UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

CONFIGURAÇÕES CURRICULARES MEDIANTE O ENFOQUE CTS: DESAFIOS A SEREM ENFRENTADOS NA EJA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Cristiane Muenchen

Santa Maria, RS, Brasil.

Fevereiro, 2006

CONFIGURAÇÕES CURRICULARES MEDIANTE O ENFOQUE CTS: DESAFIOS A SEREM ENFRENTADOS NA EJA

por

Cristiane Muenchen

Dissertação de mestrado apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação, Linha de pesquisa Currículo, Ensino e Práticas Escolares, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de

Mestre em Educação

Orientador: Prof. Décio Auler

Santa Maria, RS, Brasil.

2006

Universidade Federal de Santa Maria

Centro de Educação

Programa de Pós-Graduação em Educação

CONFIGURAÇÕES CURRICULARES MEDIANTE O ENFOQUE CTS: DESAFIOS A SEREM ENFRENTADOS NA EJA

elaborada por

Cristiane Muenchen

como requisito parcial para obtenção do grau de

Mestre em Educação

COMISÃO EXAMINADORA:

Décio Auler, Dr.
(Presidente/Orientador)

Demétrio Delizoicov, Dr. (UFSC).

Eduardo Adolfo Terrazzan, **Dr.** (UFSM).

AGRADECIMENTOS

A Deus, pois, se venci, alguém esteve comigo. Se persisti, vi realmente quem me fez continuar;

Meu agradecimento especial ao professor Décio, que muito além das orientações, muito além da simples transmissão de conhecimentos, foi um amigo, guia e companheiro. Tenho a certeza que o brilho dele que me fez acreditar no papel da educação e do educador na transformação da sociedade atual, estará presente na continuidade do meu trabalho sempre;

Aos colegas do GETCTS quero dizer que juntos lutamos, crescemos, fomos amigos, somos amigos... Ficará a saudade, a amizade e a vontade de que tudo isso que conquistamos não se acabe...

Dedico,

Ao Fábio, por ter acreditado no meu ideal, no meu mundo de sonhos. Por ter escutado minhas angústias, alegrias e decepções sempre como se fosse à primeira vez. Por ter acreditado que eu chegaria ao final e por acreditar que ainda chegarei a ser mais do que sonho;

Aos meus pais que não me ensinaram apenas a viver. Me deram amor, carinho, compreensão e muitas vezes sacrificaram seus sonhos em favor dos meus.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....vi
LISTA DE ANEXOS..... vii
LISTA DE ABREVIAÇÕES.....viii
RESUMO..... ix
ABSTRACT.....x
APRESENTAÇÃO.....11

UM POUCO SOBRE A HISTÓRIA DE VIDA, TRAJETÓRIA DE PESQUISA E DA ESCOLHA DA TEMÁTICA DE PESQUISA.....11

Capítulo 1. LIMITAÇÕES OU PROBLEMAS PRESENTES NO ATUAL ENSINO/APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS/FÍSICA.....17

1.1 UM PANORAMA DO ENSINO/APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS/FÍSICA.....17
1.2 A FLEXIBILIDADE CURRICULAR DA EJA.....27
1.3 O CURRÍCULO DE CIÊNCIAS NATURAIS NA EJA (ENSINO FUNDAMENTAL).....30

Capítulo 2. FREIRE E O MOVIMENTO CTS: SUPORTE TEÓRICO-METODOLÓGICO DE ENCAMINHAMENTOS CURRICULARES.....36

2.1 SURGIMENTO HISTÓRICO DO MOVIMENTO CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE.....36
2.2 O CAMPO CURRICULAR NO BRASIL.....41
2.2.1 OS TEMAS E O CURRÍCULO.....48
2.3 APROXIMAÇÃO ENTRE FREIRE E O MOVIMENTO CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE.....50
2.4 A ABORDAGEM DE TEMAS/PROBLEMAS DE RELEVÂNCIA SOCIAL COM ENFOQUE CTS.....53
2.5 A EJA E A BUSCA DE CURRICULOS SENSIVEIS A TEMAS SOCIAIS MARCADOS PELA COMPONENTE CIENTIFICO-TECNOLOGICA.....57

Capítulo 3. ENCAMINHAMENTO TEÓRICO- METODOLÓGICO DA PESQUISA E OS RESULTADOS.....60

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESPAÇO E DOS SUJEITOS DA PESQUISA.....60
3.2 O PROBLEMA DE INVESTIGAÇÃO E OBJETIVOS.....61
3.3 O ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO.....63
3.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS DA UTILIZAÇÃO DOS INSTRUMENTOS USADOS PARA A OBTENÇÃO DE INFORMAÇÕES.....66
3.4.1 AS CATEGORIAS.....66
A) SUPERAÇÃO DO REDUCIONISMO METODOLÓGICO.....66
B) O TRABALHO INTERDISCIPLINAR.....69
C) SUPOSTA RESISTÊNCIA DOS ALUNOS À ABORDAGEM TEMÁTICA.....72
D) DESENVOLVIMENTO DE TEMAS POLÊMICOS QUE ENVOLVEM CONFLITOS/CONTRADIÇÕES LOCAIS.....76
3.4.2 INDICATIVOS DE SUPERAÇÃO DA LIMITAÇÕES PRESENTES NO ENSINO/APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS/FÍSICA.....80

ALGUMAS IMPLICAÇÕES PARA O CAMPO CURRICULAR E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES.....84

BIBLIOGRAFIA.....88

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Quadro comparativo das visões no final do século XIX e final do século XX.....40

Tabela 02: Caracterização dos sujeitos envolvidos na pesquisa.....121

Tabela 03: Dinâmica de implementação realizada pelos professores entrevistados 129

LISTA DE ANEXOS

ANEXO I - Temática: “Modelos de transporte: implicações sócio-ambientais”, elaborada pelo Grupo de Estudos Temáticos em Ciência-Tecnologia-Sociedade (GETCTS) e desenvolvida junto aos professores do curso.

Gráfico do número de carros em circulação no município de Santa Maria no período de janeiro/2001 a maio/2005. (elaborado por uma professora participante do curso da EJA, conforme tarefa solicitada na unidade I da temática).

Projeção do número de carros em circulação até janeiro/2020 (também elaborado por uma professora participante do curso da EJA, conforme tarefa solicitada na unidade I da temática).

ANEXO II - Tabela com a caracterização dos sujeitos envolvidos na pesquisa.

ANEXO III - Roteiro utilizado para a realização do questionário com os professores.

ANEXO IV - Roteiro utilizado para a realização da entrevista semi-estruturada com os professores.

ANEXO V - Tabela com a dinâmica de implementação realizada pelos professores entrevistados.

LISTA DE ABREVIAÇÕES

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CE – Centro de Educação
CEB – Câmara da Educação Básica
CNE – Conselho Nacional de Educação
CRE – Coordenadoria Regional de Educação
CTS – Ciência-Tecnologia-Sociedade
EJA – Educação de Jovens e Adultos
GETCTS – Grupo de Estudos Temáticos em Ciência-Tecnologia-Sociedade
INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais
LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MEC – Ministério da Educação e Cultura
NEEJA – Núcleo de Educação de Jovens e Adultos
PABAEE – Programa de Assistência Brasileiro-Americana à Educação Elementar
PCNS – Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
PCN + – Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais
PEIES – Programa de Ingresso ao Ensino Superior
PET – Programa Especial de Treinamento
PPGE – Programa de Pós-Graduação em Educação
SMED – Secretaria Municipal de Educação
SUS – Sistema Único de Saúde
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina
UFSM – Universidade Federal de Santa Maria

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Educação
Centro de Educação
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

CONFIGURAÇÕES CURRICULARES MEDIANTE O ENFOQUE CTS: DESAFIOS A SEREM ENFRENTADOS NA EJA

AUTORA: CRISTIANE MUENCHEN
ORIENTADOR: DÉCIO AULER
SANTA MARIA/RS, 17 DE FEVEREIRO DE 2006

Nesta pesquisa, são analisados desafios a serem enfrentados no âmbito de intervenções curriculares que buscam enfocar interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade, mediante a abordagem de temáticas contemporâneas, marcadas pela componente científico-tecnológica. Tais encaminhamentos curriculares estão balizados por uma aproximação entre pressupostos do educador brasileiro Paulo Freire e referenciais ligados ao denominado movimento CTS. Para ocorrer uma leitura crítica da realidade, dimensão fundamental em Freire, entende-se que é, cada vez mais, fundamental uma compreensão crítica das interações entre CTS, considerando que a dinâmica social contemporânea está fortemente condicionada pela ciência e tecnologia. No contexto de tais intervenções curriculares, surge o problema de investigação: Quais os possíveis desafios a serem enfrentados/investigados quando se buscam configurações curriculares que contemplem o enfoque CTS através da abordagem de problemas de relevância social junto a EJA? Os objetivos da pesquisa são: identificar e discutir posicionamentos de professores da EJA quanto à utilização de temas/problemas de relevância social em suas aulas e identificar e discutir estrangulamentos a serem enfrentados nas instituições escolares. Esta pesquisa é de cunho qualitativo e os instrumentos utilizados foram: registros escritos, sob a forma de Diários; questionários e entrevistas. Como síntese dos resultados da investigação, são definidas e discutidas quatro categorias, as quais constituem desafios a serem enfrentados: a) superação do reducionismo metodológico, ou seja, ao professor atribui-se o papel de “vencer programas”; b) o trabalho interdisciplinar; c) suposta resistência dos alunos à abordagem temática e d) desenvolvimento de temas polêmicos que envolvem conflitos/contradições locais.

Palavras Chave: Configurações Curriculares, Abordagem Temática, Enfoque CTS, Educação de Jovens e Adultos.

ABSTRACT

Master's Dissertation
Post Graduate Program in Education
Education Center
Federal University of Santa Maria, RS, Brazil

CURRICULAR CONFIGURATIONS THROUGH THE CTS APPROACH: CHALLENGES TO BE FACED IN EJA (THE EDUCATION OF YOUTHS AND ADULTS)

AUTHOR: CRISTIANE MUENCHEN
PROFESSOR: DECIO AULER
SANTA MARIA/RS, 17TH FEBRUARY 2006

This research project analyses the challenges to be faced with the range of curricular interventions which aim to approach the interaction between Science, Technology and Society (CTS) through the setting down of contemporary themes, notably science and technology. Such curricular routings are marked by the approximation of the presuppositions of the Brazilian pedagogue Paulo Freire and references to the movement known as CTS. To achieve a critical reading of reality, a fundamental aspect of Freire, it is understood that a critical understanding of the interaction between CTS is becoming more and more essential, considering that the dynamics of contemporary society are becoming strongly conditioned by science and technology. In the context of such curricular interventions, is raised the problem of investigation: What are the possible challenges to be faced / investigated in the search for curricular configurations which look at the CTS approach through the laying out of socially relevant problems together with EJA? The objectives of the project are: to identify and discuss the position of EJA teachers in relation to the use, in class, of themes/problems of social relevance and to identify and discuss complications to be confronted in schools. This project is of a qualitative nature and the instruments used were: written registers in the form of diaries; questionnaires and interviews. As a synthesis of the results of the investigation, four categories are defined and discussed which constitute challenges to be faced: a) the excess of methodological reductionism, this being the teacher giving himself the role of "program beater"; b) interdisciplinary work; c) the supposed student resistance to the themed approach and d) the development of polemic themes which involve local conflicts/contradictions.

Key Words: Curricular Configurations, Thematic Approach, CTS Approach, Education of Youths and Adults.

APRESENTAÇÃO

Um pouco sobre a história de vida, trajetória de pesquisa e da escolha da temática de pesquisa.

Ingressei, na Universidade Federal de Santa Maria, no curso de Física-Licenciatura Plena, no primeiro semestre de 1999, através do PEIES (Programa Experimental de Ingresso ao Ensino Superior). A conclusão do Curso ocorreu em 03 de fevereiro de 2003, ou seja, no segundo semestre de 2002, com duração de quatro anos.

Em maio de 2000, no 3º semestre do Curso, iniciei os primeiros contatos com a escola, com o projeto "Princípios de Conservação na Análise em Movimento" financiado pelo Programa de Licenciaturas – Prolicen – UFSM. Durante o desenvolvimento do projeto, no período de maio a dezembro de 2000 (3º e 4º semestres do Curso), participei da preparação, implementação e observação das aulas de uma turma do 1º ano do Ensino Médio da Escola Básica Estadual Maria Rocha. Todas as observações eram anotadas em um diário para depois serem discutidas com os demais professores e alunos do Grupo de Ensino de Física (GEF) da UFSM.

Após a conclusão do projeto, fui convidada para participar da seleção de bolsistas do Programa Especial de Treinamento PET/CAPES, na qual fui aprovada, iniciando as atividades em janeiro de 2001 e concluindo em fevereiro de 2003, ou seja, do 5º ao 8º semestres do Curso. Neste programa, fui incentivada a dedicar-me à pesquisa em Física, ou seja, trocar o curso de Licenciatura pelo Bacharelado. Assim, iniciei o estudo da Camada Limite Planetária, mas, apesar de estar me dedicando à pesquisa em Física, permaneci vinculada ao Curso de Licenciatura plena. O PET era composto por diversos alunos do curso de Física, sendo a maioria do bacharelado, no qual a dedicação do bolsista era de 12 horas semanais acrescidas de reuniões do grupo com seminários, cursos, etc. Muitos fatores, inclusive financeiros, fizeram com que eu continuasse neste programa, mesmo sem identificar-me com o que estava realizando.

Quando comecei a cursar a disciplina Didática I da Física, encontrei uma realidade que, até então, o curso de Física não havia me proporcionado. Uma realidade de discutir como estava o processo de ensino/aprendizagem de Ciências/Física nas instituições escolares e o que poderia ser feito para melhorar tal processo. Ainda no final da disciplina, em abril de 2002, iniciei as atividades de estágio assumindo uma turma de 2º ano do Ensino Médio, da Escola Básica Estadual Érico Veríssimo, a qual estava sem professor.

As disciplinas de Didática II e Prática de Ensino de Física foram ministradas pelo professor Décio Auler, que me orientou no estágio, indicando possibilidades de ensinar diferentes da tradicional com a qual eu tinha sido formada e poderia estar praticando no estágio.

Confesso que, inicialmente, tudo parecia difícil, mas, com o passar das aulas e, analisando a participação e interesse dos alunos, que era muito boa, fui me conscientizando e necessitando, cada vez mais da dinâmica metodológica dos três momentos pedagógicos (Delizoicov,1991) para organizar minha ação didático-pedagógica. O estágio durou praticamente todo o ano letivo, totalizando 100 horas/aula e terminando em dezembro de 2002. Lembro-me que, após um certo tempo de utilização dessa dinâmica metodológica, eu não conseguia voltar ao "tradicional[1]". Necessitava elaborar as aulas utilizando os três momentos pedagógicos.

No início do estágio, eu estava um pouco resistente e com medo de me prejudicar nas demais disciplinas do curso, pois, era o último ano e o estágio (prática de ensino) estava acompanhado na grade curricular de diversas disciplinas, não sendo apenas ele.

Este período de estágio foi extremamente proveitoso, pois novos referenciais fizeram com que eu me encontrasse naquilo que eu estava realizando e que constatasse possibilidades de futuro, no ensino, que até então eram

[1] Concepção baseada na memorização de conceitos e fórmulas matemáticas, muitas vezes, vazias de significado para os alunos, desvinculada do mundo vivencial dos educandos.

desconhecidas por mim. Acredito que sem este período de estágio, que abriu caminhos e possibilidades de ensinar, eu estaria, hoje, cursando o mestrado em Física (pesquisa em Física) e seria, sem dúvida, profissionalmente "frustrada".

Após a conclusão do curso, iniciei a participação no *Grupo de Estudos Temáticos em Ciência – Tecnologia – Sociedade* (GETCTS) do Centro de Educação (CE) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), formado atualmente por professores de Física em exercício, alunos de graduação em Física – Licenciatura Plena, alunos de iniciação científica, alunas de Mestrado em Educação e um professor da UFSM. Este grupo vem atuando com intervenções pontuais nas escolas, utilizando a abordagem temática. Além de elaborar as temáticas, desenvolve e avalia sua implementação em sala de aula, tendo como dinâmica de trabalho encontros semanais.

Convém destacar que foi a dinâmica metodológica dos três momentos pedagógicos (conforme anteriormente referido) que me levou à abordagem temática, com a qual tive contato quando iniciei a participação no GETCTS. Possivelmente o potencial maior dos três momentos pedagógicos encontre-se em sua vinculação a um tema. Tema gerador segundo Freire. Contudo, entendo que é muito melhor utilizar esta dinâmica do que voltar ao "tradicional", pois, foi a partir dela que eu tive oportunidade de acreditar na utilização da abordagem temática/problemas sociais como ponto de partida da ação pedagógica.

Durante o ano de 2003, aprofundei o estudo da bibliografia existente na área de Educação e Educação nas Ciências, além de estudar e discutir, juntamente com o GETCTS, algumas propostas de mudanças de concepções curriculares implementadas nas escolas. Também, durante este ano, elaborei meu projeto de pesquisa, o qual abarca uma das limitações sinalizadas pelo grupo que exige aprofundamento, que será explicitado posteriormente.

Juntamente com o *Grupo de Estudos Temáticos em Ciência – Tecnologia - Sociedade*, participei como apresentadora do trabalho "Limites e possibilidades da abordagem temática no ensino de Física", no IV Encontro sobre Investigação

na Escola, realizado nos dias 29 e 30 de agosto de 2003 em Lajeado/RS. Este trabalho também foi apresentado na XVIII Jornada Acadêmica Integrada da Universidade Federal de Santa Maria no dia 14 de outubro de 2003. Ministramos uma oficina para professores de Física e Matemática com o trabalho Conservação e Degradação da Energia na Sociedade Contemporânea, realizada na Escola Básica Estadual Irmão José Otão no dia 22 de agosto de 2003.

Como não era professora titular ou atuante em escola, desenvolvi a temática Conservação e Degradação de Energia na Sociedade Contemporânea na Escola Básica Estadual Érico Veríssimo, em uma turma de 2º ano de Ensino Médio, cedida por uma professora, no mês de setembro de 2003, totalizando 12 horas/aula.

Cursei, no 2º semestre de 2003, a disciplina Seminário Avançado I: Ciência, Cultura e Educação, como aluna especial do Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE) da UFSM em nível de Mestrado, tendo como professores responsáveis Eduardo Terrazzan, Décio Auler e Deisi Sangói Freitas.

No ano de 2004, participei da seleção de Mestrado em Educação do Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE) da UFSM, na qual fui aprovada. Após o ingresso no Mestrado, continuei participando do GETCTS e ampliando as discussões sobre a abordagem de temáticas vinculadas a Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). No início de 2004, quando ingressei no Mestrado, o objetivo era dedicar-me integralmente aos estudos na área da educação. Participei da seleção de bolsas, mas, ocorreu um corte de quatro bolsas para o PPGE e eu estava entre estas quatro pessoas atingidas.

Felizmente, fui chamada pela 8ª Coordenadoria Regional de Educação (CRE) de Santa Maria para assumir um contrato emergencial de 25 horas/aula em São Pedro do Sul/RS, na Escola Estadual de Educação Básica Tito Ferrari e mais 15 horas/aula em Santa Maria no Núcleo de Educação de Jovens e Adultos (NEEJA) Mário Quintana.

Iniciei os trabalhos nestas escolas em 04 de junho de 2004. Confesso que, juntamente com o Mestrado, cursando diversas disciplinas, havia dias que eu tinha

vontade de chorar e até sumir. A sobrecarga era tão grande, que, além da elaboração das aulas, as leituras do Mestrado exigiam uma dedicação especial e este era o meu sonho e eu estava com medo de deixar a desejar. Não podia priorizar um deles pelas dificuldades financeiras, precisava trabalhar e estudar. Às vezes, não sobrava tempo nem para uma refeição, pois eram dez minutos e já tinha que tomar um ônibus para outra cidade.

Mas, a experiência que obtive como professora de física da Rede Estadual de Ensino, nestes dez meses, é insubstituível. Nesta atuação, pude constatar as reais dificuldades que um professor enfrenta em uma sala de aula. Muitas vezes, nós, enquanto pesquisadores, costumamos julgar os professores que estão nas escolas, não considerando o entorno escolar que dificulta mudanças.

Atualmente, desde abril de 2005, estou recebendo apoio financeiro da CAPES (bolsa) para dedicar-me exclusivamente aos estudos e, para isso, exonerei-me da Rede Estadual de Ensino.

Sinto saudades do contato com os alunos, pois, apesar de tudo que descrevi anteriormente e das inúmeras outras dificuldades que um professor enfrenta, é recompensante ouvir que teus alunos estão aprendendo Física e não precisam mais perguntar por que estão estudando isto ou aquilo, ou quando isto ou aquilo será útil, aspecto denominado de perspectiva propedêutica, que será abordado posteriormente.

Na medida do possível, continuei em 2004 e continuo em 2005, participando de eventos na área da Educação e Educação em Ciências, tanto para conhecer a produção da área, como para a apresentação e divulgação de trabalhos relativos a esta pesquisa, onde obtivemos muitas contribuições para um melhor delineamento da mesma, além de um aprendizado pessoal muito grande na área da Educação.

Como síntese desta caminhada, destaco que, durante o período em que fui bolsista do PET/CAPES não me sentia produtiva, pois estava sendo incentivada a pesquisar em uma área na qual não havia identificação e interesse de minha parte. Atualmente, posso dizer que me encontrei naquilo que estou

fazendo e que estou disposta a continuar os estudos e investigações na área de educação – pesquisa em ensino de Ciências/Física.

Quanto à estrutura da presente pesquisa, no primeiro capítulo, discuto problemas/limitações presentes no processo de ensino/aprendizagem de Ciências/Física, âmbito em que surge o problema de investigação, ou seja, quais os possíveis desafios a serem enfrentados/investigados quando se buscam configurações curriculares que contemplem o enfoque CTS através da abordagem de problemas de relevância social junto a EJA?

Inicio o segundo capítulo discutindo o surgimento histórico do movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), nas décadas de 60 e 70, do século passado. Apresento uma discussão sobre o campo curricular no Brasil, enfatizando a evolução do mesmo. Também apresento uma aproximação entre pressupostos educacionais de Paulo Freire e referenciais do denominado movimento CTS, iniciada por Auler (2002). A partir desta aproximação, destaco alguns aportes presentes na literatura, sobre a abordagem de problemas de relevância social, bem como o que o GETCTS, a partir dos pressupostos educacionais de Freire e do movimento CTS, tem realizado no campo educacional.

Os objetivos de minha pesquisa, discutidos no capítulo três, são: identificar e discutir posicionamentos de professores da EJA quanto à utilização de temas/problemas de relevância social em suas aulas e identificar e discutir estrangulamentos a serem enfrentados nas instituições escolares. Neste também discuto o problema de investigação e o encaminhamento metodológico, descrevendo como a pesquisa foi desenvolvida e os instrumentos de obtenção de informações utilizados. Por fim, apresento e discuto os resultados de investigação da pesquisa, considerações sobre os mesmos, bem como perspectivas de continuidade do trabalho.

Capítulo 1. LIMITAÇÕES E/OU PROBLEMAS PRESENTES NO ENSINO/APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS/FÍSICA

O atual processo de ensino/aprendizagem de Ciências/Física tem apresentado limitações e/ou problemas a serem enfrentados, dentre os quais pode-se destacar: a fragmentação, ou seja, o enfoque unicamente disciplinar; a desmotivação dos alunos; a desvinculação entre o "mundo da escola" e o "mundo da vida"; o ensino propedêutico; a falta de consideração pela complexidade do mundo real; a concepção de Ciência-Tecnologia neutras e, possivelmente vinculado a todos estes aspectos, um baixo nível de aprendizagem, assim como limites à formação de uma cultura de participação. Apresento, neste capítulo, uma breve discussão sobre estes problemas históricos, bem como o que o *Grupo de Estudos Temáticos em Ciência-Tecnologia-Sociedade* (GETCTS) tem feito para tentar superá-los, incluindo o redirecionamento de seus esforços para o âmbito da EJA. Também apresento uma discussão sobre a flexibilidade curricular da EJA, baseada em textos legais.

1.1 Um panorama do ensino/aprendizagem de Ciências/Física

Problemas contemporâneos sempre foram complexos, não abarcáveis pelo viés unicamente disciplinar. As disciplinas, tomadas isoladamente, não conseguem lidar com esta complexidade.

O excesso de fragmentação, segundo Pierson e Neves (2001), têm gerado em alguns segmentos sociais, uma reclamação, pela solução de problemas, que surgem com o desenvolvimento, difíceis de serem resolvidos por especialistas de forma isolada. A superação desta limitação requer que professores sejam capazes de superar a visão fragmentada do conhecimento, construindo projetos interdisciplinares, contribuindo para uma formação geral dos estudantes, para que estes compreendam melhor os problemas sociais com os quais convivem.

De acordo com Morin (2004), há inadequação cada vez mais ampla, grave e profunda entre os saberes fragmentados, separados entre disciplinas, e, por outro lado, problemas cada vez mais polidisciplinares, transversais, multidimensionais, globais, planetários. A hiperespecialização, ou seja, a especialização que se fecha em si mesma, sem permitir sua integração em uma problemática global, impede de ver o todo, pois ela fragmenta em parcelas.

Edgar Morin questiona a forma como as disciplinas escolares estão estruturadas, pois só servem para isolar as partes de um todo. Eliminam a desordem e as contradições existentes, para dar uma falsa sensação de arrumação. Propõe uma reforma do pensamento por meio de um ensino transdisciplinar, capaz de formar cidadãos planetários, solidários, éticos, aptos a enfrentarem os desafios dos tempos atuais.

Os PCNEM (1999) sinalizam que, ao lado de uma demarcação disciplinar, é preciso desenvolver uma articulação interdisciplinar, de forma a conduzir o aprendizado pretendido:

> ... a consciência desse caráter interdisciplinar ou transdisciplinar, numa visão sistêmica, sem cancelar o caráter necessariamente disciplinar do conhecimento cientifico mas completando-o, estimula a percepção da inter-relação entre os fenômenos, essencial para boa parte das tecnologias, para a compreensão da problemática ambiental e para o desenvolvimento de uma visão articulada do ser humano em seu meio natural, como construtor e transformador deste meio.(PCNEM, 1999:209).

Ainda de acordo com Morin (2004), a proposta da complexidade, que pretende religar os conhecimentos dispersos, exige uma nova postura do sujeito frente aos destinos da educação contemporânea, o que implica recusar a cisão entre as ciências e as humanidades e, mais do que isso, entre as ciências da natureza e a cultura.

Devemos, pois, pensar o ensino considerando os efeitos cada vez mais graves da compartimentação dos saberes e da incapacidade de articulá-los uns aos outros. Os conhecimentos fragmentados só servem para usos técnicos, pois, não conseguem:

> ... conjugar-se para alimentar um pensamento capaz de considerar a situação humana no âmago da vida, na terra, no mundo e de enfrentar os grandes desafios de nossa época. (Morin, 2004:17).

