processos físicos com os quais se convive cotidianamente, pelo contrário, estimulou os estudantes a integrar conceitos dando uma visão mais integrada da realidade.

De acordo PCNs do Ensino Médio (2000),

O aprendizado das Ciências e suas Tecnologias pode ser conduzido de forma a estimular a efetiva participação e responsabilidade social, discutindo possíveis ações na realidade em que vivem, desde a difusão de conhecimento a ações de controle ambiental ou intervenções significativas no bairro ou localidade, de forma a que os alunos sintam-se de fato detentores de um saber significativo. [...]

Os projetos coletivos são particularmente apropriados para esse propósito educacional, envolvendo turmas de alunos em projetos de produção e de difusão do conhecimento, entorno de temas amplos, como edificações e habitação ou veículos e transporte, ou ambiente, saneamento e poluição, ou ainda produção, distribuição e uso social da energia, temas geralmente interdisciplinares. (BRASIL, 2000. p.54)

8. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo pretendeu ser um exemplo de experiência útil de aprendizagem para os alunos, Propôs situações-problema em contexto diferente daquele originalmente aprendido para estabelecer uma relação entre o novo conteúdo com aquele que o aluno já sabia o que permitiu o aluno ampliar seus conhecimentos através de uma aprendizagem mais significativa, verificar que esses novos conhecimentos estão inseridos em suas áreas de interesse, incentivando-o à busca de novas informações.

Sendo assim, uma situação-problema de natureza social, ambiental e aplicada de forma interdisciplinar e investigativa contribui com o professor para que este possa desenvolver e aprofundar conteúdos físicos, estabelecendo a ampliação de conhecimentos dos fenômenos naturais – físico químico e biológico, servindo de suporte para os alunos analisarem e interpretarem fenômenos sociais e ambientais que vivenciam e garantir que suas opiniões, reflexões e dúvidas possam trazer soluções para problemas sociais de sua comunidade.

A contribuição de maneira significativa na construção do conhecimento é a diminuição da distância entre a teoria e a prática na escola, capacitando os estudantes à reflexão, à análise e a busca de novos conhecimentos, podendo transformar uma geração descrente em uma que crê na possibilidade de uma sociedade melhor, mais humana e que respeita o planeta.

Nesse aspecto, inserir no ensino da Física o movimento do CTSA possibilita ao professor incentivar o aluno à pesquisa, à busca de entendimento das Ciências, Tecnologia, à conscientização do seu papel como cidadão, e através da interdisciplinaridade investigativa é possível mostrar ao aluno as inúmeras condições em que pode exercer esse papel, além de estimulá-lo a construir um conhecimento mais amplo e geral de conceitos científicos de maneira mais significativa, favorecendo sua aprendizagem e permitindo uma formação voltada para conservação do meio ambiente.

Nessa experiência, percebi que os jovens tinham seus conhecimentos compartimentados, e após vivenciarem esse projeto notaram que praticamente tudo está interligado de alguma forma. Tenho quinze anos de experiência em trabalhos interdisciplinares, já trabalhei com a Língua Portuguesa, Língua Inglesa, Geografia, além da Biologia e Química, e noto que quando o tema é relacionado com meio ambiente os alunos ficam mais estimulados e desta vez não foi diferente, inclusive notei mais ânimo e interesse por parte dos alunos e professores, pois, enfatizei um tema envolvendo CTSA – Ciências, Tecnologia, e Sociedade e Ambiente e todos trabalharam com muita vontade, mesmo aqueles que não demonstraram interesse no início foram contagiados pela empolgação dos outros alunos e dos professores. Posso afirmar que alunos se sentem mais interessados se o assunto tem algo relacionado com que gostam, com que se identificam. Muitos,

inclusive, descobriram interesse por assuntos que até então era desconhecidos, como, reciclagem, biodigestor, energia limpa, ONGS preocupadas com o meio ambiente, preservação dos animais, empresas que investem na conservação e preservação do meio, entre outros.

Com o movimento CTSA encontramos assuntos em que a maior parte da população está envolvida, por exemplo, o uso de celulares pode prejudicar a saúde? O que fazer com as sacolinhas de plástico? O que podemos fazer para minimizar os efeitos do aquecimento global sobre nós? E tantos outros assuntos que podem surgir durante as discussões entre professores e alunos, para contribuir na formação de jovens, política e socialmente conscientes.