Segundo García (1998), citando Morin, encontramo-nos diante de uma opção ideológica, em que a escola deve formar cidadãos comprometidos com o esclarecimento e a gestão dos problemas mais relevantes do mundo em que vivem, a fim de ter acesso a uma vida mais digna, satisfatória e justa, e isso passa pela construção de uma visão de mundo caracterizada pelos seguintes aspectos: o questionamento da tecnoburocracia e do princípio da hiperespecialização que a alimenta, a rejeição da unidimensionalidade, das visões reducionistas e da disjunção do saber; o reconhecimento dos efeitos manipuladores e destruidores da visão simplificadora nas relações entre os humanos e entre estes e o meio ambiente; uma busca de novas maneiras de formular e enfrentar os problemas, ou seja, problemas formulados e tratados sem serem separados do contexto em que surgem; a complementaridade de conceitos que o pensamento simplificador tende a dicotomizar: ordem-desordem, sujeito-objeto, unidade-diversidade, causa-efeito, estrutura-função, abertura-fechamento, científico-cotidiano, estabilidade-instabilidade, etc.; a utilização de um marco de referência conceitual não-disciplinar, o qual possa ser utilizado em diferentes domínios e que possibilite a superação da dicotomia novatos-peritos, cultura humanista e a científico-técnica e a contraposição entre a reflexão filosófica e a objetividade científica.

García acredita que devemos caminhar para os conhecimentos metadisciplinares, que seriam um conjunto de conceitos, procedimentos e valores que atuam como eixos integradores e orientadores de todo o conhecimento escolar, capazes de contribuir para uma visão mais sistêmica do mundo. Esses conhecimentos referem-se a noções como sistema, mudança, interação e diversidade, e a procedimentos e valores que se referem a uma visão relativizadora, autônoma e solidária do mundo.

Uma segunda dimensão, inicialmente elencada, a desmotivação dos alunos, pode estar vinculada à falta de significado atribuído ao que se faz na escola, na qual os conceitos são apresentados distantes do mundo em que os

estudantes vivem. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNEM), o ensino de Física apresenta o conhecimento como um produto acabado, fruto de mentes como as de Galileu, Einstein ou Newton, contribuindo para que os alunos concluam que não existe mais nenhum problema significativo a resolver.

Esta desmotivação também pode estar sendo gerada pelo professor autoritário que “desumaniza”, que não chama os educandos a pensar, a fazer uma leitura de seu mundo vivido. Ao contrário, ele apresenta a realidade como algo já feito, acabado, à qual basta se adaptar e não transformar. Ao invés de propor aos alunos que se apropriem do conhecimento como cidadãos críticos, conscientes e transformadores, ele propõe apenas a “recepção passiva de um conhecimento empacotado”.

Infelizmente, a concepção que mais encontramos em nossa cultura escolar é a de que aprender é copiar e memorizar um conhecimento já estabelecido e que ensinar é transmití-lo. Os conteúdos são vistos como fins em si mesmos, ocos, vazios de significado, descolados da realidade, onde os alunos logo descobrem que, para serem aceitos como “bons” na escola, ou seja, para serem aprovados, devem memorizar o conteúdo de forma passiva, mesmo sem compreendê-lo e questioná-lo.

A desvinculação entre o “mundo da escola” e o “mundo da vida”, também destacada inicialmente, decorre, segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNEM), da apresentação de conceitos, leis e fórmulas distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores.

Assim, no que tange à busca de uma aproximação entre o “mundo da escola” e o “mundo da vida”, entendo que o ponto de partida consiste na identificação de problemas socialmente relevantes, os quais passam a ser objeto de problematização, de estudo, tal qual destacado por Freire (1987). Nesta etapa, os alunos expressam suas idéias, crenças, conhecimentos sobre o problema em questão. Não podemos continuar vendo nossos alunos como se entrassem na escola como folhas em branco, eles já trazem, em suas bagagens, concepções

sobre o mundo que os cerca. Não cabe mais, a nós educadores, deixar o “mundo da vida” fora das salas de aulas.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNEM) destacam que as modalidades exclusivamente pré-universitárias e profissionalizantes, características do ensino propedêutico, precisam ser superadas, pois o ensino meramente propedêutico vem omitindo os desenvolvimentos realizados durante o século XX e tratando de maneira enciclopédica e excessivamente dedutiva os conteúdos tradicionais.

A separação entre tempo de formação e tempo de ação, tempo de infância e tempo de adulto, fez do tempo da escola uma etapa que só encontra sentido enquanto preparação para outras etapas, para outros tempos, como o tempo de preparação para vivência de direitos no futuro. (Escola Plural, 1994).

Esta concepção de ensino propedêutico está arraigada em nossa cultura pedagógica, na representação social e em nossas formações e práticas profissionais. De acordo com documento da Escola Plural de Belo Horizonte (1994), nossas escolas são sempre sonhadas como:

> ... garantia da futura república, da futura democracia, da futura cidadania, futuro progresso, da futura vivência dos direitos, da futura libertação, da futura igualdade... (Escola Plural, 2005).

Assim, questiono: E o hoje? Onde estão os direitos e deveres do presente? É possível alegria e prazer na escola? Neste sentido, compartilho da posição de Snyders (1988) e Freire (1992), de que é possível que a escola seja um espaço onde haja a alegria, de ter “prazerosidade com rigorosidade”.

Considero necessário superar a linearidade em que primeiro vem o aprender e depois o participar. Concordo com Auler (2005), citando Cerezo:

> Num repensar do tempo de escola, defende-se não mais aprender para participar, mas aprender participando... (Auler, 2005:01).

Conforme destacado, ingressei na UFSM pelo PEIES (Programa de Ingresso ao Ensino Superior). Atualmente, como educadora, concordando com Terrazzan (2003), destaco problemas vinculados a esta modalidade de ingresso

na Universidade, pois, além do engessamento curricular que ela produz, entendo que é preciso que a educação tenha objetivos mais amplos que o acúmulo de informações a serem, supostamente, utilizadas em etapas posteriores de estudo. Não tem sentido um ensino preso unicamente nas expectativas do vestibular e do PEIES. Essa pode ser uma de suas preocupações, mas não a única. Além disso, não existem garantias de que “vencendo” o programa previsto, o aluno passará no vestibular/PEIES. A impressão que se tem é de que o professor, quando “vence” o extenso conteúdo, fez a sua parte e agora cabe tudo ao aluno. Mas, o que nos garante que a aprendizagem foi efetiva? E aqueles que não passarem no vestibular, de que serviu a Física, pautada em “macetes”, que aprendeu na escola? (Lembrando que a grande maioria não ingressa na universidade pública, por exemplo, por falta de vagas).

Aprofundando este aspecto, Terrazzan (2003) comenta sobre o PEIES, o qual se consolidou como uma das formas alternativas aos tradicionais exames vestibulares, mas, que, no fundo, mantém as mesmas características básicas destes, seja na estrutura das provas realizadas, que são basicamente de múltipla escolha, seja nos próprios conteúdos avaliados nestas provas. De acordo com este educador, a grande diferença fica por conta das provas serem realizadas em três etapas, cada uma ao final de uma das três séries do Ensino Médio. Dentre os aspectos questionáveis, assinalados por Terrazzan, destaco:

a) A aparente democratização no acesso à universidade, considerando que as vagas oferecidas não aumentaram pela implantação do Programa;

b) Reforçou-se a cobrança acrítica, por parte da comunidade escolar, em relação ao "cumprimento burocrático" de programas pré-estabelecidos em instâncias outras que não a própria unidade escolar;

c) As programações curriculares do PEIES passaram a funcionar nas escolas como verdadeiros “currículos mínimos” que “engessam” as discussões sobre flexibilização e atualização curricular, cristalizando a visão de “programa único para todas as realidades”.

Pode-se destacar outra limitação presente na educação em ciências, qual seja, a concepção de Ciência e Tecnologia neutras, veiculadas nos currículos escolares. Vivemos atualmente em um mundo influenciado pela Ciência e Tecnologia. As sociedades modernas confiam na Ciência e Tecnologia como se fossem divindades. (Santos e Mortimer, 2000). Como conseqüências do "cientificismo", surgiram mitos, entre eles, o mito da neutralidade científica. (Japiassu, 1975). Estudos da filosofia e da sociologia vêm destacando que não existe a neutralidade científica e que a ciência não é eficaz para resolver questões éticas e sócio-políticas da humanidade.

O "cientificismo" é a maneira de converter a ciência a uma nova fé, dando resposta a tudo. O "tecnicismo", enquanto aplicação do saber científico, é uma ideologia capaz de responder a todos os problemas humanos e de propor os caminhos para a felicidade da população. (Japiassu, 1975). Ambos, tanto o "cientificismo" como o "tecnicismo", tentam ignorar o sistema de valores que orienta a produção técnico-científica.

De acordo com Japiassu (1975), de forma alguma a ciência constitui um mundo à parte e tampouco instaura um "reino isolado" em que os especialistas se situariam procurando um saber puro e desinteressado. Um saber não contaminado ou "imaculado". A neutralidade científica de uma "imaculada concepção da ciência" é mitológica. Assim:

> Por mais teórica, racional, objetiva, fundamental ou pura que pretenda ser, a ciência é portadora das cicatrizes engendradas por seu contágio com o universo sócio-cultural que a produz e determina seus objetivos. (Japiassu, 1975:187).

Não há ciência "pura", "autônoma" e "neutra". Se nos perguntarmos sobre o modo de funcionamento da ciência, sobre seu papel social, sobre sua maneira de explicar os fenômenos e de compreender os homens e mulheres no mundo, perceberemos que as condições reais em que são produzidos os conhecimentos ditos objetivos e racionais, estão cercadas por uma atmosfera social, política e cultural. (Japiassu, 1975).

Assim, entendo que, em uma democracia, a qual busca a superação de modelos de cunho tecnocrático, as decisões não podem ser tomadas apenas por cientistas e técnicos, elas devem ser o resultado de um debate aberto e bem informado. A seguir, destaco uma fala de David Dickson, então editor da Revista Nature, com relação a esta postulação:

> Na sociedade moderna, é irracional esperar que o público geral tenha uma total compreensão da ciência moderna em toda a sua complexidade, ou mesmo que seja capaz de usar esta informação diretamente na condução de sua vida diária. No entanto, é essencial que o público entenda de maneira apropriada a natureza do número crescente de decisões políticas na área da ciência – ou que envolvem a ciência – que são tomadas em seu nome. (...) Essas decisões não podem ser tomadas por cientistas ou comissões técnicas em encontros com portas fechadas. Cientistas e especialistas técnicos têm um papel crucial no momento de fornecer informações relevantes. Mas, em uma democracia, as decisões devem ser o resultado de um debate aberto e bem informado; e é neste contexto que a popularização da ciência é tão importante. (Dickson apud Auler, 2003: 01).

Portanto, considero que é importante trabalhar, nos encaminhamentos curriculares, uma concepção de ciência e tecnologia não neutras, potencializando discussões sobre as implicações sociais do desenvolvimento científico-tecnológico. Alfabetizar os cidadãos em Ciência e Tecnologia é uma necessidade do mundo atual. Não se trata de apresentar, aos nossos alunos, apenas as coisas boas da ciência, como a mídia faz. Mas disponibilizar maneiras que permitam ao cidadão agir, tomar decisões e compreender o que está em jogo no discurso de muitos especialistas. (Fourez, 1995).

Possivelmente vinculado a todas estas limitações e/ou problemas, anteriormente discutidos, situa-se o baixo nível de aprendizagem, assim como limites à formação de uma cultura de participação.

O baixo nível de aprendizagem, apresentado por nossos alunos, e os altos e persistentes índices de reprovação, dimensões não desvinculadas da repetência, não são acidentais à lógica temporal, presente na escola, que exige para todos os mesmos ritmos e domínios, em tempos parcelados e curtos. (Escola Plural, 2005). O atual processo de ensino/aprendizagem de Ciências/Física é excludente e seletivo, ignora as diferenças e aumenta cada vez mais os índices de reprovação, evasão e repetência.

A pergunta: “O que você lembra da Física que estudou no Ensino Fundamental ou Médio?” foi foco de uma pesquisa com 120 estudantes de primeiro ano de universidade, realizada por Sastre e Moreno (2002). Desta resultou que 56% das pessoas asseguram que não recordam nada ou muito pouco e não nomeiam nenhuma das noções estudadas. 39% respondem enumerando diversos conceitos isolados de Física (força, velocidade, aceleração, peso, equilíbrio, energia, inércia, resistência, massa). Só 5% das pessoas asseguraram recordar tudo ou quase tudo o que aprenderam na escola sobre esta matéria, embora não nomeiem concretamente nada do que afirmaram recordar. Também, nesta pesquisa, questionaram: “Quantas vezes utilizou, em sua vida adulta, os conhecimentos de que recorda?”. Nesta, 42% das pessoas asseguraram que nunca os utilizaram, 19% consideram que os utilizam com muita freqüência em sua vida cotidiana, mas dão como exemplo atividades para as quais não é necessário nenhum conhecimento de Física, como, por exemplo: “fazer força para abrir um pote”, “praticar esportes”, “para dançar”, “levantar objetos pesados”. Um grupo, constituído por 16% das pessoas, refere-se à utilidade da Física com conceitos muitos gerais, como, por exemplo, “para explicar o mundo” ou “para entender aspectos da natureza”.Outro grupo, formado por 18% das pessoas, atribui a estes conhecimentos uma utilidade que não especifica, mas que considera muito importante.

Estes resultados são um indicativo do baixo nível de aprendizagem apresentado por nossos alunos e o escasso significado que os mesmos atribuem a sua aprendizagem escolar. Esta limitação nos remete a todas as outras discutidas anteriormente, pois, considero que o resultado de um ensino fragmentado, com um enfoque unicamente disciplinar, desvinculado do mundo vivido por nossos alunos e visando apenas a preparação para o futuro, contribui significativamente para o baixo nível de aprendizagem.

Para enfrentar os problemas e/ou limitações, do atual ensino-aprendizagem de Ciências, apontados pela literatura e descritos anteriormente, o *Grupo de Estudos Temáticos em Ciência - Tecnologia -Sociedade* (GETCTS), do Centro de Educação (CE), da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), do

qual participo, propõe e vem utilizando a abordagem temática, a qual será explicitada posteriormente, na forma de intervenções curriculares pontuais. Tal encaminhamento justifica-se por vários motivos: a) Coerente com os pressupostos que pautam o trabalho, considera-se relevante a participação dos professores em todo o processo, desde a definição da temática até a avaliação da implementação, aspecto que demanda tempo. Ou seja, além de não termos uma proposta pronta para todo o ano letivo, também não trabalhamos na perspectiva de professores apenas como "implementadores" de propostas concebidas e elaboradas em outras instâncias; b) Com o engessamento curricular, real ou imaginário, é possível "negociar" com os professores algumas configurações curriculares diferenciadas, sendo praticamente inviável e nem desejável, uma substituição total da prática hegemônica pela abordagem temática, desvinculada de uma caminhada que envolva os professores.

Desde o ano de 2003, quando o GETCTS começou a implementar suas temáticas de forma mais sistemática, um dos maiores desafios a serem enfrentados, vinculados aos aspectos anteriores, foi e continua sendo, a concepção, aceita sem questionamentos, que atribui como central a necessidade de "vencer todos os conteúdos" associados ao vestibular e ao Peies [2], conforme podemos observar nas publicações do grupo:

> Limitações, a esta dinâmica de trabalho, decorrentes do engessamento curricular vinculado ao PEIES (Programa de Ingresso ao Ensino Superior). (Muenchen *et al*., 2004:69).
>
> Engessamentos no currículo provocados pelo Vestibular e o Programa de Ingresso ao Ensino Superior (PEIES) implementado pela UFSM. (Muenchen *et al*., 2004:166).

[2] Este aspecto pode ser constatado nos seguintes trabalhos publicados por nós:

2003 - IV Encontro sobre Investigação na Escola – Lajeado/RS; XVIII JAI – Santa Maria/RS;

2004 – V Encontro sobre Investigação na Escola -Lajeado/RS; V Congresso Internacional de Educação Popular – Santa Maria/RS; XIX JAI – Santa Maria/RS; IX EPEF (Encontro de Pesquisa em Ensino de Física) – Jaboticatubas/MG.

> O condicionamento exercido pelo livro didático, aspecto associado a uma concepção que fala da necessidade de "vencer os conteúdos e programas extensos (vestibular e PEIES)". (Santini *et al.,* 2004).

Assumindo a flexibilidade curricular, inclusive facultada pelos textos legais, que a EJA (Educação de Jovens e Adultos) proporciona, considerando que nesta modalidade de educação os engessamentos curriculares, reais ou imaginários, são menores, desde abril de 2005, o GETCTS tem direcionado seus esforços para o âmbito da EJA. Neste sentido, foi realizado, de abril a agosto de 2005, um curso de 40 horas, destinado a professores atuantes na Educação de Jovens e Adultos (EJA - Ensino Médio e etapa correspondente a oitava série) de escolas vinculadas a 8ª Coordenadoria Regional de Educação/Santa Maria e Secretaria Municipal de Educação/Santa Maria.

No contexto deste curso, bem como de seus desdobramentos, surge o problema de investigação: Quais os possíveis desafios a serem enfrentados/investigados quando se buscam configurações curriculares que contemplem o enfoque CTS através da abordagem de problemas de relevância social junto a EJA?

1.2 A Flexibilidade Curricular da EJA

De acordo com o parecer do Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Básica, tratando das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação de Jovens e Adultos, o CNE/CEB nº11/2000, a flexibilidade curricular da EJA deve significar um momento de aproveitamento das experiências diversas que estes alunos trazem consigo como, por exemplo, os modos pelos quais eles trabalham seus tempos e seu cotidiano.

> A flexibilidade poderá atender a esta tipificação do tempo mediante módulos, combinações entre ensino presencial e não–presencial e uma sintonia com temas da vida cotidiana dos alunos, a fim de que possam se tornar elementos geradores de um currículo pertinente. (CNE/CEB nº. 11/2000: 59)

O CNE/CEB nº11/2000 dá destaque especial ao trabalho, seja pela experiência ou pela necessidade imediata de inserção profissional dos alunos. De acordo com o mesmo, a busca da alfabetização ou da complementação de estudos participa de um projeto mais amplo de cidadania que propicie inserção profissional e busca da melhoria das condições de existência. Desta forma, o tratamento dos conteúdos curriculares não pode se ausentar da vivência do trabalho e a expectativa de melhoria de vida. Neste sentido, o projeto pedagógico e a preparação dos docentes devem considerar, sob a ótica da contextualização, o trabalho e seus processos e produtos, desde a mais simples mercadoria até os seus significados na construção da vida coletiva.

O mesmo parecer enfatiza que as múltiplas referências ao trabalho constantes, na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB/1996), têm um significado peculiar para quem já é trabalhador. A leitura de determinados artigos deve ser vista sob a especificidade desta modalidade de ensino.

Por exemplo, o parágrafo do art. 1° da LDB, inciso segundo:

A educação escolar deverá vincular-se ao mundo do trabalho e à prática social.

Leia-se, agora, este inciso II do art. 35:

II - a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores.

De acordo com Ricardo (2004), a forma como está escrito o inciso II do artigo 35 da LDB/1996, sugere que a escola terá o papel de formar sujeitos adaptados, ou adaptáveis ao mundo do trabalho, sem qualquer possibilidade de colocar em discussão as condições de trabalho e de produção. É aceitável que a escola prepare os alunos também para o trabalho, pois efetivamente eles irão buscar alguma ocupação, desde que se faça uma reflexão da sua dimensão econômica e das relações de produção.

Ao analisarmos a situação de nossos alunos que saem do ensino médio e irão procurar trabalho e, ao ser solicitado pelo empregador a fazer uma carta de solicitação de emprego e proposta salarial, bem como seu currículo, a maioria não sabe. De nada adiantará a esse aluno dizer ao empregador que, embora não saiba fazer o que lhe pedem, conhece a Lei de Coulomb, a Lei de Lenz, sabe construir imagens em espelhos e etc. Mas isso não é responsabilidade da disciplina de física, dirão alguns. De outra parte, poderiam ser trabalhados textos e exercícios de escrita nas aulas de física, ao se detectar as grandes deficiências dos alunos nessa área. (Ricardo, 2004).

Conforme discutido anteriormente, a desmotivação dos alunos é uma das limitações presentes no atual ensino/aprendizagem. A pergunta “estudar para quê”, de acordo com Vasconcellos (2005) nunca esteve tão forte na cabeça dos alunos como nos dias atuais. A resposta dada por séculos, “estudar para ser alguém na vida”, “para ter um bom emprego”, chega a provocar risos nos alunos diante da constatação de inúmeras pessoas formadas, porém, desempregadas ou muito mal remuneradas.

Nossos alunos, particularmente os da EJA, no atual encaminhamento, na atual lógica excludente, estarão cada vez mais no mundo do desemprego, num contexto de falta de trabalho, onde a escola, que para muitos deveria promover a ascensão social, está vivendo um momento crítico. Vasconcellos (2005) comenta que estamos vivenciando um momento de crescimento de diplomados e uma queda da necessidade de mão-de-obra qualificada, como, por exemplo, pela informatização dos serviços, pela robotização das indústrias e pela má distribuição de renda, etc.

Atualmente temos mais alunos com diplomas nas mãos e, também, mais desempregados. Não podemos ficar presos, limitados a esta lógica de competição pelos empregos, que estão cada vez mais escassos. É preciso juntar esforços para buscar alternativas a esta lógica excludente. Um exemplo que vem sendo feito na região de Santa Maria, em algumas escolas (EJA), é a união de estudantes e educadores, através de uma cooperativa que produz sabões,

alimentos, roupas, verduras, legumes, entre outros e comercializam seus produtos como uma fonte de renda para os alunos desempregados. Ficar de braços cruzados, culpando instâncias superiores e esperando que os outros façam a parte deles para podermos fazer a nossa, não é uma atitude de compromisso com a busca de superação ou diminuição destes problemas. A escola precisa assumir um compromisso com a transformação da realidade, não de forma ingênua, pois sabemos que ela não pode tudo sozinha. Ela pode usar o conhecimento e a criatividade para encontrar alternativas, discutindo com os alunos o atual jogo de competição que reforça a lógica da exclusão. O trabalho coletivo, em cooperativas, reforça a educação para a solidariedade.

1.3 O Currículo de Ciências Naturais na EJA (Ensino Fundamental)

As diretrizes curriculares nacionais da educação de jovens e adultos, quanto ao ensino fundamental, contêm a Base Nacional Comum e sua Parte Diversificada que deverão integrar-se em torno do paradigma curricular que visa estabelecer a relação entre a Educação Fundamental com a Vida cidadã, com as Áreas de Conhecimento, segundo o Parecer CEB nº 04/98 e Res. CEB nº 02/98. Quanto ao Ensino Médio, a EJA deverá atender aos Saberes das Áreas Curriculares de Linguagens e Códigos, de Ciências da Natureza e Matemática, das Ciências Humanas e suas respectivas Tecnologias, segundo o Parecer CEB nº 15/98 e Res. CEB nº 03/98, ou seja, sinalizam para os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) e para as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN +).

De acordo com o Ministério da Educação e Cultura (MEC), ao referir-se a proposta de formulação do currículo das ciências naturais, na EJA, para o Ensino Fundamental, as rápidas mudanças na sociedade e no mundo atual guardam intrincadas relações com as crescentes produções científicas e tecnológicas e que essas relações históricas, políticas e culturais, condicionam a qualidade de vida das pessoas e sua consciência crítica. Elas são parte do debate democrático por um mundo mais justo, voltado para o desenvolvimento sustentável, para a

superação das desigualdades, para a dignidade e a solidariedade. A tarefa de conhecer as relações entre ciência, tecnologia e sociedade inscreve-se no processo de educação permanente, do qual também faz parte o aprimoramento de habilidades e valores.

Com base em considerações dessa natureza, as leis vigentes preconizam a integração entre a Educação de Jovens e Adultos (EJA) e a vida cidadã, onde conteúdos e métodos habituais em Ciências Naturais devem ser revistos criticamente na elaboração e na consecução dos projetos educativos. É necessário rever a prioridade que se dá às meras descrições dos fenômenos naturais e à transmissão de definições, regras, nomenclaturas e fórmulas, muitas vezes, sem estabelecer vínculos com a realidade do estudante ou outros contextos que tornariam o conhecimento científico mais interessante, instigante ou útil. (MEC: Ciências Naturais na EJA)

De acordo com a proposta de formulação do currículo das ciências naturais na EJA para o Ensino Fundamental, um ensino de qualidade busca selecionar temas relevantes para os alunos, assuntos ligados ao meio ambiente, à visão do universo, à saúde e à transformação científico-tecnológica do mundo, bem como à compreensão do que são a ciência e a tecnologia.

Esta proposta de formulação de currículo, afirma que muitos alunos terão o que dizer sobre cada tema ou problema selecionado e que eles devem ser motivados a refletir sobre suas próprias concepções. Essas concepções, que podem ser bem diferentes entre si, têm diversas origens: a cultura popular, a religião ou o misticismo, os meios de comunicação e, ainda, a história de vida do indivíduo, sua profissão, sua família. É importante respeitar os conhecimentos dos alunos, por mais diferentes que sejam do conhecimento científico. Impor a explicação científica como a correta, em detrimento da explicação popular, pode gerar indisposição em relação ao conhecimento científico e, ao invés de promover a reflexão, pode levar os estudantes a aceitarem o “saber científico” como algo a ser usado na escola, sem que este altere suas convicções.

Para que os estudantes jovens e adultos repensem suas opiniões, é necessário levá-los a refletir, por meio de atividades e discussões, como, por exemplo: o destino do lixo que foi recolhido pelo caminhão de coleta, os problemas causados pelos depósitos de lixo às pessoas que moram próximas a eles, o estado em que se encontram os rios do país, quantas e quais são as atividades sociais que, na cidade e no campo, utilizam água, e se ela será sempre suficiente. Com essa abordagem o aluno poderá enxergar-se como parte do planeta, aprofundando sua consciência e seu respeito em relação ao meio ambiente, em âmbito local e global. A apresentação da possibilidade de outros pontos de vista em relação aos mesmos problemas facilitará aos estudantes uma compreensão mais abrangente, aumentando-se, assim, as chances de que redefinam suas atitudes e seus valores em relação aos problemas. (MEC: Ciências Naturais na EJA)

O ensino de Ciências Naturais para jovens e adultos fundamenta-se nos mesmos objetivos gerais do ensino voltado para crianças e adolescentes, uma vez que a formação para a cidadania constitui meta de todos os segmentos e modalidades da escolaridade. Assim, entre os objetivos presentes, destaco alguns que se aproximam do que o GETCTS tem perseguido:

- Compreender a ciência como um processo de produção de conhecimento e uma atividade humana, histórica, associada a aspectos de ordem social, econômica, política e cultural;

- Identificar relações entre conhecimento científico, produção de tecnologia e condições de vida, no mundo de hoje, sua evolução histórica, e compreender a tecnologia como meio para suprir necessidades humanas, sabendo elaborar juízo sobre riscos e benefícios das práticas científico-tecnológicas;

- Formular questões, diagnosticar e propor soluções para problemas reais a partir de elementos das Ciências Naturais, colocando em prática conceitos, procedimentos e atitudes desenvolvidos no aprendizado escolar;

- Valorizar o trabalho em grupo, sendo capaz de ação crítica e cooperativa para a construção coletiva do conhecimento.

Em consulta realizada pelo MEC junto à secretarias de educação, professores e alunos de EJA antes da elaboração da proposta curricular, constatou-se que similarmente ao que ocorre com o Ensino Fundamental destinado a alunos de 7 a 14 anos, em EJA há mais de trinta anos persiste uma distribuição tradicional dos conteúdos, caracterizada pela seguinte seleção e organização: ar, água e solo, na 5ª série; seres vivos, na 6ª série; corpo humano, na 7ª série; Física e Química, na 8ª série. Ecologia é vista na 5ª ou 6ª série; astronomia tem lugar variável, mas fica geralmente na 5ª série; e evolução, na 6ª série, junto com estudos dos seres vivos. Nesta consulta, a maioria dos alunos disse não utilizar os conhecimentos escolares de Ciências Naturais em sua vida cotidiana ou profissional, o que indica que a abordagem tradicional dos conteúdos não os vincula à realidade do aluno jovem e adulto. (MEC: Ciências Naturais na EJA)

Para responder os seguintes questionamentos: É possível assimilar novos conteúdos a currículos já repletos? Que critérios utilizar para selecionar conteúdos? Como organizar conteúdos relevantes para a qualidade de vida do aluno jovem e adulto? Os conteúdos tradicionais dão conta de responder a essas preocupações?, O MEC, na proposta de estudos sobre os conteúdos, organizou em cinco modos distintos e complementares as novas propostas:

- **temas transversais**, essenciais para a formação da consciência cidadã;

- **critérios para a seleção de conteúdos**, que sintetizam as considerações gerais e os objetivos da área;

- natureza dos conteúdos, enquanto **fenômenos, conceitos, procedimentos, valores e atitudes**, uma classificação compartilhada com as demais áreas e temas transversais;

- organização dos conteúdos em **temas de trabalho**, que o professor escolhe de modo a proporcionar o desenvolvimento das capacidades expressas nos objetivos gerais;

- **eixos temáticos –** Terra e universo; Vida e ambiente; Ser humano e saúde; e Tecnologia e sociedade, que articulam vários conteúdos, a partir dos quais o professor desenvolve os temas de trabalho.

Ao referir-se aos critérios para a seleção de conteúdos, a proposta do MEC diz que os conteúdos escolhidos devem ser relevantes para os alunos jovens e adultos do ponto de vista social, cultural e científico, auxiliando-os a compreender e superar interpretações ingênuas sobre as relações entre a natureza, o ser humano e a tecnologia existentes em seu cotidiano. Para selecionar conteúdos relevantes social, cultural e cientificamente, o professor de EJA precisa conhecer seus alunos: seu trabalho, suas relações familiares, que tipo de contatos mantém com a ciência e a tecnologia, quais as suas concepções sobre os fenômenos naturais etc. Questionários respondidos pelos estudantes, debates e apresentações de seminários que permitam maior contato com o grupo de alunos favorecem um conhecimento inicial, que se deve aprofundar com as problematizações, no decorrer do trabalho. As informações iniciais e a constante observação das características dos alunos tornarão mais fácil para o professor de EJA definir os conteúdos relevantes para o grupo específico com o qual está trabalhando.

Na proposta curricular descrita, é enfatizado o trabalho interdisciplinar que possibilite a melhor distribuição dos procedimentos e atitudes, de modo a aproveitar mais produtivamente o tempo disponível. Tanto projetos quanto planos de trabalho giram em torno da **investigação de um tema**, escolhido de acordo com os critérios para seleção de conteúdos apontados anteriormente. (MEC: Ciências Naturais na EJA)

A valorização de conteúdos e métodos que mais cooperem para a formação crítica e para a inserção consciente do estudante na vida coletiva indica influências do pensamento do educador Paulo Freire nesta proposta. As

configurações curriculares pautadas pela abordagem de temas/problemas de relevância social, as quais vem sendo objeto de reflexão do GETCTS, onde os encaminhamentos curriculares estão balizados por pressupostos, resultantes de uma aproximação Freire-movimento CTS, contém elementos comuns aos adotados pelo MEC nesta proposta, conforme podemos constatar no decorrer desta dissertação de mestrado.

No capítulo seguinte, apresento e discuto encaminhamentos dados no enfrentamento das limitações existentes no processo ensino/aprendizagem apresentadas anteriormente. Entende-se, no contexto do referido grupo, que uma aproximação entre pressupostos do educador brasileiro Paulo Freire e referenciais ligados ao movimento CTS, são pertinentes para tal, considerando que estes referenciais além do balizamento teórico, instrumentalizam para a ação. Cabe também destacar que o trabalho do grupo aproxima-se em vários aspectos, das postulações presentes no parecer 11/2000.

Capítulo 2. FREIRE E O MOVIMENTO CTS: SUPORTE TEÓRICO-METODOLÓGICO DE ENCAMINHAMENTOS CURRICULARES

Neste capítulo, inicio discutindo o surgimento histórico do movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), nas décadas de 60 e 70, do século passado. Apresento uma discussão sobre o campo curricular no Brasil, enfatizando a evolução do mesmo. Também apresento uma aproximação entre o referencial freiriano e o movimento CTS, iniciada por Auler (2002). A partir desta aproximação, destaco alguns aportes presentes na literatura, sobre a abordagem de problemas de relevância social, seguindo os pressupostos do educador Paulo Freire e do movimento CTS, bem como o que o GETCTS, a partir destes, tem realizado no campo educacional.

2.1 Surgimento histórico do movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade

A partir de meados do século XX, foi crescendo, nos países capitalistas centrais, um sentimento de que o desenvolvimento científico, tecnológico e econômico não estava conduzindo linearmente ao desenvolvimento do bem-estar social. Assim, por volta de 1960-1970, a degradação ambiental e o desenvolvimento vinculado à guerra, com a explosão de bombas atômicas, guerra do Vietnã (napalm-desfoliante), fizeram com que a Ciência e Tecnologia sofressem questionamentos, tornando-se alvos de um olhar mais crítico. A publicação das obras, em 1962, de Rachel Carsons (*Silent Spring*) e de Thomas Kuhn (A *Estrutura das Revoluções Científicas*) aumentaram as discussões sobre as interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), onde a Ciência e a Tecnologia passaram a ser objeto de debate político, emergindo, neste contexto, o movimento CTS. (Auler, 2002).

Segundo García *et al.* (1996), no final da década de 70, as publicações das obras, referidas acima, contribuíram para uma mudança de mentalidade e de visão sobre Ciência e Tecnologia (CT). Houve em algumas sociedades, um fenômeno de mudança, na compreensão do papel da CT na vida das pessoas, ou

seja, passou-se a exigir um controle maior da sociedade sobre a atividade científico-tecnológica. Assim, um dos objetivos centrais do movimento CTS foi, em sua origem, a reivindicação de um modelo de decisões mais democráticas, com a sociedade participando, e menos tecnocráticas.

De acordo com os mesmos autores, essa nova compreensão da CT contribuiu para a quebra do modelo linear de progresso, onde o desenvolvimento científico (DC) gera desenvolvimento tecnológico (DT), este gerando desenvolvimento econômico (DE) que determina, por sua vez, o desenvolvimento do bem estar social (DS).

DC → DT → DE → DS (Modelo tradicional/linear de progresso) García *et al*. (1996).

De acordo com Auler (2002), em vários países, como EUA, Inglaterra, Países Baixos, a mudança cultural em curso, a "politização" da CT, produziram desdobramentos curriculares no ensino superior e secundário. Auler (1998), em revisão bibliográfica, constatou que não há uma compreensão e nem um consenso quanto aos objetivos, conteúdos, abrangência e modalidades de implementação no campo educacional. O enfoque[3] CTS abarca desde a idéia de contemplar interações entre CTS apenas como fator de motivação, passando por aquelas que postulam a compreensão dessas interações como fator essencial, chegando ao extremo de, em alguns projetos, o conhecimento científico estar desempenhando um papel bastante secundário.

Os objetivos apresentados na literatura expressam diferentes formas de conceber esse movimento. Santos e Mortimer (2000), destacam que nem todas as propostas de ensino, que vem sendo denominadas CTS, estão centradas nas inter-relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade. Mesmo assim, de acordo com

[3] Em sua origem, a denominação mais freqüente tem sido "movimento CTS", como expressão de um movimento social mais amplo, vinculado a uma nova compreensão sobre CT. Compreensão vinculada a sua não neutralidade, questionando a superioridade/neutralidade do modelo de decisões tecnocráticas. Em sua repercussão, no campo educacional, busca-se enfocar interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade, potencializando uma participação mais consistente na tomada de decisões. Assim, em vários contextos, tem-se assumido, no campo educacional, a expressão "enfoque CTS". Esta também é a expressão mais usual no presente trabalho.

esses autores, o objetivo central da educação em 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.

Uma estudiosa do movimento de CTS, no ensino do contexto inglês, é Solomon (1995). Para ela, o ensino de CTS deve visar, sobretudo, ao desenvolvimento de atitudes para enfocar e solucionar, de modo significativo, os problemas da aplicação da ciência na sociedade, além de ensinar a compreender o modo como a ciência atua no contexto social. Por essa razão, o ensino em CTS deve sustentar-se em sólidas bases morais e sociais. Ainda aponta como características específicas de CTS na educação a compreensão das ameaças ambientais para a qualidade de vida de todo o globo, a compreensão de que a ciência tem uma natureza falível, a discussão de opinião e valores sociais para produção de ações democráticas e a dimensão multicultural de visão de CTS.

O ensino de Ciências nessa perspectiva pode dar ao aluno a oportunidade de compreender e desenvolver conhecimentos de modo dinâmico ao partir do pressuposto de que as idéias científicas mudam com o tempo e que o uso delas é afetado pelos contextos culturais, morais, espirituais e sociais. Ao descrever o estado do movimento em CTS nos diferentes graus de ensino, Solomon (1995) observa que, na escola secundária, a inovação consiste em mudar o enfoque da ciência tradicional para o ensino em CTS (ciência no mundo). Para isto, é preciso envolver agências e agentes de mudança de currículos e do ensino: o governo, os centros de pesquisa, os formuladores de currículos e os professores. Ainda enfatiza que o ensino em CTS volta-se basicamente para a compreensão pública da ciência e deve centrar-se nos aspectos científicos mais relevantes para o público leigo, não deixando de respeitar seus valores, direito à informação e incentivo à capacidade decisória do cidadão.

Solomon (1995), destaca que o ensino de ciências, na perspectiva abordada pelo movimento CTS, consolidou-se, com uma das tendências desse

ensino e não ficou restrita ao contexto inglês, outras experiências foram desenvolvidas. Na Austrália, por exemplo, o ensino de CTS é entendido de modo interdisciplinar e se preocupa em discutir as origens, a natureza e o impacto social da Ciência e Tecnologia. Nos EUA, uma das preocupações consiste em produzir uma compreensão de conceitos científicos chaves que unifiquem as Ciências com outras disciplinas e que dêem conta das interações entre CTS.

No Brasil, segundo Menezes (1988), Zanetic (1989) e Angotti (1991), os conhecimentos científicos abordados nas escolas constituem-se em fragmentos de ciência descolados entre si e de qualquer outra área do conhecimento, inviabilizando o estabelecimento de qualquer relação entre eles, à ciência, a tecnologia e a sociedade. Ao inserir a discussão CTS no ensino de ciências, considera-se que o aluno é um ser social, a apropriação do conhecimento científico como elemento importante na capacitação do sujeito para o pleno exercício de sua cidadania. O olhar da ciência enquanto parte importante da cultura, que, por direito, pertence ao aluno e por esta razão deve ser a ele devolvida, decodificada, leva a uma outra organização do conhecimento.

Segundo esses mesmos autores, realizar este debate não significa defender uma ciência do como funciona. A sociedade atual não é apenas tecnológica pelos aparatos e instrumentos que incorporou ao nosso dia-a-dia, mas, principalmente, pela forma através da qual passamos a ver e interpretar as coisas à nossa volta, as explicações que procuramos dar aos eventos, as profissões de fé que fazemos a cada momento.

O final do século XIX apontava otimismo, particularmente no denominado 1º mundo, como conseqüência do progresso material alcançado. Ao final do século XX e no início deste novo século, estamos convivendo com uma grande frustração e perplexidade. O quadro a seguir esquematiza as visões nos dois momentos, permitindo uma comparação:

	FIM DO SÉC. XIX	FIM DO SÉC. XX
Expectativa geral para o futuro	Otimismo	Pessimismo
Papel da ciência e da tecnologia	Forte crença na capacidade de resolução dos problemas	Desencanto e consciência da necessidade de precaução
Condições de vida	Perspectiva de bem-estar	Um mal-estar pelo agravamento das carências.
Instância Reguladora	Crescentemente o Estado	Crescentemente o Mercado
Relações entre os povos	Paz	Guerras
Relações entre grupos sociais	Maior igualdade	Maior desigualdade
Economia	Forte crescimento	Crescimento lento, estagnação
Progresso	Promotor de riqueza	Causador de impactos ambientais
Mundo	Interdependência (mercados) e complementaridade	Globalização e exclusão de regiões "desnecessárias"

Extraído da obra Ciência, Ética e Sustentabilidade: Desafios ao novo século, de Marcel Bursztyn (2001).

A perplexidade, o pessimismo, o agravamento da degradação sócio-ambiental, dilemas presentes no início deste século, colocam novos desafios para a educação. O Relatório de Jacques Delors (UNESCO), publicado no Brasil sob o título **Educação: um tesouro a descobrir**, coloca-se nesta perspectiva e apresenta algumas recomendações para a educação deste novo século, fundamentadas em quatro pilares do processo de aprendizagem, acreditando que sem esta base epistemológica será difícil responder a multiplicidade de questões e desafios que se colocam a todos nós:

Aprender a Conhecer: pressupõe como importante uma educação geral, suficientemente ampla, priorizando o domínio dos próprios instrumentos do conhecimento, considerando como meio e como fim. Meio, porque se pretende que cada um aprenda a compreender a complexidade do mundo, na medida em que isso lhe é necessário para viver dignamente, para desenvolver as capacidades pessoais e profissionais. Fim, porque seu fundamento é o prazer de compreender, conhecer e descobrir. O aumento dos saberes que permitem

compreender o mundo favorece o desenvolvimento da curiosidade, estimula o senso crítico e fornece as bases para continuar aprendendo ao longo da vida.

Aprender a Fazer: esta aprendizagem está mais ligada à questão da formação profissional, de como ensinar o aluno a pôr em pratica seus conhecimentos e, também, como adaptar a educação ao trabalho futuro quando não se pode prever qual será sua evolução. Em resumo, esta aprendizagem não pode continuar a ter o significado simples de preparar alguém para uma tarefa material bem determinada, não deve ser a simples transmissão de práticas rotineiras, embora estas não possam ser totalmente desprezadas.

Aprender a Viver Juntos: consiste em desenvolver o conhecimento do outro, das suas culturas e da sua espiritualidade. Também enfatiza a necessidade da percepção das interdependências na realização de projetos comuns e da capacidade de evitar os conflitos ou de resolvê-los de maneira pacífica.

Aprender a Ser: esta aprendizagem supõe a preparação do indivíduo para elaborar pensamentos autônomos e críticos e para formular seus próprios juízos de valor, de modo a poder decidir por si mesmo, frente as diferentes circunstâncias da vida. *"Mais do que preparar as crianças para uma dada sociedade, o problema será, então, fornecer-lhes constantemente forças e referências intelectuais que lhes permitam compreender o mundo que as rodeia e comportar-se nele como atores responsáveis e justos".* (p. 100)

No item a seguir, apresento e discuto as origens do campo curricular no Brasil, cuja evolução é elemento fundamental na vida da escola.

2.2 O Campo Curricular no Brasil

Nos últimos tempos, temos percebido como as mudanças ocorridas no mundo através do processo de globalização e internacionalização das economias têm influenciado às práticas sociais, não apenas nas grandes cidades, como também nas pequenas comunidades. Essa influência pode ser atribuída à

disponibilidade de informação, às trocas culturais e às pressões dos centros produtores na geração de novos mercados para o consumo.

A escola, como instituição social, não ficou imune às ações dos processos citados, apresentando-se como um local no qual as contradições deste novo modelo econômico e cultural interagem, marcando os processos de desenvolvimento e formação de novos alunos. Neste contexto, se desejamos interpretar a evolução do campo do currículo no Brasil, que é elemento fundamental na vida da escola, é essencial identificarmos e analisarmos suas origens.

De acordo com Moreira (1995), existem três períodos básicos para entendermos como a interação do contexto internacional, dos contextos sócio-econômico e político brasileiros e das infra-estruturas do campo refletiu-se na definição da evolução do campo curricular no Brasil.

O primeiro (anos vinte e trinta do século XX) corresponde às origens do campo curricular como área de estudo no Brasil. O segundo (final dos anos sessenta e setenta) corresponde ao período no qual o campo de estudo tomou forma e a disciplina Currículos e Programas foi introduzida em nossas faculdades de Educação. O terceiro (de 1979-1987) caracteriza-se por intensos debates sobre currículos e conhecimento escolar, bem como por tentativas de reconceitualização de seu campo disciplinar.

Após o ano de 1987, novas discussões sobre encaminhamentos curriculares no Brasil, surgiram através da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) – Lei 9.394/96 e no ano de 2000 através dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNS). Com a nova LDB de 1996, o Ensino Médio passou a integrar a etapa do processo educacional que a Nação considera básica para o exercício da cidadania e o acesso às atividades produtivas. Através dos PCNS, podemos constatar que a reorganização em áreas do conhecimento: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Ciências Humanas e suas Tecnologias e Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, tem o objetivo de facilitar o desenvolvimento dos conteúdos, numa perspectiva de interdisciplinaridade e

contextualização. Constata-se que tanto a LDB como os PCNS, enfatizam que o currículo deve contemplar conteúdos e estratégias de aprendizagem que capacitem o aluno para a vida em sociedade, a atividade produtiva e experiências subjetivas.

As origens do pensamento curricular podem ser localizadas nos anos vinte e trinta, quando importantes transformações econômicas, sociais, culturais, políticas e ideológicas processaram-se em nosso país. Segundo Moreira (1995), essas transformações/reformas tentaram implementar em nosso país o ideário escolanovista, o que as associa à tendência progressivista, que combinada com elementos da tradição clássica e do tecnicismo, constitui a base teórica dos primeiros cursos em currículos desenvolvidos pelo INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais) e pelo PABAEE (Programa de Assistência Brasileiro-Americana à Educação Elementar).

Neste contexto, desejava-se um currículo que contribuísse para a coesão social, que formasse o cidadão de um mundo em mudança e que atendesse às necessidades da ordem industrial emergente. Era preciso que uma grande quantidade de professores com pouco ou nenhum treinamento viesse a ensinar, eficientemente, crianças até então excluídas das salas de aula do país. (Moreira, 1995).

Ainda segundo Moreira, o segundo período (anos sessenta e setenta) foi de considerável importância para o desenvolvimento do campo do currículo no Brasil. Em 1962, currículos e programas foi introduzido nos curso de pedagogia. Em 1969, passou a ser estudado por futuros supervisores escolares e nos anos setenta, surgiram os primeiros mestrados em currículo, sendo que em 1972, iniciou-se o da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Analisando a atual situação vivida pela UFSM, constata-se que, mesmo com este pioneirismo, tem-se, hoje, o Programa de Ingresso ao Ensino Superior (PEIES), o qual se caracteriza por uma programação curricular pronta, que funciona nas escolas como verdadeiros currículos mínimos, não deixando espaço para discussões a respeito da flexibilidade curricular, mantendo um programa

único para todas as realidades. Ou seja, a discussão curricular está praticamente ausente no contexto da universidade.

Após o golpe de 1964, as transformações políticas, econômicas e ideológicas, juntamente com a influência internacional, contribuíram para a adoção e a predominância da tendência tecnicista, pois as possibilidades críticas, que também se encontravam presentes nas idéias progressivistas, foram sendo gradualmente eliminadas. (Moreira, 1995)

Atualmente, percebe-se ainda a presença desta tendência tecnicista, tanto no fazer como na fala de nossos educadores. Giroux (1999) *apud* Silva, argumenta que a escola e o currículo devem funcionar como "esfera pública democrática", sendo locais onde os estudantes tenham a oportunidade de exercer as habilidades democráticas de discussão e participação. Os educadores não podem ser vistos como meros técnicos ou burocratas, mas como pessoas ativamente envolvidas nas atividades da crítica e do questionamento, a serviço do processo de libertação e emancipação.

De acordo com Silva (1999), há uma reconhecida influência de Paulo Freire na obra de Giroux. A crítica que Freire faz à "educação bancária" e sua concepção do conhecimento como um ato ativo e dialético, combinam com os esforços de Giroux em desenvolver uma perspectiva de currículo que contestasse os modelos técnicos dominantes.

Paulo Freire desenvolveu obras com profundas implicações para o currículo, principalmente a Pedagogia do Oprimido. Assim, ele não se limita a criticar o currículo através da "educação bancária". Freire indica caminhos para desenvolver um currículo que seja a expressão de sua concepção "problematizadora" da educação, aspecto que será abordado no sub-item a seguir.

As características apontadas por Freire, tanto de considerar o "mundo vivido" dos educandos como fonte de busca dos temas que vão constituir o "conteúdo programático" da educação, como a importância que ele atribui aos especialistas das diversas disciplinas, aos quais cabem investigar/elaborar os temas, não como técnicos, mas sim como participantes de, na medida do possível,

todo o processo de elaboração do currículo, tem sido contempladas no trabalho do GETCTS e também no referido curso de 40 horas, assim como seus desdobramentos, destinado aos educadores da EJA, âmbito em que ocorre a presente pesquisa.

Moreira (1995) analisa que, nos anos sessenta e setenta, os autores Bobbit e Charters, já tinham sido substituídos por autores como Tyler, Taba, Alexander, Saylor, Ragam e Fleming. Tyler adota uma posição mais humanista, defendendo que, no planejamento curricular, deve ser dada séria atenção aos interesses, atividades, problemas dos alunos, onde os mesmos, quando possível, devem participar do planejamento e da avaliação do currículo. Ao criticar a excessiva ênfase dos educadores à valores empresariais e industriais, Tyler afasta-se do tecnicismo de Bobbit e Charters. Autores como Tyler, Taba, Alexander, Saylor, Ragam e Fleming, cujas teorias sobre currículo eram bastante infiltradas nos princípios progressivistas, pensavam e defendiam uma educação voltada para a promoção de progresso social e melhor qualidade de vida. Segundo Moreira, as influências destes autores, no campo do currículo no Brasil, foi grande, permitindo afirmar que o discurso curricular em nosso país nunca foi puramente tecnicista, nem derivado de apenas um interesse em controle técnico, nem permeado apenas por uma teoria de controle social direto.

Moreira discute como o campo do currículo foi introduzido nas faculdades de educação no Brasil:

> Assim, mais que como uma simples cópia do tecnicismo americano, o campo do currículo foi introduzido nas faculdades de educação brasileiras como uma combinação de diferentes tendências, missões e interesses. Além disso, julgamos ter demonstrado que a teoria de controle social direto, considerada como uma das bases do surgimento do discurso curricular americano, não foi transferida para o Brasil... (Moreira, 1995: 151).

No final da década de setenta, uma tendência crítica começou a configurar-se, tornando-se influente na década de oitenta. O pensamento curricular brasileiro do período de (1979 – 1987) é denominado por duas orientações principais: a pedagogia dos conteúdos e a educação popular, que buscam superar o determinismo e o pessimismo das teorias da reprodução e

reafirmam a importância do papel da escola, colocando-se em consonância com os teóricos da resistência como Apple e Giroux, apesar da grande influência de Gramsci em nossa literatura pedagógica. (Moreira, 1995).

Assim como os críticos sociais dos conteúdos, como por exemplo, Saviani (2000) e Libâneo (1999), os educadores populares, sendo o principal representante Paulo Freire, procuraram teorizar a partir da realidade brasileira, propondo programas a serem desenvolvidos com comunidades populares específicas e práticas pedagógicas alternativas. Moreira afirma que os autores estrangeiros são interpretados em função de sua contribuição para a melhor adequação das propostas aos contextos que se destinam e que é escassa a influência de teóricos do currículo estrangeiros.

Andreola (1987) *apud* Moreira, assim como Giroux, considera injusto acusar Freire de não valorizar o papel do conteúdo curricular em uma prática pedagógica comprometida com as camadas populares. Tal análise, segundo Delizoicov (1991), desconsidera algo fundamental em Freire: a redução temática, quarta etapa da investigação temática proposta por Freire.

Concordo com Moreira (1995) quando ele afirma que, para uma produção intelectual de qualidade, os acadêmicos de um país de Terceiro Mundo não podem ignorar o que se elabora no Primeiro Mundo. No caso específico de campo curricular, afirma:

> ...Temos ainda muito que aprender com países que vêm, há bem mais tempo que nós, discutindo e pesquisando questões relacionadas ao currículo escolar. Devemos também procurar entender como curriculistas de diferentes países, principalmente de Terceiro Mundo, têm interpretado e adaptado a influência estrangeira. (Moreira, 1995: 210 – 211).

Na busca da superação das “grades” curriculares, é importante discutir a flexibilização do currículo como forma de possibilitar a afirmação da cultura local como um dos elementos centrais na constituição de uma comunidade de aprendizagem, na qual o objetivo da ação educativa é a aprendizagem sobre a vida, tendo a participação dos alunos no planejamento, execução e avaliação das ações desenvolvidas e, tudo isto, com a participação de toda a comunidade

escolar. Lembrando que a busca do desenvolvimento de uma cultura nacional não implica em resistir à produção dos outros países, desconsiderá-la, mas, em primeiro lugar, construir um Projeto de Nação que nos dê orientações sobre que sujeitos queremos formar, para qual Nação.

A escola, em vez de preservar uma tradição monocultural, está sendo chamada a lidar com a pluralidade de culturas, reconhecer os diferentes sujeitos socioculturais presentes em seu contexto, abrir espaço para a manifestação e valorização das diferenças. Ela sempre teve dificuldade em lidar com as diferenças, tendendo a silênciá-las e neutralizá-las. No entanto, abrir espaços para a diversidade, a diferença e para o cruzamento de culturas, constitui um dos grandes desafios que a escola está sendo chamada a enfrentar, particularmente no campo curricular.

Convém lembrar que o desafio que a escola está sendo chamada a enfrentar, não é apenas cultural, pois existem questões sociais mais amplas que merecem ser enfrentadas ou superadas, como, por exemplo: saúde, trabalho, violência, desigualdade social, miséria, avanços da ciência e tecnologia, direitos humanos, devastação do meio ambiente, etc.

É importante lembrar que todos estes desafios, que a escola está sendo chamada a enfrentar, não podem ser obtidos simplesmente através do acesso ao currículo hegemônico existente. Depende de uma modificação substancial do currículo existente.

Nesta modificação, considero tal qual encaminhamento proposto por Freire, que as experiências vividas pelos alunos, suas formas de expressão, sua criatividade, devem ser valorizadas, pois, na maioria das vezes, o que acontece em nossas escolas é que os alunos, desde muito cedo, aprendem que suas dúvidas são sempre bobagens e que suas necessidades físicas, intelectuais, emocionais, devem estar de acordo com a vontade dos professores, direção e pais.

O projeto de uma escola, de repensar o currículo, não nasce pronto. É, muitas vezes, o ponto de chegada de um processo que se inicia com um pequeno

grupo de professores, com algumas propostas simples, e que se amplia, aos poucos, ganhando consistência.

De acordo com Setubal (1998) *et al.* rever o currículo que se quer instalar na escola, como uma reflexão conjunta dos educadores sobre fatores externos e internos que condicionam a seleção e organização dos conteúdos escolares, tendo como pano de fundo as grandes questões sociais contemporâneas, não tem sido uma prática comum em nossas escolas, as quais estão acostumadas a receber e seguir programações e orientações prontas, elaboradas por técnicos dos órgãos oficiais ou mesmo por autores de livros didáticos, aspecto abordado nos resultados e conclusões desta pesquisa.

O distanciamento instalado entre planejar e executar, entre refletir e agir, tem favorecido a mecanização e a repetição indefinida de ações que acabam por se tornar sem sentido no trabalho escolar. Além disso, a maioria dos cursos oferecidos aos professores costumam limitar-se ao tratamento de alguns conteúdos e procedimentos, relativos a certos aspectos de alguns componentes curriculares específicos, sem atingir uma perspectiva de conjunto para o ensino, não favorecendo as discussões curriculares.