Segundo Bazzo (1998, p.34), 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.

O envolvimento com outras áreas pode favorecer novos conhecimentos, que até então não eram levados em consideração, por não serem dentro do ponto de vista do professor importante ou porque não fazem parte do chamado conteúdo programático anual, mas a busca de novos conhecimentos estimula o interesse dos alunos, permitindo novas descobertas, por isso, a interdisciplinaridade de forma investigativa é importante para promover novos conhecimentos.

Segundo Hilton Japiassú (1976, p.82; 1992 p.89), a interdisciplinaridade é algo a ser vivido, enquanto *atitude de espírito*. Essa atitude é feita de curiosidade, de abertura, do senso de aventura e descoberta, e exerce um movimento de conhecimento capaz de intuir relações. É, nesse sentido, uma prática individual. Mas também é prática coletiva, onde se expressa como atitude de abertura ao diálogo com outras disciplinas que reconhece a necessidade de aprender com outras áreas do conhecimento (JAPIASSU, 1976, p. 82).

Assim, considero importantes atividades interdisciplinares e a introdução do movimento CTSA no Ensino Médio, inclusive pode-se inserir também nos últimos anos do Ensino Fundamental, para poder abrir caminho para novas descobertas pelos alunos. Se o ensino de Ciências Naturais, no Ensino Fundamental, for estimulado com a introdução de CTSA possibilitará que os alunos descubram mais cedo novos interesses e não somente por aqueles que apresentam alguma facilidade. E trabalhar com a interdisciplinaridade de forma investigativa favorecerá a troca de informações entre várias áreas ampliando a visão dos estudantes sobre determinado assunto.

No entanto, é necessário, que os professores também sejam estimulados pela instituição, que exista condição de se reunirem, ou seja, que encontrem tempo e espaço nas escolas para desenvolverem atividades interdisciplinares e que a política da escola seja voltada para o Homem e Meio Ambiente.

Espero que essa experiência possa contribuir para que outras possam acontecer nas várias salas de aulas do país, pois, os jovens brasileiros são extremamente criativos e talentosos e as escolas devem abrir espaços para essa criatividade e talento, haja vista, muitos se tornaram professores.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ALVES, J. A.P. **Significados sobre Ciência e Tecnologia entre alunos do Ensino Médio a partir de um caso de Dano Ambiental**. Dissertação (Mestrado). FC-UNESP. 2005
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Abreviação na descrição bibliográfica**. NBR 10522. Rio de Janeiro, out. 1988.
- Entradas para nomes de língua portuguesa em registros bibliográficos**. NBR 10523. Rio de Janeiro, out. 1988.
- Resumos**. NBR 6028. Rio de Janeiro, maio 1990.
- Apresentação de publicações oficiais**. NBR 13031. Rio de Janeiro, set. 1993.
- Referências bibliográficas**. NBR 6023. Rio de Janeiro, ago. 2000.
- Apresentação de citações em documentos**. NBR 10520. Rio de Janeiro, jul. 2001.
- Trabalhos acadêmicos - Apresentação**. NBR 14724. Rio de Janeiro, jul. 2001.
- AULER, D; BAZZO, W. A. **reflexões para a implantação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro**. *Ciência & educação*, v.7, n.1, p. 1-13, 2001
- BAZZO, W. A.; MENESTRINA, C. T. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia vol.1, nº2, cap. 1 / Universidade Federal do Paraná** – maio 2008 – quadrimestral.
- BAZZO, W. A.. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: e o contexto da educação tecnológica**. Florianópolis. Ed. da UFSC, 1998.
- BRASIL. **Ministério da Educação**. – Proposições Curriculares Nacionais - Secretaria de Educação Básica. Brasília. 1998.
- BRASIL. **Ministério do meio Ambiente**. *Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento Sustentável*. Brasília, 2000.
- BRASIL.**Ministério de educação Média e Tecnológica**. *Parâmetros Curriculares Nacionais + Ensino Médio. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*, Brasília, 2002.
- BRASIL. **Ministério da Educação**. - *Orientações curriculares para o ensino médio - volume 2: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Secretaria de Educação Básica. Brasília. 2006.
- CARLOS, Jairo Gonçalves. **Interdisciplinaridade no ensino Médio: desafios e potencialidades**. Artigo.
- CARVALHO, W. L. P. **Implicações CTSA na visão dos 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.
- FARIA, W. de. **Aprendizagem e planejamento de ensino**. São Paulo, Ática, 1989.

FRACALANZA, Hilário; AMARAL, Ivan Amorosino do. **Educação Ambiental no Brasil: Panorama Inicial da Produção Acadêmica.** Ciência em Foco - Revista Quadrimestral. Vol1, agosto de 2008.

HEWITT, Paul G. **Física Conceitual.** Editora Bookman, 9ª edição, 2002.

JAPIASSÚ, H. **Interdisciplinaridade e Patologia do Saber.** Rio de Janeiro: Imago, 1976.

KLEIN, J. T. **Ensino Interdisciplinar: Didática e Teoria.** In.: FAZENDA, Ivani (org.) **Didática e Interdisciplinaridade.** 6ª edição. Campinas: Papirus, PP. 109-132, 2001.

LIMBERGER, L. - **Abordagem Sistêmica e Complexidade na Geografia.** Geografia (Londrina), v. 15, f. 95-109, 2006.

MOREIRA. M. A, **Teorias da Aprendizagem.** EPU, cap. 10, p.151-164, 1999.

OLIVEIRA, Maria Marly de, **Como Fazer Pesquisa Qualitativa.** 2ª edição, Editora Vozes, Petrópolis, 2008.

RICARDO, Elio Carlos, **Ciência & Ensino, vol. 1, número especial,** novembro, 2007.

SILVA, José Maria da; SILVEIRA, Emerson Sena da. **Apresentação de Trabalhos Acadêmicos: Normas Técnicas.** Editora Vozes, 3ª edição, Petrópolis, 2008.

SILVA, L. F. **A Temática Ambiental e o Ensino Da Física Na Escola Média: A Produção de Energia Elétrica em Larga Escala Como Um Tema Controverso.** Dissertação (Mestrado em Educação Escolar) Universidade do Estado de São Paulo, São Paulo, 2001.

11. APÊNDICES

APÊNDICE A – Convite aos professores para participarem do projeto

ESCOLA MUNICIPAL

CONVITE AOS PROFESSORES DE BIOLOGIA, QUÍMICA E FÍSICA.

PLANEJAMENTO DO TRABALHO INTERDISCIPLINAR COM O TEMA LIXO ORGÂNICO E ENERGIA ELÉTRICA

Caros colegas,

Exponho minha proposta para que possam verificar as possibilidades da aplicação dessa atividade e quais conteúdos podem ser trabalhados durante essa atividade. Será uma atividade multidisciplinar, pois, envolverá Biologia, Química e a Física, por isso, as aulas cedidas não serão somente de uma área.

Agradeço, sinceramente, a cooperação e apoio de vocês.

Um abraço.

Segue a proposta:

- 1) Aula Introdutória: O que é física ambiental; Relação da F. A. com o Conhecimento Científico Físico; CTSA e a proposta de trabalho.
- 2) Organização do trabalho:
 - ❖ Formar grupos de cinco integrantes, aproximadamente;
 - ❖ Apresentação de uma palestra sobre reciclagem do lixo;
 - ❖ Discussão sobre pontos que envolvam meio ambiente, física e sociedade.
 - ❖ Distribuir os temas para os grupos:
 - a. Reciclagem do lixo;
 - b. Reciclagem do lixo orgânico;
 - c. Produção de energia elétrica;
 - d. Biomassa;
 - e. Biodigestor e circuito elétrico.

3) Período proposto para o desenvolvimento dessa atividade: uma aula para o item 1; uma aula para palestra; 1 aula para os subitens I, III e IV do item 2 e aproximadamente duas aulas para as apresentações dos trabalhos dos grupos.

Belo Horizonte, 13 de junho de 2010.

Gláucia Mara Carneiro Maciel

APÊNDICE B – Textos introdutórios entregues, pela professora de Biologia, aos alunos.

ESCOLA MUNICIPAL

PROJETO: LIXO ORGÂNICO E ENERGIA

Professores envolvidos de Biologia, Física e Química.