2.2.1 Os Temas e o Currículo

Freire propõe uma nova relação entre currículo e comunidade escolar. Sua análise leva em consideração, na programação e no planejamento didático-pedagógico, uma configuração curricular baseada em temas, os quais são os objetos de estudo a serem compreendidos no processo educacional.

De acordo com Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), o aspecto mais significativo da proposta de Freire é a proposição que ele faz quanto ao currículo escolar. A estruturação das atividades educativas, incluindo a seleção de conteúdos, rompe com o tradicional paradigma curricular, baseado na abordagem conceitual.

Para responder o questionamento, feito por muitos educadores, de quais conteúdos estarão ou não na programação de uma disciplina, a estruturação da programação segundo a abordagem temática, pode ser um dos critérios que ajudarão a equipe de professores a selecionar quais conhecimentos precisam ser abordados na escola. Assim, a identificação dos **temas** e não os conceitos serão o ponto de partida para a elaboração de um programa.

Na obra Pedagogia do Oprimido, Freire (1987) descreve e analisa as **cinco etapas** envolvidas no **processo de investigação temática**, que estão em constante interação e se auto-alimentam. Na **primeira etapa (levantamento preliminar),** faz-se o levantamento preliminar das condições locais em que vivem os alunos e seus familiares. Esta etapa constitui um recolhimento de dados, como, por exemplo, documentos obtidos em instituições governamentais e sociais e também devem ser realizadas entrevistas com pais, alunos, funcionários, professores e representantes da comunidade investigada. Na **segunda etapa (codificação)** é feita a escolha de situações que sintetizam contradições a serem compreendidas por professores e alunos. Ela inicia quando os investigadores com os dados recolhidos na primeira etapa, chegam à apreensão de um conjunto de contradições. A **terceira etapa** é chamada de **círculo de investigação temática**, a qual deve ocorrer com a participação dos alunos, pais e representantes da localidade. Assim, ocorre a confirmação das situações que podem vir a ser temas geradores. Na verdade, as situações escolhidas são apostas ou hipóteses, que os educadores/investigadores fazem com base nos dados obtidos e analisados nas etapas anteriores. A confirmação de que são ou não significativas às situações, é feita nesses círculos de investigação. Na **quarta etapa**, com os resultados que vão sendo obtidos, realiza-se a **redução temática**, que consiste na elaboração do programa e planejamento de ensino, ou seja, um estudo sistemático e interdisciplinar dos educadores/investigadores. Preparada toda a temática, a equipe de educadores está apta a devolvê-la ao povo, como problemas a serem decifrados, jamais como conteúdos a serem depositados. Esta é a **quinta etapa,** aquela que ocorre em sala de aula.

2.3 Aproximação entre Freire e o movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade

Conforme destacado anteriormente, no início deste século XXI, estamos diante de marcantes desafios a serem enfrentados, de problemas não resolvidos, vinculados à sociedade industrial. Enfim, estamos vivendo em um momento histórico em que a humanidade parece contemplar um aumento das desigualdades sociais, da miséria, dos conflitos, do desemprego e da degradação ambiental. A impressão que se tem é que só resta adaptar-se. Seria isso o que vem se chamando de nova ordem mundial? Haveria outras saídas? Se a resposta a essa pergunta for negativa, estamos diante de uma crise maior: a total ausência de perspectivas de reversão do atual quadro. Todavia, se a resposta for afirmativa e se é verdade que a escola tem papel fundamental na constituição da sociedade, então essa escola terá que deixar de ser mero cenário burocrático na vida dos alunos e passar a ser um ambiente de formação para a autonomia, para se buscar saídas, e não para formatá-los de acordo com o mercado. Essas questões dizem respeito também a nós professores, pois, antes de tudo, somos educadores e fazemos, com nossas ações e omissões, parte da constituição subjetiva dos nossos alunos. Caberia colocar algumas questões amplas como: que cidadãos[4] queremos formar e para qual sociedade? E, em seguida, como as Ciências/Física podem contribuir para tais objetivos?

Ao refletir sobre que tipo de cidadãos pretendemos formar, pelo menos duas concepções existem: uma mais voltada para formar um cidadão que possa compreender como a Ciência e Tecnologia tem influenciado o comportamento humano e desenvolver atitudes críticas, conscientes e comprometidas com o bem-estar social e coletivo e outra mais voltada para preparar homens e mulheres que

[4] No decorrer desta pesquisa, sempre que fizer referência a palavra cidadão, estarei referindo-me a um conjunto de direitos e liberdades políticas, sociais e econômicas, não se limitando a "usuário", "consumidor", "comprador", tendo o direito e o dever de tomar decisões responsáveis sobre as questões que envolvam a sua vida e da sua sociedade e atuar na solução destas questões.

se limitem ao uso da produção de novas tecnologias, contribuindo para manter o processo de dominação do homem e da mulher pelos ideais de lucro.

Assim como Machado (2002), concordo que a concepção de cidadania deve transcender o estatuto dos direitos humanos. Para mim, cidadania é possibilitar à população, tanto em casa, como no trabalho, a participação ativa na sociedade, assumindo responsabilidades e buscando a solução de problemas, visando o bem estar não apenas individual, mas, pensando no coletivo. A população deve estar ciente de seu crescimento junto aos riscos e encargos que assume.

De acordo com Milton Santos (2000), o consumismo é o grande produtor ou encorajador dos imobilismos. Consumo e competitividade exarcebados levam a redução da visão de mundo e da personalidade, fazendo com que esqueçamos da figura do cidadão e que continuemos contribuindo para manter o processo de dominação, formando pessoas no modelo capitalista atual, consumindo cada vez mais e sem pensar no reflexo deste consumo sobre o ambiente e a qualidade de vida da população.

Tendo em vista a busca de novos horizontes, contribuindo para a formação deste cidadão, sinalizando para um ensino de ciências inserido numa concepção transformadora da educação, entendo que as aproximações entre pressupostos do educador brasileiro Paulo Freire e referenciais ligados ao movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade podem muito contribuir para isso.

Segundo Auler e Delizoicov (2005), a busca de participação, de democratização nas decisões em temas/problemas sociais que envolvam ciência e tecnologia, defendida pelo movimento CTS, contém elementos comuns aos adotados por Paulo Freire (1987), quando este, referindo-se à educação, aponta para além do “simples treinamento de competências e habilidades”. A “dimensão ética”, “a crença na vocação ontológica do ser humano em ser mais”, sendo sujeito histórico e não objeto, conferem ao seu projeto político-pedagógico, uma perspectiva de “reinvenção” da sociedade, processo no qual emerge a participação daqueles que encontram-se imersos na “cultura do silêncio”,

submetidos a condição de objetos e não de seres históricos e transformadores do mundo em que vivem.

Concordo que, para ocorrer uma leitura crítica da realidade (Freire, 1987), torna-se cada vez mais importante, uma compreensão crítica sobre as interações entre CTS, considerando que a dinâmica social contemporânea está fortemente condicionada pela ciência e tecnologia. De acordo com Auler (2005), este aspecto é o ponto central de uma possível aproximação entre o referencial freiriano e o enfoque CTS, contribuindo, na educação em ciências, para a transformação da "cultura do silêncio" na cultura da participação em processos decisórios envolvendo temáticas contemporâneas vinculadas à Ciência e Tecnologia.

O enfoque CTS preconiza que as decisões que envolvem a Ciência e a Tecnologia não devem ser tomadas apenas por cientistas e técnicos de portas fechadas. Os defensores deste movimento consideram que a população em geral deve ter condições de participar de debates abertos e bem informados. Paulo Freire, com seu fazer educacional, também contribui neste sentido, quando critica a educação "bancária" e coloca que os educandos não devem ser considerados como folhas em branco e nem recipientes dóceis de depósitos, eles devem participar. Portanto, a busca de uma cultura de participação em detrimento da "cultura do silêncio" é objeto de reflexão não apenas freiriano, como também do movimento CTS, sendo esta mais uma aproximação presente nos dois referenciais.

Ao questionar a realidade percebida de forma ingênua e mágica, entendo que o viés freiriano com o processo dialógico e problematizador, juntamente com a alfabetização científica e tecnológica na "perspectiva ampliada" [5] (Auler & Delizoicov, 2001) poderão contribuir para a formação de um cidadão que possa compreender como a ciência e a tecnologia têm influenciado o comportamento humano e desenvolver atitudes críticas, conscientes e comprometidas com o bem estar coletivo, realizando a "leitura de mundo" proposta por Freire. Somente

[5] Perspectiva em que o trabalho com os conceitos vem acompanhado de uma compreensão crítica das interações entre CTS.

assim, o papel da escola será de promoção da emancipação e da participação, em oposição a uma escola domesticadora.

2.4 A abordagem de temas/problemas de relevância social com enfoque CTS

Cabe-se destacar que, segundo Auler (2002), emergem, no ensino de Ciências/Física, várias tentativas de superar o ensino meramente disciplinar, conceitual e propedêutico, contemplando alguns dos aspectos discutidos no item anterior, dentre as quais se podem destacar: Temas Sociais (Santos, 1992), Assuntos Críticos (Waks, 1994), Equipamentos Geradores (Bastos, 1990), Situações-Problema (Cachapuz, 1999), Aprendizagem Centrada em Eventos (Zylberstajn, 1994 e Souza Cruz, 2001), Abordagem Temática (Angotti e Delizoicov (1991), Ensino de Ciências a Partir de Problemas da Comunidade (Pernambuco, 1981), Módulos de Ensino Relacionados à CTS (Souza Barros, 1989), Situações de Estudo (Auth, 2002). Alguns destes trabalhos são brevemente discutidos no contexto desta dissertação.

O educador Paulo Freire, em seu fazer educacional, sempre destacou a importância da dialogicidade. Segundo ele, o diálogo entre educador e educando é o aspecto fundamental para a problematização de situações reais vividas pelo educando. Coerente com esta afirmação passou a criticar a educação que denominou de bancária, onde os conteúdos são depositados na cabeça dos alunos, como se esta estivesse vazia e fosse um vasilhame vazio a ser preenchido, praticando e postulando uma educação problematizadora, com um ensino baseado em temas.

Snyders, referindo-se ao ensino baseado em temas, assim como Freire, afirma:

> Naturalmente, o conteúdo não será caricaturizado sob a forma de alguns enunciados, alguns resultados, por muito exatos que sejam, que terão que ser engolidos como pastilhas... É ambição de nossa pedagogia que os alunos tenham acesso a conteúdos verdadeiros e que, ao mesmo tempo, os interessem e sejam sentidos como um auxílio no seu esforço para viverem e para conhecerem. E, então, o professor há de parecer-lhes também uma

> instância auxiliadora e não uma potência hostil... (Snyders apud Delizoicov et al., 2002: 191).

Segundo Snyders, os temas significativos devem envolver contradições sociais e proporcionar a renovação dos conteúdos do programa de uma escola. Segundo Delizoicov *et al.* (2002), Snyders enfatiza dois critérios para definição dos temas pelos professores: um refere-se ao "fascínio" dos jovens pelos aspectos da tecnologia, o outro trata da importância de discutir o problema do balanço benefício-malefício da produção científico-tecnológica, aspecto denominado, em alguns contextos, de enfoque Ciência - Tecnologia - Sociedade (CTS).

Segundo Delizoicov *et al.* (2002), Freire e Snyders, propõem um ensino baseado em temas, onde estes são objetos de estudo a serem compreendidos no processo educacional, superando o tradicional modelo curricular baseado na abordagem conceitual.

Para Delizoicov *et. al.*, a abordagem temática constitui-se em:

> Perspectiva curricular cuja lógica de organização é estruturada com base em temas com os quais são selecionados os conteúdos de ensino das disciplinas. Nessa abordagem, a conceituação científica da programação é subordinada ao tema (Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2002: 189).

A abordagem conceitual é vista por Delizoicov *et. al*. como:

> Perspectiva curricular cuja lógica de organização é estruturada pelos conceitos científicos, com base nos quais se selecionam os conteúdos de ensino (Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2002: 190).

Cachapuz (1999), diz que, numa educação para a cidadania, deve-se ir além dos objetivos centrados nos conteúdos, uma posição que é também compartilhada pelo *Grupo de Estudos Temáticos em Ciência-Tecnologia-Sociedade.*

Santos, referindo-se a uma revisão bibliográfica sobre o enfoque CTS, enfatiza:

> A inclusão de temas sociais é recomendada por todos os artigos revisados, sendo justificada pelo fato de eles evidenciarem as inter-relações entre os aspectos da ciência, tecnologia e sociedade e propiciarem as condições para o

> desenvolvimento nos alunos de atitudes de tomada de decisão. (Santos, 1992: 139).

Para o *Grupo de Estudos Temáticos em Ciência-Tecnologia-Sociedade*, os temas/problemas sociais “carregam” para o “mundo da escola” a complexidade[6] do mundo real, fazendo com que o aluno vivencie de forma crítica e consciente os processos de tomada de decisão para compreensão e solução de problemas reais, ou seja, os temas/problemas sociais favorecem a compreensão sobre as interações entre CTS.

A estruturação curricular, baseada na abordagem de problemas de relevância social com enfoque CTS, inclui situações significativas para os alunos, ao contrário do que ocorre geralmente numa estrutura curricular baseada numa abordagem tradicional. Assim, por exemplo, se os alunos têm algo a dizer como ponto de partida, sobre a sua bicicleta, sobre a poluição do rio que passa no seu bairro, etc., características que têm permeado o trabalho do *Grupo de Estudos Temáticos em Ciência-Tecnologia-Sociedade,* é pouco provável que se expressem com grande desempenho, respectivamente, sobre: velocidade angular média, aceleração centrípeta, energia - que são conhecimentos dos professores de Ciências/Física.

A abordagem de problemas de relevância social é também uma alternativa ao ensino propedêutico. O ensino propedêutico visa preparar os alunos para exames futuros, como o vestibular, preparar futuros cientistas e "cidadãos do futuro". Naquela abordagem, busca-se a compreensão dos problemas reais da sociedade em que o aluno está inserido, estimulando-o no presente a participar, não deixando tudo para o futuro.

Segundo o Movimento de Reorientação Curricular do Município de São Paulo (1992), o tema constitui o ponto de encontro das disciplinas. Entendemos que para compreender a realidade social complexa, precisamos de vários campos

[6] É importante destacar que esta complexidade não é abarcável apenas com as ciências naturais.

de conhecimento. O encaminhamento dado pelo *Grupo de Estudos Temáticos em Ciência-Tecnologia-Sociedade* aproxima-se daquele descrito pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNEM) e é caracterizado por cada professor contribuindo com o seu campo de conhecimento para a compreensão dos temas socialmente relevantes. Para o grupo, o importante é criar situações que permitam que pessoas de formações distintas participem, de forma coletiva, na busca de alternativas para o atual cenário educacional. Dentro deste contexto, cabe destacar a visão de interdisciplinaridade apontada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNEM):

> Na perspectiva escolar, a interdisciplinaridade não tem a pretensão de criar novas disciplinas ou saberes, mas de utilizar os conhecimentos de várias para resolver um problema concreto ou compreender um determinado fenômeno sob diferentes pontos de vista. Em suma, a interdisciplinaridade tem uma função instrumental. Trata-se de recorrer a um saber diretamente útil e utilizável para responder às questões e aos problemas sociais contemporâneos. (PCNEM, Ensino Médio, Parte I: 23).

Com os pressupostos, apresentados anteriormente, o GETCTS tem elaborado, desenvolvido e avaliado a implementação de temas/problemas de relevância social.

A dinâmica metodológica utilizada pelo grupo, para estruturação e desenvolvimento dos temas, é baseada nos três momentos pedagógicos (Demétrio Delizoicov e José André P. Angotti, 1991) [7].

---

[7] **Problematização Inicial:** apresentam-se questões ou situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas. Neste momento, os alunos são desafiados a expor o que estão pensando sobre as situações, para o professor ir conhecendo o que eles pensam. Segundo os autores, a finalidade desse momento é propiciar um distanciamento crítico do aluno ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão e fazer com que ele sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém.
Organização do Conhecimento: nesse momento, sob a orientação do professor, os conhecimentos necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são estudados.
Aplicação do Conhecimento: de acordo com os autores, este momento destina-se a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo, como outras que embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento.

Os temas elaborados e desenvolvidos ou em desenvolvimento são os seguintes: Poluição do Arroio Cadena - Santa Maria/RS; “Consumo” de energia: Transporte Particular x Coletivo; A bicicleta como meio de locomoção: Mobilidade Sustentável; Modelos de Transporte: implicações sócio-ambientais; O apagão: falta de energia elétrica em Santa Maria e no Brasil.

Estes temas foram desenvolvidos majoritariamente em turmas do Ensino Médio, havendo implementações em turmas de Ensino Fundamental e Educação de Jovens e Adultos (EJA). Estas implementações ocorreram em escolas de Santa Maria/RS, Candelária/RS, Dona Francisca/RS e São Pedro do Sul/RS.

O referido grupo é formado, em 2005, por professores de Física, alunos de iniciação científica, alunos do Curso de Graduação em Física, alunos de Mestrado e um professor da Universidade Federal de Santa Maria.

2.5 A EJA e a busca se currículos sensíveis à temas sociais marcados pela componente científico-tecnológica

Há um intenso movimento de jovens e adultos voltando à sala de aula. Aqueles que não tiveram oportunidade de estudar na idade considerada apropriada, ou que por algum motivo abandonaram a escola antes de terminar a educação básica, estão procurando as instituições escolares para terminar seus estudos.

De acordo com a revista Nova Escola (novembro/2003), são mais de 65 milhões de jovens e adultos que não concluíram a educação básica. Desses, 30 milhões não freqüentaram nem os quatro primeiros anos escolares. Cerca de 16 milhões não sabem ler e nem escrever um simples bilhete. Ao analisar estes dados, fica claro que acabar com o analfabetismo e melhorar a taxa de escolaridade dos brasileiros é uma das prioridades do cenário da educação nacional.

Ao incentivar a volta do aluno para a escola, é preciso garantir que ele não volte a abandoná-la. Mesmo crescendo as matrículas, a evasão tem

preocupado, pois, de acordo com a mesma revista, menos de 30% concluem os cursos.

Considero que as altas taxas de evasão estejam relacionadas ao uso de material inadequado para a faixa etária, nos conteúdos sem significado, nas metodologias utilizadas por professores despreparados para trabalhar com esta modalidade de educação e em horários de aula que não respeitam a rotina de quem estuda e trabalha.

Na EJA, continuar vendo nossos educandos, como se entrassem na escola feito folhas em branco, é um problema muito grave. Eles já trazem, em suas bagagens, concepções sobre o mundo que os cerca. Não cabe mais nas configurações curriculares, deixar o “mundo da vida” fora das salas de aulas. A significação dos conteúdos é uma necessidade e considerar o conhecimento que estes alunos trazem, acredito ser fundamental para quem trabalha com esta educação.

De acordo com Freire (1987), negar os saberes de experiência feitos, como ponto de partida, como objeto de problematização, provoca o erro epistemológico. O grande equívoco que muitos educadores cometem, é querer encher a cabeça dos educandos com conhecimentos prontos, acabados, como verdades inquestionáveis, não os chamando a pensar, a fazer uma leitura de seu mundo vivido. Apresentam a realidade como algo já feito, acabado, ao qual basta se adaptar e não transformar. Ao invés de propor aos alunos que se apropriem do conhecimento como cidadãos críticos, conscientes e transformadores, propoê-se apenas a “recepção passiva de um conhecimento empacotado”.

Quando trabalhei com a EJA, em 2004, vivenciei muitas dificuldades, entre elas, a rotulação dos alunos como incapazes de aprender, ou seja, a síndrome do “coitadismo”. Não me conformava com isto e muitas vezes cheguei a discutir com alguns colegas a este respeito. Entendo que nos falta formação inicial para trabalharmos com estes alunos, mas, menosprezar suas capacidades é “pedir” para que nossos alunos abandonem a escola.

A baixa auto-estima, a pouca participação, os atrasos e faltas são constantes em muitas turmas de alunos da EJA. Isto faz com que muitos educadores estejam começando a perceber que o que fazem com o ensino regular, não pode ser feito com a EJA. Perder um aluno de EJA é muito fácil. É preciso que as aulas, acima de tudo, tenham significado e utilidade para este aluno, não uma utilidade futura, conforme já referido anteriormente. No ensino regular, temos muitos casos em que o aluno permanece na escola, porque seus pais o obrigam. Na EJA, estes alunos já são adultos, na maioria das vezes independentes e a escola precisa ser alegre e prazerosa, pois, os pais não estarão mantendo seus filhos lá por obrigação. Conforme já destacado, não estou dizendo que apenas a EJA tem que ser alegre (Snyders) e prazerosa (Freire). Acredito ser possível tornar as aulas interessantes para todos os níveis de ensino.

Quando penso na formação de um cidadão crítico, reflexivo e transformador, considero que temos que superar na EJA, o fato de ela ser considerada apenas como treinamento ou qualificação para o mercado de trabalho. A representação da educação como forma de ascensão social precisa ser refletido por todos nós, considerando a enorme quantidade de pessoas que, hoje, estão sem trabalho, mesmo com alta escolaridade.

As ações na EJA ainda estão muito isoladas e a organização do trabalho pedagógico muito dispersa, sendo um dos motivos a falta de formação dos educadores. A EJA tem um enorme potencial, com sua flexibilidade curricular, com profissionais crescentemente conscientes da necessidade da mudança e em busca de diminuir a evasão provocada pela falta de preparação, pelos conteúdos vazios de significado, etc. Transformações nesta modalidade poderão desembocar em transformações na educação em geral e assim na sociedade em que vivemos.

No capítulo seguinte, descrevo o encaminhamento teórico-metodológico dado à pesquisa, a qual se situa no âmbito de um curso de 40 horas, bem como seus desdobramentos, desenvolvido com professores atuantes na EJA. Neste, também apresento e discuto os resultados da investigação.

Capítulo 3. ENCAMINHAMENTO TEÓRICO-METODOLÓGICO DA PESQUISA E OS RESULTADOS

Neste capítulo, além de apresentar o problema de investigação e os objetivos, especifico o espaço no qual a pesquisa foi desenvolvida, os sujeitos que dela participaram, a metodologia e os instrumentos utilizados para a obtenção de informações. Também apresento e discuto os resultados da pesquisa.

3.1 Caracterização do Espaço e dos Sujeitos da Pesquisa

A presente pesquisa foi desenvolvida junto ao Centro de Educação (CE) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), envolvendo 24 professores de química, física, biologia e ciências atuantes na EJA (Ensino Médio e etapa equivalente à oitava série) de 14 escolas participantes do curso[8] de 40 horas, vinculadas à 8ª Coordenadoria Regional de Educação (CRE) e à Secretaria Municipal de Educação (SMED) – Santa Maria. O referido curso foi ministrado pelo GETCTS.

Os objetivos deste curso foram:

- Desenvolver e discutir dois temas sob a forma de exemplares;
- Discutir pressupostos da abordagem temática e do movimento CTS;
- Obter critérios que subsidiem a problematização de compreensões, sobre interações entre CTS, sustentadas por professores;
- Orientar os professores para o desenvolvimento de uma prática pedagógica docente junto aos seus alunos a respeito das interações entre CTS;
- Iniciar o processo de investigação de temas a serem estruturados e implementados em turmas de alunos.

[8] Este curso insere-se num projeto mais amplo, de caráter interinstitucional, UFSM/UFSC, aprovado e financiado pelo CNPq, Edital Universal – 2003.

A procura pelo curso foi grande, houve mais candidatos do que vagas. As vagas propostas inicialmente eram 20. Assim, tivemos que utilizar alguns critérios de seleção, como, por exemplo, que houvesse a participação de mais de um professor por escola, de disciplinas distintas.

Este critério foi utilizado pelo fato de entendermos que, para uma melhor compreensão de um tema, existe a necessidade do aporte de vários campos de conhecimento. Um dos limites que o nosso grupo (GETCTS) enfrenta é a composição, até o momento, exclusiva de pessoas com formação em Física. Consideramos que não apenas as Ciências Naturais devem estar presentes na discussão de um tema, outras disciplinas também devem contribuir.

Durante o curso, foram trabalhados dois temas. O primeiro, trabalhado na forma de exemplar, foi a Poluição do Ar (Delizoicov *et al*, 2001:206). O segundo tema trabalhado com os professores, Modelos de Transporte: Implicações Sócio-Ambientais, o qual se encontra no anexo I, foi elaborado pelo grupo, já tendo sido incorporados elementos locais. No decorrer do curso, os professores iniciaram a investigação de novos temas, processo pautado pela investigação temática proposta por Freire (1987).

3.2 Problema de Investigação e Objetivos

Conforme discutido no capítulo 1, o atual processo de ensino/aprendizagem de Ciências/Física tem apresentado limitações e/ou problemas a serem enfrentados, dentre os quais foi destacado: a fragmentação, ou seja, o enfoque unicamente disciplinar; a desmotivação dos alunos; a desvinculação entre o "mundo da escola" e o "mundo da vida"; o ensino propedêutico; a falta de consideração pela complexidade do mundo real; a concepção de Ciência-Tecnologia neutras e, possivelmente vinculado a todos estes aspectos, um baixo nível de aprendizagem, assim como limites à formação de uma cultura de participação.

Também, conforme já destacado, o *Grupo de Estudos Temáticos em Ciência-Tecnologia-Sociedade* (GETCTS) entende que para enfrentar estas limitações/problemas, é necessário "mexer" no currículo. Neste sentido, os encaminhamentos curriculares estão balizados por determinados pressupostos, resultantes de uma aproximação Freire-movimento CTS. Assim, propõe iniciar por intervenções curriculares pontuais nas instituições escolares e na formação de professores, utilizando a abordagem temática. No ano de 2003, o GETCTS começou a implementar suas temáticas de forma mais sistemática e um dos maiores desafios a serem enfrentados, foi e continua sendo, a concepção, aceita sem questionamentos, que atribui como central a necessidade de “vencer todos os conteúdos” associados ao vestibular e ao Peies.

Assumindo a flexibilidade curricular, inclusive facultada pelos textos legais, que a EJA (Educação de Jovens e Adultos) proporciona, conforme já referido, desde abril do ano em curso, o GETCTS tem direcionado seus esforços para o âmbito da EJA. Neste sentido, foi realizado um curso destinado a professores atuantes na Educação de Jovens e Adultos (EJA - Ensino Médio e etapa correspondente à oitava série) de escolas vinculadas a 8ª Coordenadoria Regional de Educação/Santa Maria e Secretaria Municipal de Educação/Santa Maria.

Neste contexto, surge o problema de investigação: Quais os possíveis desafios a serem enfrentados/investigados quando se buscam configurações curriculares que contemplem o enfoque CTS através da abordagem de problemas de relevância social junto a EJA?

Os objetivos de minha pesquisa são:

- Identificar e discutir posicionamentos de professores da EJA quanto à utilização de temas/problemas de relevância social em suas aulas;
- Identificar e discutir estrangulamentos a serem enfrentados nas instituições escolares;

A busca de currículos sensíveis ao entorno, de uma nova relação entre conhecimento e sociedade, no âmbito da EJA, demanda investigação,

particularmente quando balizadas por uma teorização resultante da aproximação Freire-CTS, considerando a variedade das questões envolvidas e a escassez de pesquisas a respeito do assunto.

Assim, nesta pesquisa, busquei uma investigação geral e preliminar, destinada mais ao levantamento e discussão de problemas, de desafios, do que à discussão, em profundidade, de uma ou outra dentre as muitas questões relevantes.