Turma envolvida: 3º ano do Ensino Médio

TEXTOS INTRODUTÓRIOS

1 - REDUÇÃO, REUTILIZAÇÃO E RECICLAGEM: PRÁTICAS IMPORTANTES

07 de junho de 2002

Mais de 50% do que chamamos lixo e que formará os chamados "lixões" é composto de materiais que podem ser reutilizados ou reciclados. O lixo é caro, gasta energia, leva tempo para decompor e demanda muito espaço. Mas o lixo só permanecerá um problema se não dermos a ele um tratamento adequado. Por mais complexa e sofisticada que seja uma sociedade, ela faz parte da natureza. É preciso rever os valores que estão norteando o nosso modelo de desenvolvimento e, antes de se falar em lixo, é preciso reciclar nosso modo de viver, produzir, consumir e descartar. Qualquer iniciativa neste sentido deverá absorver, praticar e divulgar os conceitos complementares de **REDUÇÃO, REUTILIZAÇÃO e RECICLAGEM**.

O Brasil produz cerca de 240 mil t de lixo por dia - número inferior ao dos EUA (607 t/dia), mas bem superior ao de países como a Alemanha (85 t/dia) e a Suécia (10,4 t/dia). Desse total, a maior parte vai parar nos lixões a céu aberto; apenas uma pequena porcentagem é levada para locais apropriados. Uma cidade como São Paulo gasta, por dia, 1 milhão de reais com a questão do lixo.

Para o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), são poucas as prefeituras do país que possuem equipes e políticas públicas específicas para o lixo. Quando ele não é tratado, constitui-se num sério problema sanitário, pois expõe as pessoas a várias doenças (diarréia, amebíase, parasitose) e contamina o solo, as águas e os lençóis freáticos. Segundo especialistas, entre as soluções para a questão está a criação de aterros sanitários em locais adequados, a adoção de programas de coleta seletiva e reciclagem, a realização de campanhas de conscientização da sociedade e uma maior atuação dos poderes públicos.

O lixo pode ser classificado de acordo com sua natureza física, composição química, origem, riscos potenciais ao meio ambiente, entre outros fatores. Conforme dados do Instituto Virtual de Educação para Reciclagem, a maior parte do lixo domiciliar no Brasil é composta de matéria

orgânica; em seguida vem o papel. Para o instituto, o tratamento adequado do lixo envolve tanto vantagens ambientais (preservação, saúde e qualidade de vida) como econômicas. O consumo de energia e de água no processo de reciclagem do papel, por exemplo, é 50% menor que o verificado na produção do material novo. Nos últimos anos, tem crescido também a preocupação com materiais tóxicos, como pilhas, baterias de telefone celular e pneus.

Quando descartados de forma irregular, esses objetos ampliam os problemas sanitários e de contaminação. As pilhas, por exemplo, deixam vazar metais como o zinco e o mercúrio, extremamente prejudiciais à saúde. Os pneus, ao acumular água, transformam-se em focos de doenças, como a dengue e a malária. Desde julho de 1999, uma resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) responsabiliza os fabricantes e comerciantes pelo destino final desse tipo de produto, depois que forem descartados pelos usuários. O governo federal também pretende implantar a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que tem por objetivo estimular o uso dos resíduos de maneira sustentável, pela redução do consumo, da reciclagem e da reutilização de materiais. Em setembro de 2000, o projeto ainda estava sendo discutido pelo Poder Executivo e não havia chegado ao Congresso Nacional.

Lixo é a sobra da passagem de uma pessoa pelo planeta e, se não for reciclado poderá poluir a terra centenas de anos. Nos não estaremos mais aqui, mas nosso lixo sim. Cada um deve ser responsável pelo lixo que produz.

fonte: www.amparo.sp.gov.br em 20 de junho de 2010

2 - DICAS RÁPIDAS PARA SUA CIDADANIA

- Toda embalagem reciclável, antes de ser jogada no lixo seletivo, deve ser lavada para não atrair insetos, nem ficar com cheiro forte, enquanto estiver armazenada em prédios ou nas casas;
- Para tirar o grosso da sujeira das embalagens que serão destinadas à coleta seletiva, aproveite a água servida da pia da cozinha. Isso também faz parte do comportamento ecológico, porque a água é um recurso cada vez mais escasso;
- A compra de lixeiras especiais é dispensável, pelo menos no momento inicial do projeto. Evite gastos!
- Qualquer cantinho disponível, na garagem ou espaços livres debaixo das escadas, é suficiente para armazenar o material reciclável;
- Os restos de alimento também podem ser reciclados. Com poucos recursos é possível transformá-los em adubo;
- Não jogue as baterias de celular no lixo comum. As empresas produtoras já estão se responsabilizando pelo recolhimento;
- As pilhas usadas, embora tenham substâncias tóxicas, infelizmente ainda não têm um destino adequado. Por enquanto, têm de ser jogadas no lixo comum. Evite acumulá-las para não haver contaminação;
- Não separe o lixo sem ter planejado primeiro para onde mandar.

fonte: www.lixo.com.br em 20 de junho de 2010

Belo Horizonte, 25 de junho de 2010

APÊNDICE C – Apresentação do trabalho aos alunos.

ESCOLA MUNICIPAL

PLANEJAMENTO DO TRABALHO INTERDISCIPLINAR – LIXO ORGÂNICO E ENERGIA ELÉTRICA.

FÍSICA AMBIENTAL NO ENSINO MÉDIO

Introdução: Nesse trabalho será analisada a abordagem da perspectiva ambiental no ensino da física, com o tema: Lixo Orgânico e Energia elétrica. Para isso, desenvolveremos pesquisas sobre o assunto em cinco (5) sub-temas, descrito abaixo. As áreas de Biologia e Química que estão diretamente envolvidas, também serão analisadas e avaliadas nesse trabalho.

É importante a participação de cada membro do grupo para enriquecer o trabalho e obter novos conhecimentos.

Organização do trabalho:

- ❖ Formar grupos de cinco integrantes, aproximadamente;
- ❖ Discussão sobre pontos que envolvam meio ambiente, física e sociedade.
- ❖ Distribuir os sub-temas para os grupos:

Redução, Reutilização e Reciclagem.

Reciclagem do lixo orgânico;

Produção de energia elétrica – Fontes Alternativas de Energia (FAE);

Biomassa (Bioenergia);

Biodigestor e energia elétrica.

Grupo 1 - Redução, Reutilização e Reciclagem:

- ❖ Dar enfoque em materiais que a sociedade utiliza com regularidade, como por exemplo, garrafas PET's, saquinhos plásticos, embalagens plásticas, borrachas, papéis, vidros, entre outros;
- ❖ Informar o que significa RRR e como Governo e a Sociedade podem utilizar o sistema RRR para proteger o meio ambiente;
- ❖ Explicar sobre Acondicionamento, Coleta e Transporte de Resíduos Sólidos;
- ❖ Como é feita a Coleta Seletiva;
- ❖ Entre outros.

Grupo 2 - Reciclagem do Lixo Orgânico:

- ❖ Compostagem;
- ❖ Aterros;

- ❖ Desperdícios ocorridos em comunidade, escola, hospitais ou qualquer ambiente que queiram analisar;
- ❖ Coleta de dados;
- ❖ Educação ambiental;
- ❖ Outros.

Grupo 3 – Fontes Alternativas de Energia:

- ❖ Petróleo e Fontes Alternativas de Energia;
- ❖ Energias de fontes alternativas e o Desenvolvimento Sustentável;
- ❖ As Várias Fontes Alternativas de Energia:
 - ❖ Energia potencial hídrica
 - ❖ Energia térmica
 - ❖ Energia nuclear
 - ❖ Energia geotérmica
 - ❖ Energia eólica
 - ❖ Energia das marés
 - ❖ Energia fotovoltaica
- ❖ Dificuldades Relacionadas à Disseminação das Fontes Alternativas de Energia;
- ❖ Experimento que expresse uma fonte alternativa de captação de energia;
- ❖ Outros.

Grupo 4 – Biomassa (Bioenergia):

- ❖ Os processos que permitem a transformação da biomassa em energia;
- ❖ Produtos derivados da biomassa;
- ❖ Energia de biomassa no mundo;
- ❖ Energia de biomassa no Brasil;
- ❖ Características físico-químicas da biomassa;
- ❖ Utilização do biogás proveniente do lixo e dejetos sanitários;
- ❖ Impactos ambientais e cautelas necessárias;
- ❖ Outros.