3.3 Encaminhamento metodológico

A presente pesquisa fundamenta-se, essencialmente, numa abordagem de cunho qualitativo, cujo conceito, segundo Martins (2004) envolve um conjunto de características, das quais destaco:

- A descrição constitui importância significativa no desenvolvimento da pesquisa qualitativa;
- As descrições podem ser emotivas, mas nunca serão certas ou erradas;
- Uma teorização dedutiva está excluída das análises qualitativas;
- Na pesquisa qualitativa não se pode insistir em procedimentos sistemáticos que possam ser previstos, “em passos ou sucessões como uma escada em direção a generalização”.

Para a obtenção das informações (“coleta de dados”) necessárias à realização desta pesquisa, utilizei os seguintes instrumentos: registros escritos, sob a forma de diários, adaptados de Pórlan e Martín (1997), questionários e entrevistas.

A realização da pesquisa ocorreu em duas etapas. Na primeira, utilizei os Diários e o questionário. Na segunda, as entrevistas semi-estruturadas.

Os registros escritos (Diários do Pesquisador) que, de acordo com Pórlan & Martín (1997), são um recurso metodológico cuja utilização periódica permite refletir o ponto de vista do autor sobre os processos mais significativos da

dinâmica em que está inserido, foram utilizados por mim, durante o curso de 40 horas, bem como em seus desdobramentos.

O questionário (Anexo III), foi respondido por um conjunto de 19 professores, caracterizados no Anexo II, ao final do curso de 40 horas. Buscou-se detectar quais são, em sua compreensão, os obstáculos iniciais a esta dinâmica de trabalho.

Ao final desta primeira etapa, a análise dos elementos presentes nos registros escritos e no questionário, permitiu identificar quatro categorias preliminares, as quais expressam desafios a serem enfrentados/investigados: a) superação do reducionismo metodológico, ou seja, ao professor atribui-se o papel de "vencer programas"; b) o trabalho interdisciplinar; c) suposta resistência dos alunos à abordagem temática; e d) desenvolvimento de temas polêmicos que envolvem conflitos/contradições locais.

Tais categorias decorrem da recorrência de idéias, práticas e posturas registradas nos diários e reafirmadas no questionário.

No segundo semestre de 2005, vinculado ao desdobramento do curso, houve, de um lado, um intenso processo de investigação e estruturação de novos temas[9]. De outro, houve implementações parciais em 2005, estando previstas várias implementações para 2006.

Neste sentido, a segunda etapa da pesquisa, na qual utilizei a entrevista semi-estruturada, foi realizada após estas implementações parciais nas escolas, caracterizadas no anexo V. Esta entrevista (Anexo IV) foi elaborada a partir de elementos, de falas presentes nos Diários e no questionário, buscando avaliar a pertinência das quatro categorias preliminares, assim como melhor fundamentá-las e também aprofundar aspectos, que mesmo não se constituindo em categorias, demandavam maiores investigações, como por exemplo, os itens 5.3 e

[9] Em alguns dias da semana, o GETCTS esteve disponível para auxiliar estes professores na elaboração das temáticas. Muitas vezes, a presença do grupo deu-se nas escolas, auxiliando não apenas os professores participantes do curso, como também os grupos de professores que se formaram nas escolas a partir do curso, onde os diários serviram de instrumento para obtenção de informações.

5.4 do Anexo IV, temas: não conteúdos e alunos da EJA: conhecimento precário, respectivamente.

Cabe também destacar, que o item 5.2 do Anexo IV, foi proposto na perspectiva de aprofundar a disponibilidade dos professores para o trabalho interdisciplinar.

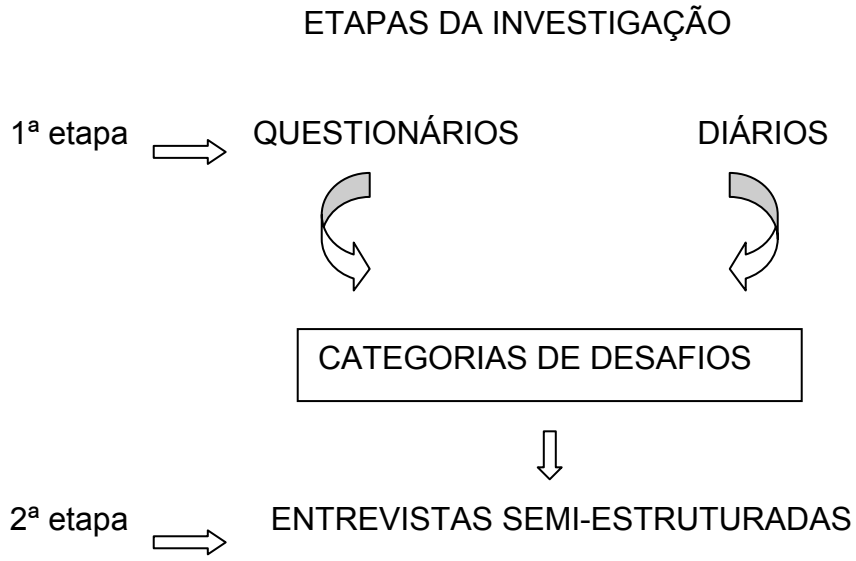
De acordo com Triviños (1987), a entrevista semi-estruturada é um dos principais meios que tem o investigador para realizar a “coleta de dados”. Ela propicia uma relação mais flexível entre o entrevistador e o entrevistado, suscitando assim, um maior numero de informações sobre a problemática em discussão.

Os critérios usados para a definição do conjunto dos professores, num total de nove (Anexo V), que participaram desta etapa foram:

- Ter participado do curso de 40 horas e de seus desdobramentos;
- Ter feito algum tipo de implementação;
- Um professor representante por escola, definido segundo a disponibilidade dos mesmos.

Estas entrevistas, com o consentimento do professor, foram gravadas e posteriormente transcritas.

O esquema, apresentado em seguida, sintetiza as duas etapas da pesquisa:



3.4 Análise dos resultados da utilização dos instrumentos usados para a obtenção de informações

Conforme destacado anteriormente, o questionário respondido pelos professores (Anexo III), bem como os Diários, forneceram elementos que foram objeto de análise, resultando quatro categorias de desafios a serem enfrentados/investigados. Para aprofundar tais categorias, utilizou-se uma entrevista semi-estruturada (Anexo IV).

3.4.1 As categorias

a) Superação do reducionismo metodológico

Conforme já referido, de acordo com Setubal *et al.* (1998), rever o currículo que se quer instalar na escola, como uma reflexão conjunta dos educadores sobre fatores externos e internos que condicionam a seleção e organização dos conteúdos escolares, tendo como pano de fundo as grandes questões sociais contemporâneas, não tem sido uma prática comum em nossas escolas, as quais estão acostumadas a receber e seguir programações e orientações prontas, elaboradas por técnicos dos órgãos oficiais ou mesmo por autores de livros didáticos.

O currículo não se apresenta de forma explícita para muitos professores e até mesmo para a escola. Para alguns professores, parece nem existir, uma vez que sabem, no máximo, da listagem presente na grade curricular. Durante a realização do curso de 40 horas e após o mesmo, durante os encontros com as escolas, muitos professores demonstraram este aspecto de incompreensão e ausência de fundamentação a respeito de currículo, quando enfatizaram que a mudança era apenas de caráter **metodológico**, referindo-se a dinâmica de trabalho pautada pela abordagem de problemas de relevância social:

> "Temos que estar em busca constante de novas metodologias". (Professor 16)

Aprofundando este aspecto na entrevista (Anexo IV, item 5.5.1), relativamente à questionamento sobre as principais mudanças que ocorrem quando trabalhamos com a abordagem temática, um professor manifestou:

> "Eu não vejo porque mudar a escola entende. Eu acho que **tem que mudar a metodologia do professor** (grifo meu) e isso fazer com que o professor mude a maneira de avaliar este aluno, a maneira de trabalhar com ele". (Professor 15)

Contatos com esta escola, feitos por integrantes do GETCTS, além da análise dos instrumentos utilizados, permitiram avaliar que efetivamente já ocorreram algumas mudanças na mesma, as quais extrapolam o campo metodológico. Porém, o professor tem dificuldade em compreender que a mudança foi muito mais profunda do que apenas "novas metodologias".

Parece que a expressão "novas metodologias" transformou-se num chavão, num rótulo que, para os professores, abarca tudo o que ocorre na escola em termos de inovação. Ou seja, tudo que é novo acaba sendo tachado de "nova metodologia". Este é um caso exemplar de um professor que já faz mudanças no currículo, mas não tem clareza de que esta vai muito além do metodológico.

Indagados se a afirmação *"Estamos em busca constante de novas metodologias"*, presente no Anexo IV, item 5.5.3, expressava o que estes entendiam por abordagem temática, apareceram compreensões, reproduzidas em seguida, as quais são representativas do conjunto de professores entrevistados:

> "Bom, eu acho que a abordagem temática **lembra uma nova metodologia** (grifo meu). Porque para quem não conhecia direito como trabalhar com ela, vê uma diferença entre trabalhar com o método tradicional. Então a abordagem temática é coisa assim, que envolve mais as áreas, as disciplinas, mais interdisciplinar. Envolve também a questão, como vou dizer assim, me fugiu a palavra. Os alunos né, eles participam mais também, então se torna uma metodologia, com certeza eu acho que sim. Eu acho que era isso, a frase sintetiza". (Professor 5)

> "**Uma nova metodologia é, né** (grifo meu). É **um método novo** (grifo meu), que eu to só ouvindo falar nisso do ano passado pra cá". (Professor 1)

Constato que a maioria dos professores não compreendeu que a abordagem temática envolve uma mudança curricular. A questão metodológica expressa, sem muitos comentários, o que a maioria dos professores pensam sobre a abordagem temática. Dos nove (09) professores entrevistados, apenas para um deles fica claro que a mudança curricular deve acontecer. Quando questionado: Para você, quais as principais mudanças que ocorrem quando trabalhamos com a abordagem temática?, o mesmo respondeu:

> "Dependendo do tema que tu tem, tu vai buscar conhecimentos que não precisam ser numa seqüência". (Professor 12)

Quando questionado sobre como chamaria esta mudança e o que ela modificava, destacou:

> "Programática, a questão do programa, do currículo, que deixa de ter uma linearidade. Esquece um pouco à idéia de linearidade das ciências". (Professor 12)

Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), referindo-se ao aspecto acima mencionado, o reducionismo metodológico, enfatizam:

> O argumento da repetição sistemática dos conhecimentos para os diversos níveis de escolaridade e distintos níveis cognitivos ou do lema "devemos ensinar o que aprendemos, com metodologias mais inovadoras" é tão prejudicial á socialização do saber em ciência e tecnologia quanto à substituição dos conteúdos com uso monótono de uma metodologia, seja tradicional, seja inovadora. (Delizoicov et al., 2002: 274)

Também, neste sentido, Freire e Shor (1986) destacam:

> O educador libertador tem que estar atento para o fato de que a transformação não é uma questão de métodos e técnicas. Se a Educação libertadora fosse somente uma questão de métodos e técnicas, então o problema seria mudar algumas metodologias tradicionais por outras mais modernas. Mas não é esse

> o problema. A questão é o estabelecimento de uma relação diferente com o conhecimento e com a sociedade. (Freire e Shor, 1986: 87).

Assim, percebo que o distanciamento instalado entre planejar e executar, entre refletir e agir, tem favorecido a mecanização e a repetição indefinida de ações que acabam por se tornar sem sentido no trabalho escolar. Além disso, a maioria dos cursos oferecidos aos professores costumam limitar-se ao tratamento de alguns conteúdos e procedimentos, relativos a certos aspectos de alguns componentes curriculares específicos, sem atingir uma perspectiva de conjunto para o ensino, não favorecendo as discussões curriculares.

b) O trabalho interdisciplinar

De acordo com o Movimento de Reorientação Curricular do Município de São Paulo (1992), o trabalho coletivo é fundamental na ação pedagógica, tendo em vista uma discussão, reflexão e construção coletiva de trabalho. A organização da ação pedagógica deixa de ser uma agregação de falas isoladas para ser um conjunto de falas em torno de eixos comuns.

Na análise desta categoria, ficou evidente que os professores compreenderam a necessidade de superação do meramente disciplinar. Durante o curso, os mesmos avaliaram de forma positiva a integração com outros colegas, ou seja, a troca de experiências com outras disciplinas. No questionário respondido por eles, também pude constatar que o intercâmbio, com professores de outras disciplinas, foi assinalado como um dos aspectos positivos do curso, onde oito dos dezenove professores enfatizaram este aspecto. As manifestações a seguir estão representando as descrições do conjunto de professores:

> "Proporciona o encontro com profissionais de outras disciplinas, favorecendo a ampliação do conhecimento de cada educador presente no curso". (Professor 1)

> "Convívio com os colegas e troca de informações". (Professor 4)

> "... poder contar com a parceria dos colegas, continuar trocando experiências". (Professor 6)

Porém, constatei, nas falas de muitos professores, a consciência de que a busca de um trabalho interdisciplinar é um desafio a ser enfrentado. Os

professores assumem este problema, enfatizando a dificuldade em envolver os demais colegas da escola (resistência dos professores) e também a falta de tempo para planejar em conjunto. Quanto à resistência dos colegas, algumas manifestações, retiradas dos questionários respondidos pelos professores, (onde doze dos dezenove professores destacaram este aspecto), bem como dos diários, são esclarecedoras:

> "O problema maior está em conseguir colegas de outras disciplinas que se dispõe a trabalhar com temas". (Professor 1)
>
> "Associar o tema a outras disciplinas e necessitar assim, da contribuição de colegas de outras áreas, que queiram desenvolver esta dinâmica". (Professor 8)
>
> "Sensibilizar os demais professores para trabalhar com abordagem temática". (Professor 9)
>
> "O apoio do corpo docente será difícil de conseguir, pois esse modelo implica em mudanças na forma de ensinar e nem todos estão dispostos a colaborar". (Professor 10)

Cabe destacar que, do conjunto dos dezenove professores que responderam ao questionário, seis vincularam a dificuldade em envolver colegas, com a falta de tempo para planejamento. Neste sentido, a seguinte fala é representativa:

> "... falta de tempo que professores têm para planejar estas atividades, pois estas necessitam pesquisa". (Professor12)

Na entrevista semi-estruturada, ao aprofundar esta categoria, dos nove entrevistados, todos voltaram a destacar esta dificuldade. Porém, cinco vincularam a mesma à falta de tempo para planejamento. Constato que, na dificuldade em conseguir a adesão de colegas, foi reforçada a vinculação com a falta de tempo para planejamento, ou seja, o tempo para planejar é muito importante no trabalho do professor. Assim, ao perguntar sobre a resistência dos demais professores (Anexo IV, ítem 5.2), algumas falas esclarecem:

> "A minha escola vou te dizer né, a tal da quarta-feira que era para ser para reunião, no início a gente pensava assim, a gente reúne o pessoal da área e a gente discute e elabora qualquer coisa, mas não é assim. Todas as reuniões de quarta-feira têm um palestrante diferente, tá. Então, conversa assim, entre colegas **não tem tempo** (grifo meu). Se não for na quarta-feira, quando é que vai ser, durante a semana, cada um atende uma turma, não tem isso aí". (Professor 1)

> "É, sempre tem alguém resistindo, porque queira ou não, tu tem um trabalho a mais, porque tu tens que sentar, tu tem que **pesquisar muito mais** (grifo meu), tu tem que trabalhar muito mais. O método tradicional, tu tem o livro, abre o livrinho e segue normal". (Professor 11)

> "A resistência que você encontra no colega, é **falta de tempo de planejar** (grifo meu), sentar e planejar com este colega. Vontade eles teriam, eles falaram pra mim, professora, não tem problema nenhum, mas temos que sentar e planejar, você fala de uma metodologia que a gente não tem conhecimento...". (Professor 15)

Referindo-se ao tempo disponibilizado pelo Município para planejamento, o mesmo professor destacou:

> "Ele dá, mais aí vem toda aquela parte burocrática da escola. Aí vem reunião pedagógica, fala do aluno, fala dos avisos e aí sobra nada de tempo para estudo do professor". (Professor 15)

Significativas foram as manifestações no sentido de destacar que vontade os professores teriam. Contudo, um dos principais problemas consiste na falta de tempo. Ainda, segundo o mesmo professor:

> "É falta de tempo, que deveria ter mais tempo para o professor planejar". (Professor 15)

Sampaio (1998), comenta que um dos "entraves" muito freqüentemente encontrados nas escolas é a falta de condições objetivas para a realização de atividades de estudo e reflexão com o conjunto de professores, onde cada um, como dono de um pedaço, vai fazendo sua parte, sem grandes acertos ou conversas. Nesta tradição que separa e isola professores em suas classes e suas disciplinas, torna-se difícil estabelecer critérios comuns de decisão sobre o que ensinar.

O Movimento de Reorientação Curricular do Município de São Paulo (1992), diz que o trabalho coletivo não é uma tarefa fácil, mas é essencial à organização da ação pedagógica interdisciplinar, a qual será construída sobre diferentes formas de agir e pensar dos educadores.

Entendo que, nesta construção, o educador deve sentir-se parte do coletivo da escola, como pesquisador e investigador do seu próprio trabalho, não esquecendo da humildade, pois ele terá de conviver com outros colegas e reconhecer que ele não é o único "dono" de todo o saber.

Este processo de construção coletiva da ação pedagógica, numa perspectiva de mudança curricular, obriga o educador repensar e mudar suas posturas. É um processo lento e demorado, onde as especificidades de cada área não “desaparecem”, continuam sendo respeitadas:

> A interdisciplinaridade respeita a especificidade de cada área do conhecimento, isso é, a fragmentação necessária no diálogo inteligente com o mundo e cuja gênese encontra-se na evolução histórica do desenvolvimento do conhecimento.
>
> (...)
>
> Ao invés do professor polivalente, a interdisciplinaridade pressupõe a colaboração integrada de diferentes especialistas que trazem a sua contribuição para a analise de determinado tema. (Delizoicov e Zanetic, 1993:13).

Há, em cada uma das escolas envolvidas, um conjunto de professores dispostos a uma ação mais coletiva. Contudo, há engessamentos de várias naturezas: como a falta de tempo para planejar e a dificuldade em envolver os demais colegas da escola, aspectos que precisam ser enfrentados, pois sua omissão pode inviabilizar um projeto educativo com as características aqui defendidas.

c) Suposta resistência dos alunos à abordagem temática

Segundo os professores, a maioria dos alunos da EJA chegam à escola com a expectativa de que, o trabalho nesta modalidade de educação será uma mera repetição da dinâmica vivenciada por eles no ensino regular. Assim, ainda de acordo com várias manifestações de professores, extraídas dos diários, o “encher caderno” é algo muito presente nas exigências dos alunos.

Os professores, em sua maioria, também têm pouca experiência com EJA. Seu principal ponto de referência é o Ensino Regular. Apareceu, de forma bastante reiterada, nas falas dos professores, a resistência dos alunos ao trabalho com temas. Seria esta resistência uma suposição dos educadores, algo real, ou ambos?

No questionário respondido pelos professores (Anexo III), havia o seguinte questionamento: Quais os principais problemas que você imagina encontrar, e que

precisam ser enfrentados, em sua escola, para trabalhar temas como os dois desenvolvidos durante o curso? Discuta. Dos dezenove professores que responderam a este questionário, seis consideram que um dos principais problemas a ser enfrentado em suas escolas, é uma possível resistência dos alunos. As descrições a seguir enfatizam este aspecto:

> "Os alunos muitas vezes argumentaram que não querem saber sobre isto, e muitas vezes têm preguiça e não estão acostumados a expor suas idéias". (Professor 2)
>
> "... exigência por parte de alguns alunos pelo método tradicional (conteúdo e exercícios)". (Professor 5)
>
> "... falta de hábito dos alunos em desenvolver esse tipo de aula". (Professor 8)
>
> "Os alunos também estranharão as mudanças e criarão resistências". (Professor 10)

Este suposto **desafio/problema,** a ser enfrentado para que se possa trabalhar com as configurações curriculares pautadas pela abordagem temática, muitas vezes, parece ser **imaginário**, pois, dois dos professores que manifestaram anteriormente (Prof 2 e Prof 5) a suposta resistência dos alunos, se contradizem a este respeito. No mesmo questionário (Anexo III), havia outro questionamento: Durante este primeiro semestre, em suas turmas de EJA, você implementou, aproveitou algo trabalhado durante o curso? Em caso afirmativo, quais foram os resultados. Discuta.

Assim, estes dois professores responderam:

> "Sim apliquei o tema do desemprego, agrotóxicos e qualidade de vida, e eles se mostraram empolgados em argumentar os problemas que eles enfrentam e as possíveis soluções para os problemas". (Professor 2)
>
> "Sim, trabalhei com o tema: Modelos de Transporte nas turmas de 1ª e 2ª série. Os resultados foram muito bons pois houve um maior envolvimento dos alunos em aprender aquele determinado tema e pela dinâmica usada". (Professor 5)

Nos exemplos anteriores, constato que comparecem contradições com relação à suposta resistência dos alunos. Após as implementações, há indicativos de que não existe mais, ou não houve, a resistência dos alunos.

Aprofundando esta categoria de desafio, na entrevista semi-estruturada (Anexo IV), havia a seguinte pergunta: Alguns professores argumentaram a possível resistência dos alunos como um dos obstáculos a esta dinâmica de trabalho. Por exemplo, houve uma manifestação que dizia o seguinte: *"... exigência por parte de alguns alunos pelo método tradicional..."*. Como você analisa esta afirmação? Desta forma, um professor, expressando uma compreensão representativa do conjunto dos nove professores, respondeu:

> "Bom eu acho que para mim, e até olhando pelo lado dos alunos, parece que para eles aquele método tradicional fica mais fácil. Porque eles sentem-se mais acomodados no seu lugarzinho, é aquela coisa, que a pessoa fica no seu lugar, só escutando, prestando atenção, pra eles fica mais fácil. Eu acho que é por aí, né." (Professor 5)

No mesmo questionamento havia a seguinte pergunta: Em caso de terem ocorrido implementações, qual foi à reação dos alunos? Esta reação confirma a fala anterior? Assim, a resposta do professor acima foi a seguinte:

> "Eu cheguei a desenvolver, eu desenvolvi o trabalho com a questão dos alimentos ingeridos, com aquela tabela, propus a questão da bicicleta, quantas kcal, ah, a pessoa deveria consumir se andasse com uma velocidade de 15 km/h, parece. Eu desenvolvi com uma turma da EJA". (Professor 5)

Questionado sobre a reação destes alunos, argumentou:

> "Bom, eu acho que eles reagiram de uma maneira boa, porque foi um momento diferenciado na EJA e eu pude perceber assim, que eles gostaram da atividade, porque eles participaram, trabalharam em grupos, questionaram bastante, né. Eu problematizei inicialmente com eles, propondo algumas questões e eles gostaram da metodologia, desenvolveram, teve um resultado muito bom, sabe, acho que eles responderam à altura, o que lhes foi perguntado". (Professor 5)

Respondendo ao questionamento presente no Anexo IV, ítem 5.1.2, que perguntava se a reação dos alunos confirmava a fala do professor sobre a exigência do método tradicional:

> "Ah, eu acho que não, porque foi um momento diferenciado que eu pude perceber que a gente não trabalhou de uma maneira tradicional e a gente pode perceber que eles participaram, eles se envolveram. Foram questionados, responderam, trabalharam em grupo, então acho que não confirma a fala do método tradicional". (Professor 5)

Indagado sobre a existência ou não desta exigência de adoção do método tradicional, respondeu:

> “Bom, esta exigência, eu acho que é a primeira coisa, quando os alunos tão entrando na EJA, eu acho que eles partem do princípio que o professor vai ter um método somente tradicional. Quando a gente chega com coisas novas, eles vêem aquela coisa diferente, e algumas coisas que são atraentes para eles, acabam gostando. Esta exigência, eu percebo que é mais no início, quando eles entram, mas, depois que você propõe novas coisas para eles, eles acabam se adequando a esta maneira diferenciada de se trabalhar”. (Professor 5)

Percebe-se também, na entrevista, aprofundando esta categoria de desafio, que comparecem contradições em relação à resistência dos alunos, onde, muitas vezes, o aluno tem a expectativa, reforçada pelo professor, de que na EJA ocorrerá uma mera repetição do ocorre no Ensino Regular. Neste sentido, temos indicativos de que, para superar tal compreensão, são fundamentais intervenções diferenciadas. Desta maneira, os professores a seguir, também enfatizam este aspecto ao serem questionados na entrevista, sobre a possível resistência dos alunos como um dos obstáculos a esta dinâmica de trabalho (Anexo IV, item 5.1.1):

> “Ainda ocorre isso, tu encontra alunos que querem ver o que: quadro cheio, copiando, aquele caderno transbordando. Ainda a gente encontra”. (Professor 15)

> “Eu analiso da seguinte maneira, meus alunos tem de dezoito até cinqüenta e sete anos. Então, os mais novos aceitam bem e os de mais idade, eles aceitam com um certo medo. Mas, logo que tu começas a trabalhar, eles vão indo, vão indo, eles vão se acostumando com o teu jeito, daí tu consegue romper com o tradicional.” (Professor 2)

No mesmo questionamento, havia a seguinte pergunta: Em caso de terem ocorrido implementações, qual foi à reação dos alunos? Esta reação confirma a fala anterior? Assim, a resposta dos professores foi a seguinte:

> “Não, muda no momento em que você trabalha com este tipo de aluno, ele muda. Quando você chega no final do ano, faz uma auto-avaliação, ele já responde”. (Professor 15)

> “Foi diferente, eles viram a parte nova, este modo de se trabalhar a interdisciplinaridade, é uma coisa boa e que eles aprendem muito mais do que encher quadro.” (Professor 2)

Freire e Shor (1986), em um diálogo, comentam que os educadores que estão abertos à transformação, sentem medo, medo dos estudantes rejeitarem a proposta libertadora, temem ser apontados como pessoas que causam confusões e até mesmo sentem o medo de perder o emprego ou a credibilidade alcançada

na profissão. Para Freire, é normal sentir medo, sendo uma manifestação de que estamos vivos. O que não podemos permitir é que os nossos medos nos imobilizem:

> ...Se você não comanda seu medo, você deixa de se arriscar, você não cria nada. Sem arriscar, para mim, não há possibilidade de existir. (Freire e Shor, 1986: 76).

O medo, muitas vezes, existe também pelo comodismo, por não tentar mudar, por não conseguir romper de imediato com velhos hábitos de ensino e aprendizagem. Como podemos constatar nas descrições acima, os professores se arriscaram e seus supostos problemas deixaram de existir ou foram sendo superados. Talvez, a resistência maior seja do próprio professor, sendo esta justificada pela possível resistência do aluno. Ou seja, a suposta resistência dos alunos é usada para justificar a não mudança. Não podemos sinalizar possibilidades, a não ser que experimentemos a mudança.

d) Desenvolvimento de temas polêmicos que envolvem conflitos/contradições locais

Na análise dos registros escritos comparece, com certa recorrência, a dificuldade, um certo constrangimento e, inclusive pressões a que professores são submetidos quando, em suas aulas, buscam abordar temas que envolvem polêmicas, contradições locais. Por exemplo, o uso de agrotóxicos, desmatamento, o desemprego causado pelo fechamento de empresas locais, a fragilidade no sistema público de atendimento médico.

Exemplificando, os professores (Prof 11 e Prof 04), relataram que existem, em sua comunidade escolar, em termos de impactos locais, sérios problemas vinculados ao uso de agrotóxicos e desmatamento. Contudo, há um conjunto de dificuldades explícitas e/ou implícitas que contribuem para que estes temas não adentrem no espaço escolar. Conforme relatado pelos mesmos professores, para alguns órgãos competentes, como Emater, Prefeitura Municipal, estes problemas parecem nem existir. Na Secretaria da Agricultura, existe um

projeto de proibição do uso de agrotóxicos, mas não se consegue aprovar o mesmo na câmara de vereadores.

Durante os relatos, constatei também que esta dificuldade em trabalhar temas polêmicos não está apenas no contexto externo à escola, somente em órgãos oficiais, pois, muitos professores desta escola têm vínculos familiares e/ou afetivos com pessoas ligadas ao executivo e legislativo municipal. Além disto, a maioria dos alunos têm pais que produzem usando agrotóxicos, ou seja, acreditam nos mesmos e acham que este tipo de problema não cabe a escola discutir.

Também, em discussão realizada na escola do professor (Prof 20), envolvendo tema que tratava da história do Município, o qual já havia sido definido pela unidade escolar, integrantes do GETCTS constataram que havia um esforço deliberado, por parte de vários professores, em evitar vincular a este histórico a questão do desemprego, considerado que este é um problema evidente naquela localidade, onde indústrias e cooperativas vem fechando suas portas.

Em outro registro presente no Diário, o professor (Prof 20) relatou que, durante levantamento preliminar de temas, realizado pelo mesmo, surgiram também temas polêmicos, como segurança e saúde. Segundo este professor, os alunos relataram os problemas com os quais convivem, como a falta de atendimento em hospitais e farmácias de madrugada, cobranças indevidas em atendimentos cobertos pelo Sistema Único de Saúde (SUS) e o fato de que muitos automóveis do município não pagam os impostos e quando abordados pela polícia, as pessoas que tem um pouco de autoridade, acabam por agredir os policiais, achando que estão com a razão. Alguns alunos questionaram a professora, com medo de que a comunidade em geral soubesse que os alunos haviam escolhido estes temas para serem discutidos na escola:

> “Professora vai dar ‘bode’, se souberem que nós alunos escolhemos estes temas.” (Fala de aluno relatada pelo professor)

Esta fala demonstra que existe um “medo”, uma “pressão externa” nesta localidade, onde temas como estes, não podem ser discutidos pela comunidade. A escola é concebida como um espaço onde não cabem os conflitos, as

contradições locais. Nesta comunidade escolar, como nas outras descritas, parece que a escola, a concepção de currículo ainda são concebidos como um espaço neutro, livre dos conflitos e contradições locais.

Freire e Shor (1986), referindo-se aos currículos supostamente neutros, comentam:

> Esses currículos falsamente neutros formam os estudantes para observar as coisas sem julgá-las, ou para ver o mundo do ponto de vista do consenso oficial, para executar ordens sem questioná-las, como se a sociedade existente fosse fixa e perfeita. (Freire e Shor, 1986:24).

Os elementos, anteriormente descritos, indicaram a necessidade de aprofundamento. Assim, na entrevista semi-estruturada, com o item 5.6, busquei contemplar tal aspecto. Os resultados das entrevistas revelaram que, se no espaço da comunidade escolar há indicativos de uma concepção de currículo neutro, os professores, em alguma medida, já superaram tal concepção, considerando que todos os professores entrevistados, ou seja, nove, concordam que os temas polêmicos devem ser trabalhados nas escolas. Esta compreensão supera a fase em que se defendia que a escola era local de harmonia, longe dos conflitos e problemas do dia-a-dia. Mesmo sem teorização acabada, a idéia de espaço neutro está sendo superada. Das nove escolas que tiveram seus professores entrevistados, cinco delas já trabalharam de alguma forma temas polêmicos.

Neste sentido, reproduzo algumas falas representativas:

> “Penso que sim, mas a gente sabe que nem tudo são flores, depende muito do que isso vai causar, a idéia do professor que vai trabalhar com isso é boa, o objetivo é de esclarecer as coisas, fazer com que diminua, fazer com que tenha resultado prático, só que vai depender mais de fatores externos”. (Professor 8)

> “Ah, com certeza, porque faz parte da realidade do lugar onde eles vivem. Então, eu acho que é real e de fundamental importância para eles saberem do problema que está ao seu redor e tentar solucioná-lo de alguma maneira”. (Professor 5)

> “Com certeza. Eles devem estar, porque senão a gente tá mascarando a realidade deles. Ou a gente traz os problemas para dentro da escola, ou não adianta de nada”. (Professor 2)

> "Eu lembro que quando eu selecionei o tema, teve um aluno que me falou sobre os transportes, que o transporte não era das pessoas de lá, aí eles discutiram, discutiram. Aí, no outro dia eu estava no laboratório de informática e ele foi me buscar e falou: *"professora, aquilo que eu falei ontem, a senhora não vai escrever que é da turma nossa"*. Eu não, tava só selecionando os temas para a gente trabalhar. *"Não, é porque eu trabalho na Prefeitura e aí não dá".* É complicado, mas eu acho que naquela turma aí, talvez eu reforçasse o que eles pensavam, mas é um tema polêmico. (...) Com certeza, embora eu corra perigo de vida, né ". (Professor 20)

Questionados quanto à omissão ou não de tais temas, item 5.6.2 do anexo IV, são hegemônicas falas que expressam compreensões como a reproduzida a seguir [10]:

> "Acho que não. Porque na nossa escola, lá em (...), gira muito em torno de agricultura. Então se a gente for pensar, o marido das professoras, maioria são agricultores, então tu vai mexer com agrotóxico? Tu mexendo com a professora, com a colega e ela tá te cutucando com a varinha curta. Então fica difícil, o clima esquenta lá. (Professor 11)

O mesmo professor foi questionado sobre como foi o processo, se chegaram a trabalhar na escola com estes temas. Desta forma, destacou:

> "Foi trabalhado, dentro da qualidade de vida. Porque lá há um índice altíssimo de pessoas com depressão. Em função do que, dos agrotóxicos, má utilização deles, né. Até a própria, jogar onde é colocado os lixos, então é bem. **Mas foi trabalhado de modo muito cuidadoso** (grifo meu), pra não criar aquela". (Professor 11)

Quanto à reação dos alunos, enfatizou:

> "É, no começo vai bem como eu te disse, porque boa parte dos alunos são agricultores, mas assim oh, a gente levou médicos pra escola, levou agrônomo pra escola, tinha um projeto Agrim, que acho que é do RS, aí a gente aproveitou o cara que tava dando uma palestra para os professores e já levou para a sala de aula, sabe. Então foi assim, uma conscientização, a gente usou mais pela conscientização, né. **A gente não mecheu muito** (grifo meu)". (Professor 11)

Ainda, relativamente à reação dos alunos, afirmou:

> "Eles gostaram, porque assim, tinha vários alunos que iam passar veneno com a mão abanando. Sem uma luva, sem uma bota, sem camisa, sabe assim, direto. Pra eles foi bem produtivo, sabe, eles gostaram. Até depois teve, foi feito redações com eles". (Professor 11)

Quando questionado sobre a reação dos professores que, inicialmente, haviam manifestado resistência a este trabalho, analisou:

> "Não, elas não comentaram nada. Até lembra que no curso a gente comentou que lá teria uma grande polêmica. Até teve um pai que ameaçou a (...)". (Professor 11)

Quanto à continuidade do trabalho com temas, o professor afirmou:

> "Com certeza. (...) Cada vez mais aprofundando, pegamos de leve. Tipo a temática, lá nós temos muitas adolescentes grávidas, então é problemático. A gente vai trabalhando devagarzinho..." (Professor 11)

O trabalho com temas polêmicos demanda aprofundamentos em várias dimensões. Por exemplo, sua complexidade exige a superação de posturas do tipo "certo ou errado", "deve ou não deve". Coerente com os pressupostos que balizam a presente pesquisa, defendo a necessidade de que tais temas sejam objeto de problematização e não simplesmente manifestações favoráveis ou contrárias.

Contudo, em seu aprofundamento, entendo como fundamental considerar como ponto de partida as experiências, as estratégias já utilizadas por professores no desenvolvimento de temas de natureza polêmica. Por exemplo, professores destacaram a necessidade de ter jogo de cintura, começar com cuidado, conhecer o contexto em que se atua, evitar situações que envolvem perigo. Sugerem também "pegar de leve" no início e aprofundar posteriormente.

3.4.2 Indicativos de superação de limitações presentes no ensino/aprendizagem de Ciências

Além das quatro categorias de desafios a serem enfrentados, problema de investigação da presente dissertação, cabe destacar indicativos, apresentados pelos professores, de superação de duas limitações, presentes no ensino de Ciências/Física, discutidas no capítulo 1, quais sejam: desvinculação entre o "mundo da vida" e o "mundo da escola" e a desmotivação dos alunos. Neste sentido, dois aspectos serão analisados: a) a necessidade de considerar o conhecimento do aluno como ponto de partida da ação didático-pedagógica e b) o

[10] Optei por aprofundar elementos da escola, representada pelo professor 11 (Prof 11), considerando que nesta o problema apresentou-se de forma mais aguda.

entusiasmo, a maior participação e engajamento dos alunos como uma das principais mudanças que ocorrem quando trabalhamos com a abordagem temática.

No Anexo IV, o ítem 5.4 questionava sobre o suposto conhecimento precário apresentado pelos alunos da EJA [11]. Ao responderem este questionamento, os professores enfatizaram a valorização da experiência de vida dos alunos, onde, muitas vezes, aprendiam com eles. Assim, destaco algumas falas representativas do conjunto, com a relação à necessidade de considerar o conhecimento do aluno:

> "... também tem a questão do que eles trazem, **o conhecimento que eles tem do dia-a-dia, que são experiências muito boas** (grifo meu), que a gente pode aproveitar e trabalhar em sala de aula. Então aí, tem muita gente informada, que escuta TV, lê jornais, revistas, então, vem com determinado conhecimento, às vezes muito bom para ser desenvolvido e trabalhado em sala de aula".(Professor 5)
>
> "Eles têm certos **conhecimentos de vida** (grifo meu), muito mais profundos que o meu". (Professor 16)
>
> "Eu acho que não, não é precário. Eles têm um conhecimento, só que não é aquele conhecimento cientifico, **é o conhecimento de vida deles** (grifo meu). O que eles passam para a gente, eu digo: eu tô aprendendo com vocês". (Professor 11)
>
> "... se for pensar assim na vivência, no conhecimento, como é que eu vou chamar, **o conhecimento de vida** (grifo meu), sabe como funciona tal coisa, sabe a importância daquilo. O aluno da EJA tem mais que o do diurno. Os alunos do dia são muito imaturos e não querem saber, só namorar, ficar".(Professor 1)

Percebo, na falas acima, que os professores consideram como ponto de partida o conhecimento do aluno e que nós educadores temos a função de considerar este conhecimento que o aluno traz. Quantos aos desafios que nós temos com os alunos da EJA, a maioria dos professores destacou que devemos aprender a partir daquilo que é vivido, a partir daquilo que ele já conhece. Neste sentido, segundo uma das falas, "Se não for problema do aluno, não adianta".

[11] A inclusão de tal questionamento na entrevista foi motivada por algumas manifestações, registradas nos diários, durante o curso de 40 horas.

Para Freire (1987), negar os “saberes de experiência feitos”, como ponto de partida, como objeto de problematização, provoca o erro epistemológico. Neste sentido, a curiosidade epistemológica, o querer conhecer, são fundamentais no processo de conhecer e estes aspectos se fazem presentes nas falas dos educadores entrevistados.

Particularmente onde houve implementações, caracterizadas no anexo V, o entusiasmo, a maior participação e engajamento dos alunos foram destacados pelos professores entrevistados como uma das principais mudanças que ocorrem quando trabalhamos com a abordagem temática (Anexo IV, item 5.5.1 e 5.5.2). Dos nove professores entrevistados, todos destacaram estes aspectos. Assim, algumas falas são destacáveis:

> “Maior participação dos alunos, maior fala deles, maiores perguntas que são deles”. (Professor 12)
>
> “Bom, eu pude perceber que os alunos se envolveram mais, procuraram perguntar e questionar mais e foi bem interessante, porque pareciam ser assuntos mais ligados à realidade deles, então eles mostraram um interesse maior do que nas aulas tradicionais”. (Professor 5)
>
> “O que muda, é o que eu tava dizendo, o interesse”. (Professor 2)
>
> “... ser um aluno mais crítico, ele se torna um aluno que questiona, ele permanece em sala de aula, ele vai à busca, ele pesquisa”. (Professor 15)
>
> “O que mais mudou é o entusiasmo das pessoas, é a participação, os alunos começam a falar um pouco, a participar...”. (Professor 16)
>
> “A principal mudança que é clara assim, é a atitude deles, eles passam a ter uma atitude mais crítica, eles, como é que eu vou te dizer, parece que eles têm mais coragem, tem mais auto-estima de discutir o problema. Eu acho que desenvolve muito a criticidade deles. A auto-estima deles, de chegarem a dizer, eu não sou burro, consegui entender”. (Professor 20)

A participação, o engajamento, expresso nas falas destes seis educadores, parecem elementos fundamentais no processo de ensino-aprendizagem, não suficientemente valorizados. De acordo com Muenchen (2005), as pesquisas e as práticas didático-pedagógicas, hegemonicamente têm focalizado a dimensão cognitiva desvinculada de aspectos ligados ao interesse, à atribuição de significado, a motivação. Talvez este reducionismo, seja uma das

causas dos fracassos em termos de aprendizagem e limitador no processo de formação de um cidadão crítico, participante na sociedade em que está inserido.

O engajamento, o querer conhecer, é dificilmente alcançável apenas com inovações no campo metodológico. Requer, acima de tudo, “abrir” o currículo ao entorno, superando a concepção propedêutica, potencializando a entrada do “mundo da vida” no “mundo da escola”, mediante temas, problemas de relevância social, extraídos do mundo vivido pelos alunos.

Estes dois aspectos, a necessidade de considerar o conhecimento do aluno como ponto de partida da ação didático-pedagógica e o entusiasmo, a maior participação e engajamento dos alunos como uma das principais mudanças que ocorrem quando trabalhamos com a abordagem temática, são elementos essenciais nesta dinâmica de trabalho. Assim, pode-se considerar como avanços, na compreensão dos educadores que participaram do referido curso, a percepção destas duas dimensões.

ALGUMAS IMPLICAÇÕES PARA O CAMPO CURRICULAR E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Apesar dos professores, participantes do curso de 40 horas, destacarem como um todo, a pertinência, a importância do referido curso, hegemonicamente eles não compreenderam que as principais mudanças que ocorrem, quando trabalhamos com a abordagem temática, ocorrem no campo curricular. Eles limitam-se em dizer que as mudanças são apenas de caráter metodológico. A partir deste aspecto, cabe questionar: Seriam limitações do curso e seus desdobramentos, devido ao pouco tempo de trabalho? Seriam marcas fortes da concepção tecnicista? Ou ambos?

A forte tradição tecnicista tem marcas profundas em nosso sistema escolar, onde os modelos técnicos de currículo limitam-se a questão do "como" fazer, esquecendo a questão do "o que" e do "por que". De acordo com Silva (1999), questões como: "Por que esse conhecimento e não outros?", "Trata-se do conhecimento de quem?" e "Quais interesses seguiram a seleção desse conhecimento?", são fundamentais no processo de seleção de um currículo.

Giroux, apud Silva (1999), argumenta que a escola e o currículo devem funcionar como uma esfera pública democrática, onde os professores não podem ser vistos como técnicos:

> "A escola e o currículo devem ser locais onde os estudantes tenham a oportunidade de exercer as habilidades democráticas de discussão e participação, de questionamento dos pressupostos do senso comum da vida social. Por outro lado, os professores e as professoras não podem ser vistos como técnicos ou burocratas, mas como pessoas ativamente envolvidas nas atividades da crítica e do questionamento, a serviço do processo de emancipação e libertação." (Giroux apud Silva, 1999: 55).

De acordo com Silva (1999), no final dos anos setenta, podia-se já dizer que a hegemonia da concepção técnica do currículo estava com seus dias contados. Em vários países surgiam ao mesmo tempo, movimentos de reação às concepções "burocráticas" e "administrativas" de currículo. Em países como a França e Inglaterra, os contornos mais gerais de uma teoria educacional crítica,

vinham da sociologia crítica (Bordieu) e da filosofia marxista (Althusser). Já nos Estados Unidos e Canadá, o movimento de crítica tinha origem no próprio campo da educação.

Atualmente, constata-se que a hegemonia da concepção tecnicista de currículo encontra-se presente em nossas escolas, onde as discussões curriculares estão enfraquecidas. Em nossa região, o já destacado PEIES, tem contribuído para o enfraquecimento desta discussão no âmbito das escolas, destacando, contudo, que existem condicionamentos mais amplos do que este.

Mesmo que o PEIES não condicione explicitamente o fazer pedagógico do professor da EJA, ele influencia este professor, que tem a maior parte da sua experiência com o Ensino Regular, seguindo programações com as características deste programa de ingresso na universidade.

Ainda enfatizando as mudanças curriculares, como elemento fundamental para se trabalhar com a abordagem temática, surge à questão da autonomia da escola. Esta autonomia está sendo considerada em sua dimensão fundamental, a construção de um projeto educacional? A autonomia da escola não é apenas questão de distribuição das verbas, mas também de inúmeros outros programas, como o aperfeiçoamento dos professores e, sobretudo a construção de um projeto educacional próprio.

Existe um grande descompasso entre a elaboração de projetos educacionais próprios e a pretensão de estabelecimento de um currículo único. Na nossa região, conforme já referido, as programações curriculares do PEIES, passaram a funcionar nas escolas como verdadeiros currículos mínimos, que devem ser cumpridos, engessando as discussões sobre flexibilidade curricular e mantendo um programa único para todas as realidades. O fato do PEIES ter assumido características de uma concepção curricular de cunho tecnicista, está indicando a debilidade da discussão curricular no âmbito da universidade.

Machado (2002) comenta que em passado recente, um número grande de cursos de aperfeiçoamento foi oferecido aos professores da rede estadual paulista. Mesmo sendo apreciados pela maioria dos professores, estes cursos

conduziram a resultados pouco expressivos. Ao que tudo indica, por atenderem individualmente os professores, sem mediação das necessidades e dos projetos das escolas.

Tais cursos não conseguiram modificar substantivamente a prática docente, onde os professores sentiram-se isolados. No referido curso de 40 horas e seus desdobramentos, ministrado pelo GETCTS, a intenção era justamente trazer professores de mais de uma área do conhecimento e este aspecto foi reconhecido por eles como positivo, ou seja, o fato de poder discutir com os colegas da escola, de outras áreas do conhecimento.

Na continuidade do presente trabalho, onde desafios sinalizados na presente pesquisa serão aprofundados, pretende-se realizar um trabalho de acompanhamento e investigação no âmbito das unidades escolares, ampliando os campos de conhecimento participantes do trabalho. A necessidade de extrapolar para outras áreas do conhecimento, bem como a continuidade deste processo, esteve presente nas falas da maioria dos educadores que participaram do curso, como, por exemplo:

> "A gente vai continuar, até quarta-feira passada a gente fez a reunião e a gente vai continuar. Até a gente já se programou para no final de fevereiro a gente sentar e começar a investigar novos temas, para já começar o ano trabalhando". (Professor 11)

> "... o pessoal tá bem entusiasmado agora. O pessoal diz assim oh, ano que vem vamos continuar". (Professor 16)

Apesar dos professores reconhecerem a necessidade do trabalho coletivo, da integração com outras disciplinas, constata-se, nas falas da maioria deles, a consciência de que a busca de um trabalho interdisciplinar é um desafio a ser enfrentado. Os professores assumem este problema, enfatizando a dificuldade em envolver os demais colegas da escola, aspecto, muitas vezes, vinculado à falta de tempo para planejar em conjunto.

Independente do nome: interdisciplinaridade, pluridisciplinariedade, transdisciplinaridade, multidisciplinaridade, para a superação do excesso da fragmentação presente no processo educativo, a condição fundamental é o

encontro, o diálogo, a interação entre pessoas de formações distintas. E este é um grande desafio. Como alcançar, viabilizar a postura coletiva, solidária, se vivemos em um momento histórico marcado pelo progressivo individualismo, pela competição desenfreada. Nas palavras de Milton Santos (2000), a relação entre as pessoas está sendo progressivamente mediada pela competição, não pela solidariedade.

Não se tem a ingenuidade de imaginar que todos os problemas da educação são de responsabilidade exclusiva do professor. Há questões estruturais que fogem da sua ação imediata. Acima de tudo, sua valorização é tarefa urgente e fundamental e nenhuma aquisição, como a de computadores, pode ser considerada mais importante do que ela. Esta valorização não se esgota na questão salarial, mas também na disponibilidade de tempo para sua profissionalização, de tempo para planejar.

Vivemos em um tempo de muitas dificuldades, de muitas incertezas, de uma complexidade progressiva, do individualismo. Contudo, tenho a convicção de o papel do educador é nunca calar-se a respeito das questões sociais mais amplas em que a escola está inserida e de que não se deve deixar de acreditar na escola enquanto espaço de contribuição para a transformação social, pois, acreditar é o primeiro passo para a transformação. Se não acreditamos, não buscamos soluções.

Bibliografia Consultada:

ALONSO SÁNCHEZ, M.; GIL PÉREZ, D Y MARTÍNEZ TORREGROSA, J. **Evaluar no es calificar. La evaluación y la calificación en una enseñanza constructivista de las ciencias**. Universitat de Valencia: Investigación en la Escuela, nº 30, 1996.

ANGOTTI, J. A. **Fragmentos e Totalidades do Conhecimento Científico e do Ensino de Ciências.** Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1991.

ANGOTTI, J. A.; AUTH, M. A. Ciência e tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. **Ciência e Educação**, v. 7, n. 1, 2001.

ANGOTTI, J. A.; DELIZOICOV, D. **Física**. São Paulo: Cortez, 1991.

AULER, D. **Alfabetização científico-tecnológica. Um novo "paradigma"**. XV Simpósio Nacional de Ensino de Física. Curitiba, PR, 2003.

_____. **Interações entre ciência - tecnologia - sociedade no contexto da formação de professores de ciências**. Tese. Florianópolis: CED/UFSC, 2002.

_____. **A interdependência conteúdo-contexto-método no ensino de Física.** Um exemplo em Física Térmica. Dissertação: Santa Maria: CE/UFSM, 1995.

_____. **Educação de jovens e adultos:** busca de currículos sensíveis a temas sociais marcados pela componente científico-tecnológica. (mimeo, 2005).

AULER, D.; BAZZO, W. A. **Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro.** Ciência e Educação, v. 7, n. 1, 2001.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. **Alfabetização científico-tecnológica para quê?** Ensaio. Belo Horizonte, v. 2. n.4, 2001.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. **CTS y neutralidad: comprensiones de profesores de ciencias** (mimeo, 2005).

BACON, F. **Novum Organum ou Verdadeiras Indicações Acerca da Interpretação da Natureza;** Nova Atlântida. 3.ed. São Paulo: Abril Cultural, 1984.

BARROS FILHO, J.; SILVA, D. **Algumas reflexões sobre a avaliação dos Estudantes no ensino de ciências**. Ciência e Ensino, n. 9, dezembro de 2000.

BASTOS, F.P. **Alfabetização técnica na disciplina de Física:** uma experiência educacional dialógica. Dissertação. Florianópolis: CED/UFSC, 1990.

BRASIL. Ministério da Educação e dos Desportos**. Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio).** Parte I, II e III, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação e dos Desportos. Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação de Jovens e Adultos. Parecer CEB nº: 11/2000.**

BRASIL. Ministério da Educação e dos Desportos. **Ciências Naturais na Educação de Jovens e Adultos.** Volume 3. www.mec.gov.br (02/09/2005)

BURZTYN, M. **Ciência, Ética e Sustentabilidade:** desafios ao novo século. São Paulo: Cortez, 2001.

CACHAPUZ, A. F. **Epistemologia e ensino das ciências no pós-mudança conceptual.** Análise de um Percurso de Pesquisa. Atas do II ENPEC, Vallinhos, 1999.

CHASSOT, A. **Alfabetização Científica:** questões e desafios para a educação. Ijuí: Unijuí, 2002.

CORTELLA, M.S. **A escola e o conhecimento:** fundamentos epistemológicos e políticos. 2 ed. São Paulo: Cortez, 1999.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M.M. **Ensino de Ciências:** fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2002.

DELIZOICOV, D. **Conhecimento, Tensões e Transições.** Tese. São Paulo: FEUSP, 1992.

DELIZOICOV, D. , ZANETIC, J. A proposta de interdisciplinaridade e o seu impacto no ensino municipal de 1º grau. In: PONTUSCHKA, N.N. **Ousadia no diálogo: interdisciplinaridade na escola pública.** São Paulo: Loyola, 1993.

DELORS, J. **Educação:** um tesouro a descobrir. São Paulo: Cortez; Brasília: MEC: UNESCO, 1998.

FORQUIN, J. **O Currículo entre o Relativismo e Universalismo.** Revista Educação e Sociedade, ano XXI, Dezembro de 2000.

FOURÉZ, G. **Alfabetización Científica Y Tecnológica.** Buenos Aires: Colihue, 1999.

FOURÉZ, G. **Crise no Ensino de Ciências?** Investigações em Ensino de Ciências. I. Física-UFRGS, v.8, n.2, 2003.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

_____. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa.** 6. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, P. & MACEDO D. **Alfabetização: Leitura do mundo leitura da palavra.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1990.

FREIRE, P. & SHOR, I. **Medo e ousadia: o cotidiano do professor.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1986.

FURIÓ, C.; VILCHES, A.; GUISASOLA, J. Y. ROMO, V. **Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria; alfabetización científica o preparión propedéutica?** Enseñanza de las ciencias, 2001.

GADOTTI, M. **Convite à leitura de Paulo Freire.** 2 ed. São Paulo: Scipione, 1991.

GARCÍA, J.E. **Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares.** Sevilla: Díada, 1998.

GARCÍA, J.E. A natureza do conhecimento escolar: transição do cotidiano para o científico ou do simples para o complexo? In: RODRIGO, M.J.; ARNAY, J. (orgs.). **Conhecimento cotidiano, escolar e científico: representação e mudança.** São Paulo: Ática, 1998.

GENTILE, P. **Educação de jovens e adultos.** Revista Nova Escola on-line, n.167, nov/2003.

GOODSON, I. F. **A construção Social do Currículo.** Lisboa: Educa, 1997.

GONZÁLES, L. A. O. **Contratos de evaluación. Educación**. *Segunado semestre de 1996 (21): 59-73.*

HANZEN, R. M.; TREFIL, J. **Alfabetização científica: o que e por que é importante e por que faz falta**. SABER CIÊNCIA, Cultura Editoras Associadas. São Paulo, 1995.

JAPIASSU, H. **O mito da neutralidade científica.** Rio de Janeiro: Imago Editora, 1975.

KRASILCHIK, M. **Ensino de ciências e a formação do cidadão.** Em Aberto, Brasília, ano 7, n. 40, out/dez. 1988.

KUHN, T. S. **A Estrutura das Revoluções Científicas.** 5 ed. São Paulo: Perspectiva, 1995.

LIBÂNEO, J.C. **Democratização da escola pública:** A pedagogia crítico-social dos conteúdos. São Paulo: Loyola, 1999.

MACHADO, N.J. **Cidadania e educação.** 4 ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2002.

MARTINS, J. **A pesquisa qualitativa.** In: FAZENDA, I. **Metodologia da pesquisa educacional.** 9 ed. São Paulo: Cortez, 2004. (Coletânea de vários autores)

MENEZES, L. C. **Crise, cosmos, vida humana - física para uma educação humanista**. Tese de Livre-docência. IFUSP (1988).