Grupo 5 – Biodigestor e Energia Elétrica:

- ❖ O que é biodigestor;
- ❖ Construção de um biodigestor;
- ❖ Relação do biodigestor com o lixo orgânico e a produção de energia;
- ❖ Impactos ambientais e cautelas necessárias;
- ❖ Outros.

ORIENTAÇÕES GERAIS PARA OS ALUNOS:

1° - A data da apresentação de cada grupo será definida posteriormente;

2° - Durante a apresentação serão considerados:

- a) Conhecimento do conteúdo por todos os participantes;**
- b) Criatividade na exposição do tema;**
- c) A apresentação com PowerPoint para compreensão de todos;**
- d) Relação de cada sub-tema com a Física, Biologia e Química;**
- e) Evidenciamento do CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) em cada sub-tema;**

OBS.:

OS ITENS MENCIONADOS EM CADA SUB-TEMA SÃO ESSENCIALMENTE PARA ORIENTÁ-LOS NA PREPARAÇÃO DO TRABALHO.

SERÁ FUNDAMENTAL PARA O SUCESSO DA APRESENTAÇÃO, A CRIATIVIDADE, AS NOVAS IDEIAS E O ENVOLVIMENTO DE TODOS COM A COMUNIDADE.

BOM TRABALHO.

Belo Horizonte, 02 de julho de 2010

Professores

e-mail : cegmaciел@oi.com.br

APÊNDICE D – Questionário aplicado a cada aluno.

QUESTIONÁRIO do ALUNO

1) Dados pessoais:

Sexo: () Feminino () Masculino

Idade: _____ anos

2) Interesse acadêmico:

() área exata – curso _____

() área humanas – curso _____

() área biológica – curso _____

3) Você já participou de um trabalho interdisciplinar? Se sim, quais as matérias envolvidas?

4) Sobre o trabalho sobre Reciclagem e Energia:

a) Como foi a formação do grupo de trabalho que participou?

b) Quais foram os conhecimentos prévios que você necessitou para o desenvolver do trabalho?

c) Quais foram os conhecimentos que adquiriu com o desenvolvimento desse trabalho?

5) Você encontrou dificuldade(s) em desenvolver o trabalho pedido? Qual(is)?

6) Registre o(s) ponto(s) positivo(s) desse trabalho. E o(s) negativo(s).

7) Quais são as suas sugestões para melhoria desse tipo de trabalho nas aulas de Física? Biologia? Química?

8) Obrigada por sua colaboração!

Outubro de 2010

Gláucia Mara Carneiro Maciel

APÊNDICE E – Questionário aplicado ao professor.

QUESTIONÁRIO do PROFESSOR

Prezado professor(a), sendo aluna do Curso de Especialização em Ensino de Ciências por Investigação da UFMG, espero contar com seu apoio quanto ao preenchimento deste questionário, que tem como principal objetivo a realização de um trabalho acadêmico. Antecipadamente agradeço sua valiosa colaboração.

1) Dados pessoais:

Sexo: () Feminino () Masculino

2) Formação acadêmica:

Graduação em _____

Especialização em _____

(concluído ou em andamento)

Mestrado em _____

(concluído ou em andamento)

Doutorado em _____

(concluído ou em andamento)

3) Experiência no magistério:

Tempo que leciona: _____

Disciplina(s) que leciona: _____

() Ensino Fundamental () Ensino Médio

4) O que você entende por Interdisciplinaridade?

5) Você já participou de projetos interdisciplinares?

6) Você encontrou alguma(s) dificuldade(s) em trabalhar de forma interdisciplinar?

Qual(is)?

7) As turmas demonstraram interesse pelo trabalho interdisciplinar? Justifique sua resposta.

8) Os conceitos estudados durante o trabalho foram significativos em relação ao seu

conteúdo? Justifique sua resposta.

9) A apresentação foi de acordo com esperado? Como foi sua avaliação em relação a cada apresentação?

10) Obrigada pela sua colaboração!

Gláucia Mara Carneiro Maciel

Outubro de 2010