MOREIRA, A. F. B. **Currículos e Programas no Brasil.** 2ª ed. Campinas/SP: Papirus, 1995.

MOREIRA, A. F. B.; Candau, V. M. **Educação Escolar e Cultura(s): construindo caminhos.** Revista Brasileira de Educação, Maio – Agosto, número 023, São Paulo, 2003.

MORIN, E. **Ciência com Consciência.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

MORIN, E. **A cabeça bem-feita:** repensar a reforma, repensar o pensamento. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

MOVIMENTO DE REORIENTAÇÃO CURRICULAR DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO – Secretaria Municipal de Educação. **DOT-2 & NAEs**, 1992.

MUENCHEN, C. *et al.* Enfoque CTS: configurações curriculares sensíveis à temas contemporâneos. V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas do Evento.** Bauru: ABRAPEC, 2005.

MUENCHEN, C. *et al.* Reconfiguração curricular mediante o enfoque temático: interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade. IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. **Atas do Evento.** Jaboticatubas: SBF, 2004.

MUENCHEN, C. *et al.* Intervenções curriculares pautadas pela abordagem temática: busca de interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade. V Congreso Internacional de Educação Popular. **Atas do Evento.** Santa Maria: MOBREC, 2004.

NEVES, M.R.; PIERSON, A.H.C. **Interdisciplinaridade na formação de professores de ciências: conhecendo obstáculos**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, vol. 1, n. 2, mai/ago, 2001, ABRAPEC.

NIEDA, J. MACEDO, B. **Um currículo científico para estudantes de 11 a 14 anos**. Madrid: UNESCO e DEI.

PORLÁN, R.; MARTÍN, J. **El diario del profesor: un recurso para la investigación en la aula.** Sevilla: Díada, n.6, 1997. (Coleção Investigación y Enseñanza.)

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE – II Congresso Político-Pedagógico da Rede Municipal de Ensino/Escola Plural. **Secretaria Municipal de Educação,** 2002.

RICARDO, E.C. **Física.** www.mec.gov.br/ seb/pdf/08Física.pdf (10/05/2005)

SAMPAIO, M.M. **Problemas na elaboração e realização do currículo.** Revista Idéias: currículo, conhecimento e sociedade. 3 ed., São Paulo, nº26, 1998.

SANTINI, E.L. *et al*. Intervenções curriculares pautadas pela abordagem temática: a questão energética na sociedade contemporânea. XIX Jornada Acadêmica Integrada. **Atas do Evento.** Santa Maria: UFSM, 2004.

SANTOS, M. **Por uma outra globalização: do pensamento único a consciência universal.** 3 ed. Record: Rio de Janeiro, 2000.

SANTOS, W.L.P. **O ensino de química para formar o cidadão: principais características e condições para sua implantação na escola secundária brasileira.** Dissertação. Campinas: Faculdade de Educação/UNICAMP, 1992.

SANTOS, W.L.P; MORTIMER, E.F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da Educação Brasileira. **Ensaio.** Belo Horizonte, v.2, n.2, p.133-162, 2000.

SASTRE, G.; MORENO, M. Resolução de conflitos e aprendizagem: gênero e transversalidade/ Genoveva Sastre Vilarrasa, Montserrat Moreno Marimón: (Trad. Ana V. Fuzato). **Cognição e afetividade.** São Paulo: Moderna, 2002.

SAVIANI, D. **Pedagogia histórico-crítica:** primeiras aproximações. 7 ed. São Paulo: Campinas Autores Associados, 2000.

SETUBAL, M.A; SAMPAIO, M.M; GROSBAUM, M.W. **Currículo e Autonomia na Escola.** Revista Idéias: currículo, conhecimento e sociedade. 3 ed., São Paulo, nº26, 1998

SILVA, T. T. **Documentos de Identidade:** uma introdução às teorias do Currículo. Belo Horizonte: Autêntica, 1999.

SNYDERS, G. **A alegria na escola**. São Paulo: Editora Manole, 1988.

SOLOMON, L. El estudio de la Tecnología en la educación. **Alambique:** Didáctica de las Ciencias Experimentales. Barcelona, año II, n.3, p. 13-18, Enero 1995.

SOLOMON, L. **Teaching science, Technology and Society.** Buckingham, Philadelphia: Open University Press, Coleção Developing Science and Technology Education, 1993.

SOUZA CRUZ, S. M. S. C. **Aprendizagem centrada em eventos:** uma experiência com o enfoque ciência, tecnologia e sociedade no ensino fundamental*.* Tese: Florianópolis: CED/UFSC, 2001.

SOUZA CRUZ, S. M. S. C.; ZYLBERSTAJN, A. **O enfoque ciências, tecnologia e sociedade e a aprendizagem centrada em eventos**. Ensino de Física: Conteúdo, Metodologia e Epistemologia numa Concepção Integradora (org.). Pietrocolina, M, Florianópolis: Ed. UFSC, 2001.

TERRAZZAN, E. **Projeto de extensão grupo de trabalho de professores de física (GTPF):** uma proposta de articulação entre formação inicial e formação continuada. Desdobramento do projeto de pesquisa "atualização curricular no ensino de física e a formação continuada de professores" (Registro GAP/CE nº. 7606). www.ufsm.br/nec/projetos/Fiex-2003-GTPF-Projeto.pdf (30/07/2005).

TRIVELATO, S. L. F. O Ensino de Ciências e as Preocupações com as Relações CTS. **Educação em Foco.** Juiz de Fora, v. 5, n. 1, p, 43-54, Mar/Set 2000.

TRIVIÑOS, A. N. **A pesquisa qualitativa em educação***.* São Paulo: Atlas, 1987.

VASCONCELLOS, C.S. **Os desafios da indisciplina em sala de aula e na escola.** In: www.crmariocovas.sp.gov.br/amc_a.php?t=002 (18/09/2005)

VILLANI, A. **Reflexões sobre as dificuldades cognitivas dos professores de física**. Cad. Cat. Ens. Física, Florianópolis, v. 8, n 1: 7-13, abril, 1991.

ZANETIC, J. **Física Também é Cultura.** Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1989.

ZYLBERSTAJN, Arden. Concepções espontâneas em física: exemplos em dinâmica e implicações para o ensino. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, Departamento de Física UFSC, 5 (2), 03-16, dez/1983.

ANEXO I

Temática: “Modelos de transporte: implicações sócio-ambientais”, elaborada pelo GETCTS e desenvolvida junto aos professores do curso.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE EDUCAÇÃO
DEPARTAMENTO DE METODOLOGIA DO ENSINO

MODELOS DE TRANSPORTE: IMPLICAÇÕES SÓCIO-AMBIENTAIS

(Versão preliminar)

GRUPO DE ESTUDOS TEMÁTICOS EM
CIÊNCIA – TECNOLOGIA – SOCIEDADE

Adriane Griebeler
Cristiane Muenchen
Elder Luis Santini
Marcia Soares Forgiarini
Simoni Tormöhlen Gehlen
Roseline Beatriz Strieder
Décio Auler

Santa Maria, maio de 2005

UNIDADE I
COMBUSTÃO DE COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS

1º Momento: Problematização inicial

1. Como você veio para a escola hoje? Quais a vantagens e desvantagens do uso desta forma de locomoção? Discuta.
2. Para você, existe alguma relação entre meios de transporte, meio ambiente e sua saúde? Justifique.
3. Ao iniciarmos determinada viagem de carro, no início, o tanque está cheio de gasolina. Após percorrermos algumas centenas de quilômetros, este estará vazio. Para você, o que aconteceu com a gasolina? E a energia?
4. Uma pessoa pode fazer determinada viagem de ônibus ou de carro particular. Em que circunstâncias haverá um maior consumo de energia, por pessoa, por quilômetro rodado?

2º Momento: Organização do conhecimento

Atividade:

Colocar algumas (poucas) gotas de gasolina em um recipiente.

Questionamentos:

- O que irá acontecer se incendiarmos o combustível?
- Proceder a "queima" (atividade).
- O que aconteceu com a gasolina? "Desapareceu"?
- E a energia, desapareceu?

Textos para leitura e discussão com os alunos:

Texto 01: Calor de combustão e combustíveis fósseis

- Informações Relevantes
- Concepções Alternativas

Texto 01:

Calor de combustão[1]

Nos motores de automóvel, de outros veículos, e nas turbinas de avião, a energia necessária para a produção do movimento é proveniente da "queima" de um combustível (gasolina, álcool, óleo diesel ou querosene). A quantidade de calor liberada, durante a queima completa, de uma unidade de massa da substância, recebe o nome de calor de combustão.

O valor do calor de combustão é utilizado para permitir a comparação da quantidade de calor liberada por massas iguais de diferentes combustíveis. A Tabela I, reproduzida abaixo, fornece o calor de combustão de algumas substâncias.

A queima ou combustão é um processo em que há liberação de energia pela reação química de um combustível com oxigênio. Sua interpretação só é possível a partir da idéia de que as moléculas são constituídas de outras partículas, os átomos, que também interagem entre si.

[1] Texto adaptado parcialmente do GREF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. **Física 2: física térmica / óptica**. São Paulo: EDUSP, 1990.

A combustão, como qualquer outra reação química, produz substâncias (moléculas) diferentes das originais. Esse processo difere do processo de mudança de estado, onde ocorre apenas uma reorganização das moléculas. As substâncias produzidas pela combustão são formadas durante o processo de reação, através de um novo arranjo dos átomos que constituíam as moléculas da substância combustível e do oxigênio.

Existem dois tipos de energia associados a átomos e moléculas, que são a energia cinética (movimento) e a energia de ligação. A energia cinética tende a quebrar as ligações químicas (moléculas) enquanto a energia potencial química tende a mantê-las. A energia cinética depende da temperatura da substância. Assim, fornecendo calor à substância, sua temperatura aumenta, e, portanto, sua energia cinética, podendo romper as ligações químicas entre os átomos de suas moléculas, dando início ao que se chama de reação química. É isto que ocorreu na combustão da gasolina.

Combustível	**Calor de combustão (kcal/kg)**
Álcool etílico (etanol)	6400
Álcool metílico (metanol)	4700
Carvão vegetal	7800
Coque	7200
Gás hidrogênio	28670
Gás manufaturado	5600 a 8300
Gás natural	11900
Gasolina	11100
Lenha	2800 a 4400
Óleo diesel	10900
Petróleo	11900
Querosene	10900
TNT	3600

Tabela I – Calor de combustão de algumas substâncias

Para iniciar a combustão de um objeto inflamável é necessário aumentar a temperatura de pelo menos uma parte deste objeto, o que pode ser feito, por exemplo, por meio de um fósforo. A combustão (da madeira, do carvão, do derivados do petróleo, etc.), é uma reação química que faz o oxigênio do ar se unir com as moléculas destas substâncias. Em seguida, reproduz-se a combustão incompleta de uma molécula de gasolina.

$$C_8H_{18} + 12O_2 \rightarrow 7CO_2 + 9H_2O + 1CO + \text{(energia liberada)}$$

Na medida em que a combustão se processa, ligações da molécula de gasolina são quebradas pelas colisões com as moléculas de oxigênio. Como conseqüência, ligações entre os átomos das moléculas da gasolina e entre os das moléculas de oxigênio são quebradas. Os átomos se rearranjam para formar novas moléculas (lado direito da equação anterior): vapor d´água (H_2O), dióxido de carbono (CO_2) e monóxido de carbono (CO), com liberação de energia.

O monóxido de carbono produzido pela reação incompleta é um gás incolor e inodoro. Possui a propriedade química de combinar-se com a hemoglobina presente nos glóbulos vermelhos prejudicando o transporte de oxigênio para as células do corpo.

Para tornar a combustão mais completa, no caso dos automóveis, usa-se injeção eletrônica e catalisadores. Com isso, além da obtenção de mais energia do combustível, reduz-se a emissão de CO para a atmosfera. A combustão completa de uma molécula de gasolina é reproduzida a seguir:

$$C_8H_{18} + 25/2O_2 \rightarrow 8CO_2 + 9H_2O + \text{(energia liberada)}$$

Os combustíveis fósseis

A combustão de combustíveis fósseis é, hoje, uma das principais causas da poluição atmosférica. Estes se formaram há centenas de milhões de anos, originando-se da decomposição incompleta de materiais orgânicos, como plantas, pequenos animais, etc. Esta forma de energia passou a ser utilizada intensamente no século XX. Como, em seu processo de formação, a decomposição foi incompleta, representa o armazenamento de uma grande quantidade de energia, cuja origem encontra-se no Sol.

Há, nestes combustíveis fósseis, uma grande quantidade de carbono fixado nas moléculas, sendo que a combustão resulta na emissão de uma grande quantidade de carbono, aspecto muito problemático em termos de poluição.

- **"Concepções alternativas" sobre energia na compreensão dos estudantes**

No caso da combustão da gasolina, é importante considerar o que tem sido de concepções alternativas. Isto é, quando os estudantes chegam ao espaço da educação formal, muitas vezes, já possuem conceitos formulados. Pôr exemplo, diversas pesquisas tem identificado que há uma tendência em considerar energia como sinônimo de substância. No nosso caso, os alunos podem estar considerando energia como sinônimo de gasolina. Neste caso, será muito difícil a compreensão do princípio da conservação da energia considerando que efetivamente a gasolina desapareceu.

Relativamente à concepção anterior, estudantes tendem a confundir energia com os materiais usados como recursos energéticos onde ela se manifesta.

Também antecipam com mais facilidade ganhos do que perda de energia. Tendem a ignorar que, em sistemas de interação, enquanto um sistema ganha o outro perde energia.

As idéias de transporte, transformação, conservação e degradação de energia, geralmente estão ausentes da compreensão dos estudantes. Para eles, é comum o uso da energia em processos e até falam de conservação de energia, mas tem dificuldades de compreenderem esta idéia.

Além disto, os estudantes não têm assumido o princípio da conservação da energia conjuntamente com a idéia de degradação da energia.

Atividade:

Determine o "consumo" de energia, por pessoa, por quilômetro rodado, numa viagem feita num automóvel particular e num ônibus.

- **Informações relevantes**

- Segundo especialistas, os veículos motorizados são responsáveis por 90% do monóxido de carbono, cerca de 60 a 80% das partículas em suspensão e algo em torno de 80% a 90% de outros poluentes (www.mma.gov.br – ANEXO 01);
- Tabela de emissão de poluentes (ANEXO 02)

- Os automóveis são realmente úteis?

Um norte-americano "gasta" mais de 1. 500 horas por ano com seu automóvel: sentado dentro dele, andando ou parado, trabalhando para pagá-lo, para pagar seu combustível, os pneus, os pedágios, os seguros, as infrações e os impostos. Quatro horas do seu dia

são destinadas a seu carro, nas quais este se serve dele ou trabalha para ele. Sem contar o tempo que passa no hospital, no tribunal ou vendo publicidades/propagandas automobilísticas diante da televisão. Estas 1500 horas lhe servem para fazer aproximadamente 10. 000 Km, isto é 6Km/h. Exatamente a mesma velocidade que alcançam os seres humanos nos países que não tem indústria de transporte. Com a ressalva de que o americano em média destina à circulação um quarto de seu tempo social disponível, sendo que nas sociedades não motorizadas se destina a este fim entre 3% e 8%. (Gordillo, M. M. et all, (Grupo Argo), **Ciencia, Tecnología Y Sociedad**: Materiales para la educación CTS. Grupo Editorial Norte, (2001);

- O automóvel é sem dúvida o símbolo mais visível do consumismo do "Primeiro mundo". De um consumismo "sustentado" porque tudo se orienta a promover a freqüente substituição pelo "último modelo". Sem contar que eles são os responsáveis por quase 15% da emissão mundial de dióxido de carbono e uma porcentagem ainda maior de contaminação do ar local, da chuva ácida e da poluição sonora. Trata-se também de um dos principais consumidores de metais, plásticos e petróleo. Muitas vezes, a posse de um automóvel, principalmente nas grandes cidades, causa frustrações ainda mais graves devido à tensão provocada pelos engarrafamentos, as dificuldades para estacionar, além do elevado custos de compra e manutenção. (VILCHES, A. e GIL, D. **Construyamos um futuro sostenible.** Madrid: Cambridge University Press, 2003);

3º Momento: Aplicação do conhecimento

1. Rediscussão das questões propostas inicialmente.
2. Faça uma pesquisa sobre os de meios de transporte que há na sua cidade, e de quantos litros de combustível são consumidos por ano;

2.1. Em sua cidade, o número de automóveis tem aumentado nos últimos 15 anos? (fazer pesquisa). Faça uma análise ano a ano. Reproduza estes dados num gráfico;

2.2. Mantida esta tendência, qual o número provável de veículos, em sua cidade, no ano 2020? Quais os possíveis problemas em 2020[2]? (A execução destas atividades estão reproduzidas no "ANEXO DA TEMÁTICA", p. 78 e 79).

3. Calcular o "consumo" de energia de uma moto, comparando-o com o carro particular e o ônibus.
4. (ENEM/2003) Em um debate sobre o futuro do setor de transporte de uma grande cidade brasileira com trânsito intenso, foi apresentado um conjunto de propostas. Entre as propostas reproduzidas abaixo, aquela que atende, ao mesmo tempo, a implicações sociais e ambientais presentes nesse setor é
   (A) proibir o uso de combustíveis produzidos a partir de recursos naturais.
   (B) promover a substituição de veículos a diesel por veículos a gasolina.
   (C) incentivar a substituição do transporte individual por transportes coletivos.
   (D) aumentar a importação de diesel para substituir os veículos a álcool.
   (E) diminuir o uso de combustíveis voláteis devido ao perigo que representam.

5. (ENEM/2003) O setor de transporte, que concentra uma grande parcela da demanda de energia no país, continuamente busca alternativas de combustíveis. Investigando alternativas ao óleo diesel, alguns especialistas apontam para o uso do óleo de

[2] Para complementar discussões sobre a poluição causada pelos veículos sugere-se o texto do ANEXO 03

girassol, menos poluente e de fonte renovável, ainda em fase experimental. Foi constatado que um trator pode rodar, nas mesmas condições, mais tempo com um litro de óleo de girassol, que com um litro de óleo diesel. Essa constatação significaria, portanto, que usando óleo de girassol,

(A) o consumo por km seria maior do que com óleo diesel.
(B) as velocidades atingidas seriam maiores do que com óleo diesel.
(C) o combustível do tanque acabaria em menos tempo do que com óleo diesel.
(D) a potência desenvolvida, pelo motor, em uma hora, seria menor do que com óleo diesel.
(E) a energia liberada por um litro desse combustível seria maior do que por um de óleo diesel.

6. (ENEM/2003) Do ponto de vista ambiental, uma distinção importante que se faz entre os combustíveis é serem provenientes ou não de fontes renováveis. No caso dos derivados de petróleo e do álcool de cana, essa distinção se caracteriza

(A) pela diferença nas escalas de tempo de formação das fontes, período geológico no caso do petróleo e anual no da cana.
(B) pelo maior ou menor tempo para se reciclar o combustível utilizado, tempo muito maior no caso do álcool.
(C) pelo maior ou menor tempo para se reciclar o combustível utilizado, tempo muito maior no caso dos derivados do petróleo.
(D) pelo tempo de combustão de uma mesma quantidade de combustível, tempo muito maior para os derivados do petróleo do que do álcool.
(E) pelo tempo de produção de combustível, pois o refino do petróleo leva dez vezes mais tempo do que a destilação do fermento de cana.

UNIDADE II
TRANSPORTE/MOBILIDADE SUSTENTÁVEL

1º Momento: Problematização inicial

1. Para você, há vantagens em ir para o trabalho ou para o colégio pedalando? Discuta. E desvantagens? Discuta.

2º Momento: Organização do conhecimento[3]

Textos para leitura e discussão com os alunos:

Texto 01: O Veículo da Saúde
Texto 02: Bicicleta como meio de transporte ecológico alternativo (Anexo 10)
Texto 03: História da Bicicleta
Texto 04: Valor Energético dos Alimentos

Texto 01:

O Veículo da Saúde[4]

Caderno Vida - Zero Hora

A bicicleta, além de ser um meio ecológico de transporte, melhora o condicionamento físico, queima calorias e enrijece a musculatura

Que tal deixar o carro na garagem e ir para o trabalho ou para o colégio pedalando? As vantagens dessa troca podem ser bem interessantes. Você economiza combustível, não fica preso em congestionamentos, não polui o ar e ainda entra em forma ao praticar uma atividade física completa.

– A bicicleta fortalece as articulações sem agredi-las, pois não há impacto. Até uma pessoa com problemas no joelho consegue praticar sem problemas – argumenta o professor de educação física Tiago de Moraes Alfonsin, um apaixonado pelo ciclismo que se desloca pela Capital a bordo de seu veículo de duas rodas.

Se o seu trabalho ou local de destino fica distante até seis quilômetros de sua casa, dá para ir de bicicleta todos os dias. Esse é o deslocamento máximo recomendado. Seis quilômetros de ida e seis de volta. A média dos deslocamentos urbanos em Porto Alegre é de 2,3 quilômetros.

A bicicleta, além de fortalecer a musculatura de todo o corpo, desenvolve os sistemas cardiovascular e respiratório e equaliza o peso corporal. Quem é magro aumenta de peso ao ganhar massa muscular. Quem está acima do peso emagrece. Andar de bicicleta a cerca de 15 km/h gasta 300 Kcal (em uma hora). Para queimar 600 Kcal é preciso ir a uma velocidade mais rápida, cerca de 30 km/h.

Mas não esqueça: para que uma atividade física como o ciclismo reverta em qualidade de vida, ela precisa ser moderada, regular (no mínimo três vezes por semana) e sistemática.

---

[3] No processo de funcionamento da bicicleta, podem ser discutidos conceitos como: período e freqüência (ANEXO 04).

[4] Texto de www.servlets.hotlink.com.br/libertas

Texto 03:

História da bicicleta[6]

A bicicleta é um veículo movido pela ação humana que consiste de duas rodas, uma atrás da outra, unidas por uma estrutura.

Figura 03

A primeira bicicleta era um veículo muito simples; foi inventada pelo francês De Siorac, no ano de 1790 e era composta por duas rodas do mesmo tamanho, ligadas por uma travessa de madeira. Possuía também um cabo ou manivela para o apoio das mãos. O homem, sentado a cavalo na madeira transversal, empurrava o veículo tocando o chão com os pés. Mais tarde, em 1818, o alemão
Carlos Drais aperfeiçoou este veículo, fazendo com que a roda anterior ou dianteira pudesse mover-se para a direita e para a esquerda. A Draisina, como se chamava, era ainda impelida pelos pés.

Em 1885, o francês Michaud lançou um novo modelo, o biciclo que possuía uma roda dianteira muito grande e a traseira muito menor. A roda dianteira apresentava pedais. Estes, forçados pelo ciclista que ia sentado em um selim altíssimo, fazia com que a roda se movesse. Era o primeiro biciclo que apresentava um mecanismo produtor de movimento. Sua velocidade era de 12 km por hora. Não tinha muita estabilidade por causa da desproporção entre as duas rodas e não era prático, pois era difícil de montar. O francês Sargent fez depois as duas rodas de mesmo tamanho e deu-lhes as dimensões que hoje conhecemos. Inventou também a cadeia de transmissão de movimento à roda posterior e os pedais foram inseridos em um sistema de duas rodas dentadas, unidas por uma cadeia. Assim nasceu a bicicleta. Em 1890, o inglês Dunlop colocou pneumáticos nas rodas deste meio de transporte.

Figura 04

No início do século 20, a bicicleta havia se transformado em uma forma barata de transporte pessoal no trabalho e lazer. A partir da década de 20, a ascensão do automóvel diminuiu a importância da bicicleta no Ocidente, mas, na década de 60 houve um ressurgimento do interesse por este veículo.

Texto 04:

Valor Energético dos Alimentos[7]

A bicicleta é uma das modalidades mais fáceis e gostosas para iniciantes na

[6] Texto extraído de www.ciclista.com.br/historia.asp
(texto escrito em "português" de Portugal)
[7] Texto parcialmente adaptado de www1.uol.com.br/cyberdiet/colunas/011025_fit_

malhação. Pedalar combina prazer com emagrecimento. Pedalando 1 hora, você poderá eliminar de 300 a 600 quilocalorias, dependendo do ritmo e da carga ou intensidade.

Beneficia o coração. A atividade favorece os sistemas respiratório, cardíaco e muscular, além de aumentar a resistência física, garantindo o bom funcionamento do coração e prevenindo doenças cardíacas. O valor energético ou valor calórico de um alimento é proporcional à quantidade de energia que pode proporcionar ao queimar-se na presença de oxigênio. Mede-se em calorias. Como o seu valor é muito pequeno, em dietética, toma-se como medida a quilocalorias (1Kcal = 1000 calorias).

Por vezes, a quilocaloria é representada com o termo Caloria (com letra maiúscula), o que deve ser evitado.

3º Momento: Aplicação do conhecimento

Figura 05

1. Rediscussão das questões propostas inicialmente.
2. *Questão:*

Você já deve ter comido churrasco. Da última vez, exagerou, consumindo 1500 Kcal (equivale a quantos gramas de carne?), além do necessário. Quantos quilômetros, em média, você precisaria pedalar de bicicleta para "queimar" estas calorias? (Consultar tabela - ANEXO 05)

Atividade:

Faça um levantamento dos alimentos que você costuma ingerir diariamente, relacionando-os com seu respectivo "valor calórico"[8] e preencha a tabela a baixo.

Tabela dos alimentos

Alimentos consumidos durante o dia	Quantidade de alimentos	Quantidade de alimentos em gramas	Valor calórico
Valor total de quilocalorias consumidas durante 1 dia =			

Para este valor calcule quantos quilômetros você deverá pedalar de bicicleta para "queimar" a quantidade de energia liberada na oxidação destes alimentos?(Lembre-se que o organismo humano, também, requer energia para seu 'funcionamento").

[8] A tabela da energia liberada na oxidação encontra-se no ANEXO 05.

UNIDADE III
TRANSFORMAÇÃO/CONSERVAÇÃO DA ENERGIA

1º Momento: Problematização inicial

1. Se o Sol "apagasse" amanhã, poderíamos substituí-lo artificialmente? Como seria isto?

2º Momento: Organização do conhecimento

Textos para leitura e discussão com os alunos:

Texto 01: A energia e sua lei de conservação – Transformações e transferências de energia.

Texto 02: Conversões de energia.

Texto 01

A Energia e sua Lei de Conservação – Transformações e transferências de Energia[9]

As atividades humanas são realizadas a partir de transformações de uma quantidade de energia, de natureza eletroquímica, que provém diariamente dos alimentos ingeridos. Isto é igualmente válido para as atividades de animais de todas as espécies. Carros, aviões, foguetes, também necessitam de energia para se movimentar. Para o carro avançar ele tem que transformar em energia de movimento parte da energia que provém do combustível. O mesmo vale para o avião ou para o foguete.

Mas o que acontece com a energia liberada pela combustão do combustível de um carro? No motor, o combustível explode, ocorrendo o movimento dos pistões. Este movimento é transmitido às rodas, fazendo com que o carro se desloque. Esta energia de movimento é chamada **energia cinética** do carro. Portanto, parte da energia que estava acumulada no combustível é transformada em energia de movimento ou energia cinética.

Outras máquinas, como o liquidificador, ventilador, furadeira, não são movidas pela energia de um combustível. Nestes aparelhos é a energia elétrica que é transformada em energia cinética. Esta energia vem de uma usina até nossa casa. Nestas usinas existem enormes turbinas que se movimentam. A energia para provocar a rotação de uma turbina numa usina hidrelétrica provém do movimento da água que cai sobre suas pás. Já numa usina termoelétrica é a energia de movimento do vapor d'água que se transforma em energia cinética de rotação das pás da turbina.

Mas de onde provém a energia que se transformou em cinética da água, ou para aquecer a água até transformá-la em vapor? No caso da usina hidrelétrica, existe uma barragem que armazena a água a uma certa altura em relação à turbina. Devido à atração gravitacional da Terra, podemos dizer que o sistema Terra-água armazena uma forma de energia que denominamos **energia potencial gravitacional**. Isto significa que esta energia pode ser transformada em energia cinética quando a água atinge as turbinas. Nas usinas termoelétricas, a energia necessária para aquecer a água provém geralmente de combustíveis como o carvão, derivados do petróleo, e do urânio (utilizado nas usinas nucleares). A função de qualquer uma destas usinas é transformar estas energias em

[9] GREF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. **Física 1: mecânica**. São Paulo: EDUSP, 1990.

energia elétrica. Um ventilador a transformará em energia cinética, uma lâmpada em energia radiante (térmica e luminosa), uma bomba d'água a transformará de volta em energia potencial gravitacional, e assim por diante.

Não é só o sistema Terra-água que pode armazenar energia potencial gravitacional: qualquer objeto que se afaste da Terra pode também fazê-lo. Um bate-estaca é um exemplo.

As pilhas e as baterias também produzem energia elétrica através de reações químicas que ocorrem em seu interior. No carro, por exemplo, esta energia é transformada em luz nos faróis, em movimento no motor de arranque, em som na buzina ou na faísca nas velas de ignição.

A principal fonte de energia que utilizamos é a energia solar. A radiação solar é usada na fotossíntese que é responsável pela produção dos alimentos vegetais, da lenha, do carvão e do petróleo. Também é responsável pela evaporação e ventos que por sua vez permitem o aproveitamento da hidroeletricidade. Em resumo, o ciclo do carbono e os ciclos da água e do ar, que são a base dos insumos energéticos humanos, são ciclos movidos a energia solar.

A energia que o Sol, e muitas outras estrelas irradiam, tem origem em reações de fusão nuclear, onde núcleos de hidrogênio são fundidos formando núcleos de hélio. Por outro lado, para tais reações ocorrerem é preciso ter, de início, temperaturas de milhões de graus. Essas temperaturas são atingidas devido à autoconcentração gravitacional do próprio Sol, ou seja, da transformação de energia potencial gravitacional em energia cinética desordenada (térmica), que provoca um processo exotérmico nuclear, o qual propicia mais radiação emitida para o espaço sideral, inclusive para a Terra, onde é absorvida.

Tanto a idéia de transferência como a de transformação, partem do princípio que a energia total se mantém constante, ou seja, em todos os casos discutidos, estamos supondo que a **energia** total é algo que **não varia**. Isto é, ela se **transforma** em outra forma de energia ou se **transfere** de um sistema para outro, mas em qualquer instante ela tem, no balanço total, o mesmo valor. Assim, em qualquer interação, se uma quantidade de energia "desaparece", outras formas de energia "surgem" em quantidade equivalente à energia "desaparecida". Este é o **princípio de conservação da energia**, e sua universalidade torna-o extremamente importante na Física.

Texto 02:

Conversões de energia[10]

A energia que utilizamos diariamente provém, quase toda ela, do Sol. Veja, na figura abaixo, alguns exemplos da transformação da energia solar em outras formas de energia.

De todos os organismos vivos do planeta, exceto as plantas, incluindo as algas e bactérias fotossintetizantes, nenhum, em seu processo evolutivo, aprendeu a utilizar a radiação solar de forma direta para suas necessidades energéticas, considerando ser o Sol o grande responsável pelo suprimento em termos energéticos. De uma forma resumida, as plantas adquiriram a capacidade de transformar a energia solar em energia

[10] Adaptado parcialmente de: Branco, Samuel M. **Energia e meio ambiente**. São Paulo: Moderna, 1993; Alvarenga, B., Máximo, A. **Física**. Volume único. São Paulo, Scipione, 1998; Auler, D. & Freitas, D. S. **Sol e Vida** (material preparado para uma oficina). Mimeografado. Santa Maria, 2003.

química, esta última acessível, por exemplo, para os outros seres vivos, inclusive, os humanos.

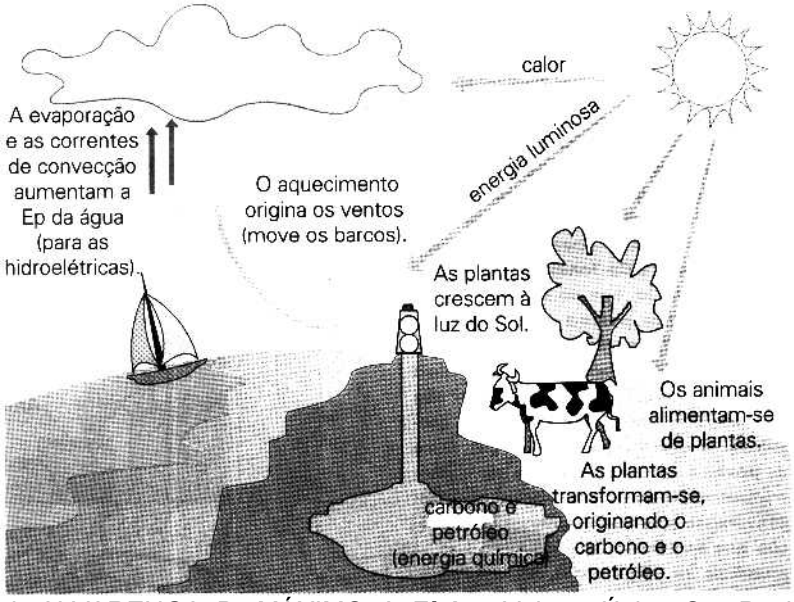


Figura 06: Extraída de ALVARENGA, B., MÁXIMO, A. **Física.** Volume Único. São Paulo: Scipione, 1998.

Neste processo, denominado fotossíntese, ou seja, síntese a partir da luz, os vegetais utilizam dois compostos de baixo teor energético, o dióxido de carbono (CO2) e a água (H2O), sintetizando compostos de alto teor energético, como, por exemplo, a molécula de glicose (C6H12O6).

Para que ocorra este reagrupamento ou reação química, descrita anteriormente, é necessário que seja fornecida uma quantidade de energia maior do que aquela que mantém tais elementos ligados na molécula original. E aí entra a energia oriunda do Sol, ou seja, a energia radiante. Como resultado destes reagrupamentos, sobra oxigênio, o qual é liberado na atmosfera. Assim, a energia radiante foi transferida para a molécula de glicose que constitui um dos alimentos produzidos. Neste processo, as plantas captam e armazenam a energia solar, disponibilizando-a para uso posterior. Esta energia fica armazenada, contida nas ligações dos elementos químicos que compõem a glicose, sendo chamada de energia química de ligação.

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow{\text{luz}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$$

Existem também conversões de energia nos animais, ou seja, todos os seres vivos realizam a conversão de energia química em calor, não apenas os animais de “sangue quente” (aves e mamíferos), como também os de “sangue frio”.

Nos músculos dos animais ocorre a conversão de energia química em mecânica, ocorrendo a produção de calor. Portanto, o calor é conseqüência da atividade muscular. A célula muscular –ou fibra muscular– converte a energia química em energia mecânica (movimento). O combustível para a fibra muscular é a glicose (um tipo de açúcar que contém altos índices de energia). O movimento dos músculos é resultado desta energia liberada, mas o rendimento energético não é total, parte se perde (degrada), gerando calor que se desprende do corpo do animal. Assim, quanto mais exercitarmos nossos músculos, mais calor produzimos. Um exemplo é a abelha que vibra intensamente os

músculos que movimentam suas asas para aquecer o recinto fechado e “termicamente isolado” da colméia.

A energia armazenada pelas plantas pode, posteriormente, ser transferida aos animais na forma de alimento. O fluxo de energia que se inicia com a absorção da luz solar pelas plantas, como observamos na figura abaixo, ao final do processo, é totalmente transferida ao ambiente na forma de calor, aspecto denominado de degradação de energia.

Há também, nos seres vivos, a conversão de energia química em luz, como é o caso de microrganismos marinhos, medusas, crustáceos e o vaga-lume. Esses seres vivos possuem uma substância chamada luciferina, que após algumas reações enzimáticas, realiza essa conversão de energia química em energia luminosa. Podemos ainda encontrar em alguns peixes (enguia elétrica, arraia elétrica e bagre elétrico) a produção de energia elétrica, pois eles são capazes de gerar descargas de mais de 500 volts, utilizadas como meio de ataque e defesa. Essa descarga é produzida por tecido muscular modificado.

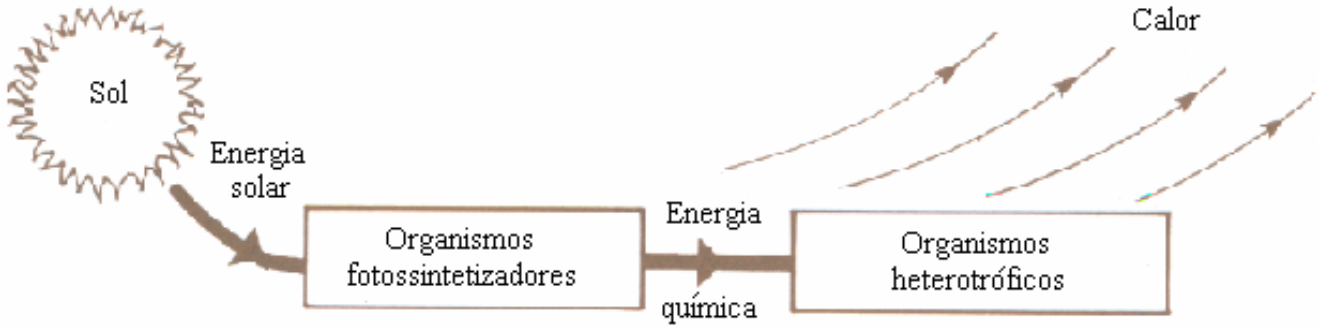
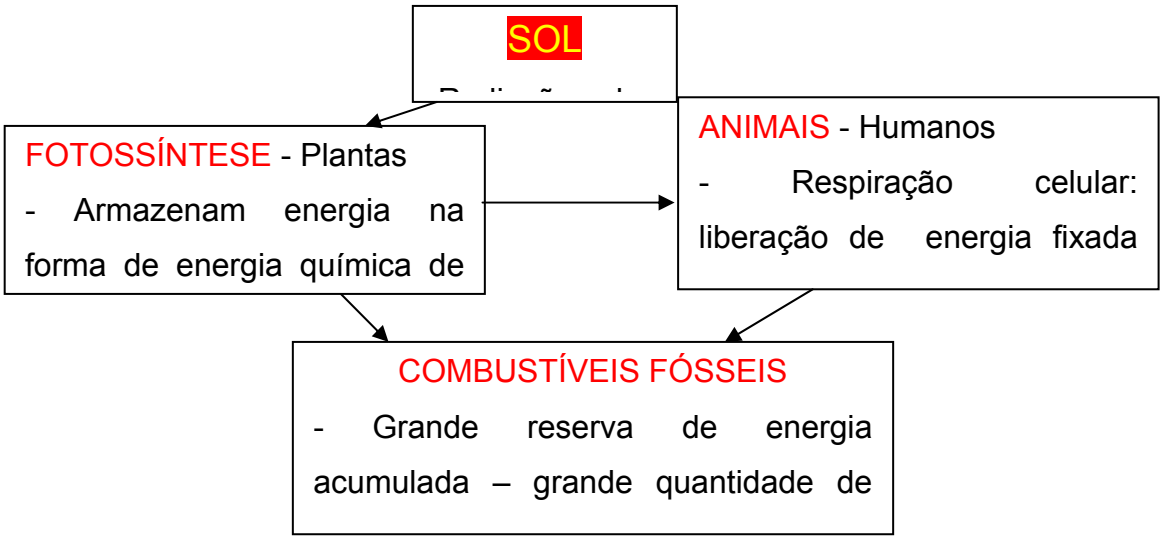


Figura 07: Fluxo de energia no mundo biológico. Extraída de Okuno, E., Caldas, I.L. e Chow, C. **Física para Ciências Biológicas e Biomédicas**. São Paulo: Harper & Row do Brasil, 1982.

SÍNTESE DAS DISCUSSÕES ANTERIORES



3º Momento: Aplicação do conhecimento

1. Rediscussão da questão inicial;
2. Se a energia se conserva, por que a constante preocupação com o "uso racional da energia?".

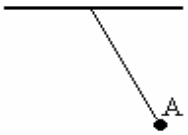
UNIDADE IV
RENDIMENTO EM MÁQUINAS TÉRMICAS: DEGRADAÇÃO DA ENERGIA[11]

1º Momento: Problematização inicial

1. Henrique tem um carrinho que, quando lhe é dado corda, imediatamente entra em movimento e, após determinado tempo, pára. Em que situação podemos dizer que o carrinho tem mais energia? Faça um comentário justificando a opção escolhida.

a. Antes de lhe dar corda;
b. No momento em que foi dado toda a corda;
c. Quando atinge a velocidade máxima;
d. Quando está parado;
e. A energia é sempre a mesma.

2. Soltando-se o balanço da posição A, ele retornará a esta posição? Por quê? Que transformações de energia ocorrem durante o movimento de vai-e-vem do balanço? Relacione com um pêndulo.



3. Durante o funcionamento de um automóvel, tanto o motor quanto o cano de descarga sofrem um aquecimento considerável. Para você, por que isto acontece?
4. O que significa dizer que um carro é 1.0, 1.8 ou 2.0?

2º Momento: Organização do conhecimento

Textos para leitura e discussão com os alunos:

Texto 01: Trabalho realizado no motor.

Texto 02: Potência e perdas térmicas.

Texto 03: Da evolução das máquinas térmicas ao estabelecimento das leis da termodinâmica.

[11] É fundamental destacar que a degradação ambiental está intimamente relacionada à degradação de energia.

Texto 01 - Trabalho realizado no motor[12]

Primeira Lei da Termodinâmica

A finalidade de todas as máquinas é realizar algum tipo de trabalho: erguer, movimentar, misturar, amassar, etc. E, para realizá-lo, elas necessitam de algum tipo de "fonte" de energia. Quando essa "fonte" acaba, elas deixam de funcionar, o que indica que as máquinas transformam um tipo de energia em outra.

Considerando a discussão sobre o funcionamento do motor de combustão[13], relativa aos quatro tempos de funcionamento do motor, num ciclo, uma certa quantidade de gasolina é "queimada". Da energia térmica (Q) liberada, uma parte é utilizada na realização de trabalho (τ), e outra corresponde à energia não aproveitada/degradada (ΔU). Do ponto de vista energético, o trabalho representa a quantidade de energia útil ou aproveitada e a variação da energia interna representa a quantidade de energia que se perde ou que não é aproveitada. Desta maneira, podemos expressar o balanço energético de forma que, da soma entre o trabalho realizado (τ) e a variação da energia interna (ΔU), resulte a quantidade de energia (Q) liberada na combustão. Este princípio da conservação de energia tem sido denominado de primeira lei da termodinâmica, cuja representação matemática está reproduzida em seguida:

$$\mathbf{Q = \tau + \Delta U}$$

No funcionamento do motor, apenas no 3º tempo há realização de trabalho, quando os gases resultantes da combustão empurram o pistão. Uma vez que nos outros tempos (admissão, compressão e expulsão), a continuidade do movimento do pistão se dá através da realização de um trabalho externo, devido a inércia (tendência em continuar em movimento) do volante ou do conjunto do sistema em que estão acoplados vários pistões ao mesmo virabrequim.

Por outro lado, durante o 4º tempo, a temperatura dos gases que saem pelo escapamento é superior à de antes da explosão. Isto significa que parte do calor de combustão (do combustível) é eliminada na forma de energia interna dos gases, além da troca contínua de calor entre o corpo do motor e o ambiente.

Segunda Lei da Termodinâmica

No motor de combustão interna[14], há a troca espontânea de calor da fonte quente, a câmara de combustão (cilindro), para a fonte fria, o ambiente.

A 2ª lei da termodinâmica refere-se ao sentido preferencial em que ocorre a troca de calor entre duas fontes e à limitações na transformação integral de calor em trabalho.

---

[12] Adaptado parcialmente de: Auler, D. **A interdependência conteúdo-contexto-método no ensino de física**: **um exemplo em física térmica**. Dissertação. Santa Maria: CE/UFSM,1995, e Gonçalves Filho, A. & Toscano, C. **Física e Realidade**. Volume 2. 1ª edição. São Paulo: Scipione, 1997.

[13] Para uma discussão sobre as transformações gasosas, no motor do automóvel, sugere-se o texto do ANEXO 06.

[14] Para uma discussão sobre os impactos ambientais causados pelo uso do motor de combustão interna sugere-se o texto que se encontra no ANEXO 07.

A troca de calor que ocorre no motor, da fonte quente para a fonte fria, representa um processo irreversível. Este processo significa a "incapacidade" de um sistema e suas vizinhanças retornarem, por si só, às condições iniciais.

Temos como exemplo de um processo irreversível o movimento de um pêndulo simples, o qual entra em repouso depois de algum tempo em virtude dos choques com as moléculas do ar e outros atritos. Durante o movimento, a energia mecânica do sistema é transformada em energia térmica. No movimento oscilatório do pêndulo, as moléculas não se organizam e empurram o pêndulo, fazendo-o recuperar a energia inicial, ou seja, a energia térmica não é naturalmente transformada em energia mecânica. Quando desconsideramos atritos, o pêndulo continua oscilando, ou seja, ele retorna à posição inicial, sendo este um processo reversível.

Em nosso cotidiano encontramos muitos processos irreversíveis. Um exemplo é a queima de uma folha de papel e a morte de um animal; só uma seqüência é possível – nós sabemos com certeza o que "vem antes" e o que "vem depois".

Na vida real, todos os fenômenos espontâneos ou naturais são irreversíveis. A natureza só admite uma seqüência para o transcurso dos acontecimentos. Em todos eles há uma espécie de orientação que indica o sentido do transcorrer do tempo.

Se colocarmos num recipiente cem bolinhas vermelhas na parte de baixo e cem bolinhas azuis sobre elas e fecharmos e agitarmos o mesmo, as bolinhas irão se misturar. Seria possível voltarmos à situação inicial, com todas as bolinhas vermelhas embaixo e todas as azuis em cima? Não é impossível, mas é altamente improvável. Talvez tivéssemos que agitar o recipiente durante milhões de anos sem conseguir o desejado.

Algo semelhante ocorre na natureza. Os corpos são constituídos por um grande número de moléculas e os fenômenos que consideramos impossíveis de ocorrer exigem uma ordenação muito especial dessas moléculas ou de seus movimentos.

Para expressar quantitativamente as características dos processos irreversíveis, o físico alemão R. Clausius, por volta de 1860, introduziu o conceito de entropia, que é uma grandeza apropriada para caracterizar o grau de desordem e de degradação da energia envolvida nos processos irreversíveis.

O fato de existir um sentido preferencial para a ocorrência dos processos naturais, aplicado à energia térmica, representa uma das formas de enunciar a 2ª lei da termodinâmica.

"É impossível realizar espontaneamente a troca de calor de um sistema de menor temperatura para outro de maior temperatura"

A transformação de energia térmica em trabalho nunca se dá totalmente, o que impõe uma limitação para o rendimento das máquinas térmicas. Sempre haverá a perda de parte da energia interna do combustível para a fonte fria (peças do motor/ambiente). Assim, parte da energia que estava disponível para realizar trabalho torna-se inaproveitável. Esta parcela de energia é caracterizada como uma forma desordenada de energia e está relacionada com a grandeza denominada *entropia*[15]. O aumento da entropia está relacionado com "o grau de degradação" desta energia.

Nos processos irreversíveis a entropia total sempre aumenta. Assim, a entropia, ao contrário de outras grandezas (energia, momento, etc.) não se caracteriza por uma lei de conservação, mas por um princípio de aumento.

Também podemos expressar a 2ª lei da termodinâmica em função da limitação da transformação de calor em trabalho.

---

[15] Consultar ANEXO 08, GREF – Grupo de Reelaboraçao do Ensino de Física. **Leituras de física: física térmica**. São Paulo: EDUSP, 1996

"Não é possível construir uma máquina térmica que, operando em ciclos periódicos, transforme toda a energia em trabalho."

Existe uma significativa diferença entre a energia interna de um sistema e a energia mecânica macroscópica do sistema. O movimento ordenado de um objeto ou sistema pode ser transformado integralmente em movimento desordenado de suas moléculas. Porém, o oposto não ocorre.

Se considerarmos uma massa gasosa como exemplo, pode-se transformar parcialmente o movimento caótico/desordenado de suas moléculas em movimento ordenado de um outro sistema que a ela esteja acoplado. Isto ocorre no motor de combustão interna, onde a mistura de combustível e ar, submetida a alta temperatura e alta pressão, se expande contra o pistão. Como este só pode deslocar-se numa direção, o movimento desordenado das moléculas da mistura gasosa é, então, parcialmente transformado em movimento ordenado do mesmo.

O aumento da entropia corresponde a um aumento no movimento desordenado das moléculas do universo. Segundo este raciocínio, quando a entropia do universo chegar ao máximo, o calor não mais será conduzido, pois todo o universo estará numa mesma temperatura. Não haverá mais energia disponível para a realização de trabalho. Será então a "morte térmica" do universo.

Texto 2 - Potência e perdas térmicas[16]

1. Determine o trabalho, a potência e o rendimento de um motor 1.6 que opera com pressão média de 8 atm a 3500 rpm e que consome, nestas condições, 6,0 g/s de gasolina.

Quando se diz que um carro é 1.6 ou 1.8 estamos nos referindo a sua potência, fornecendo o volume do interior dos cilindros disponível para ser ocupado pela mistura combustível-ar na admissão.

Para aumentar o rendimento de um motor a combustão, os construtores aumentam a razão entre o volume máximo e mínimo dentro do cilindro, ocupado pela mistura combustível. Se a mistura é bastante comprimida antes de explodir, a pressão obtida no momento da explosão é maior. Além disso, o deslocamento do pistão é tanto maior quanto maior a razão entre o volume máximo e mínimo.

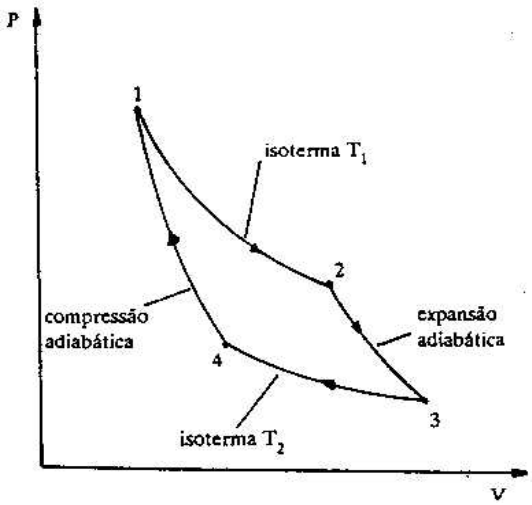
Exemplificando, um cilindro de um carro 1.6 (carro da Fiat) possui um diâmetro de 8,64 cm e um curso de 6,74 cm. Qual o volume deste cilindro?

Aumentar o rendimento de um motor corresponde a aumentar as variações de pressão e de volume, o que corresponde no diagrama p *versus* V a um aumento da área interna delimitada pelo ciclo. Essa área representa o trabalho realizado pela máquina em cada ciclo.

O trabalho por ciclo do motor pode ser calculado pela relação: $\tau = p.\Delta V$, onde $p = 8$ atm $= 8.10^5$ N/m^2 e $\Delta V = 1,6$ L $= 1600$ cm^3 $= 1,6.10^{-3}$ m^3.

Então: $\tau = 8.10^5 .1,6.10^{-3} = 1280$ J.

[16]Adaptado parcialmente: GREF – Grupo de Reelaboraçao do Ensino de Física. **Leituras de física: física térmica**. São Paulo: EDUSP, 1996.



A potência do motor pode ser obtida pela relação:

P = $\frac{\tau}{\Delta t}$, onde Δt é a duração de um ciclo.

Como a freqüência f = $\frac{3500\,\text{ciclos}}{60\,\text{segundos}} = \frac{350\,\text{ciclos}}{6\,\text{segundos}}$, a duração Δt de um ciclo é $\frac{6}{350}$ s.[17]

Portanto:

$$P = \frac{\tau}{\Delta t} \rightarrow P = 1280 \cdot \frac{350}{6} = 74667\ W.$$

Para determinarmos a quantidade de calor fornecida pelo combustível, devemos considerar que cada grama de gasolina libera, na queima, 11100 cal (calor de combustão). A quantidade de calor liberada em um segundo é de: 6 x 11100 = 66600 cal = 279720 J.

Definimos rendimento como a razão entre o trabalho produzido e a energia fornecida:

$$\eta = \frac{\tau}{Q} \rightarrow \eta = \frac{\tau}{Q} \rightarrow \eta = \frac{74667}{279720} \rightarrow \eta = 0{,}27 \quad \text{ou} \quad \eta = 27\%.$$

Se toda a energia fosse transformada em trabalho o rendimento seria 1 ou 100%. Isso nunca acontece.

A necessidade de melhorar o rendimento das máquinas térmicas reais exigiu um estudo que resultou na elaboração de um ciclo ideal, que não leva em consideração as dificuldades técnicas.

Qualquer máquina que operasse com esse ciclo, denominado Ciclo de Carnot, teria rendimento máximo, independente da substância utilizada.

Essa máquina idealizada operaria num ciclo completamente reversível, o que é impossível de se conseguir na prática, o **Ciclo de Carnot**. Se uma máquina térmica operasse num ciclo como esse teria um rendimento máximo.

Figura 08 – Ciclo de Carnot

[17] Para uma discussão sobre Freqüência e Período, sugere-se a utilização de uma Bicicleta, conforme ANEXO 04.

Texto 03 - Da evolução das máquinas térmicas ao estabelecimento das leis da termodinâmica[18]

Uma das grandes contribuições do século XIX foi a doutrina da conservação de energia que representa a constatação, por todo um grupo de cientistas, da importância da intermutabilidade das diversas formas de energia. E inspirava-se no estudo da conversão da energia química acumulada no carvão em energia térmica, que já vinha a ser conseguida, na prática, pela máquina a vapor, desde a Revolução Industrial. Adquirindo forma matemática, emergiu como a ciência da termodinâmica, cuja primeira lei, a lei da conservação da energia, é completada com uma segunda lei que determina as suas limitadas disponibilidades.

A Inglaterra, após desmatar quase todas as suas florestas, no final do século XVII, passou a utilizar o carvão mineral como fonte de energia. Como as minas de carvão ficavam constantemente inundadas de água e a retirada manual desta não era uma tarefa fácil, as primeira máquinas a vapor tinham como objetivo a retirada desta água das minas. Porém, o seu uso, nas minas, como para outras finalidades, encontrava um enorme problema: o baixo rendimento. A eficiência, ou seja, a energia efetivamente aproveitada (resultante da combustão), de uma certa quantidade de carvão, ficava em torno de 5%.

No inicio do século XIX, com o surgimento das mais variadas máquinas térmicas, surgiu a ciência da termodinâmica, pois as discussões sobre a eficiência dessas máquinas proporcionou o desenvolvimento de teorias sobre calor e trabalho.

As teorias sobre conservação e degradação da energia foram motivadas pela necessidade de resolver problemas técnicos, ou seja, aumentar a eficiência da máquina a vapor, atendendo não a aspectos especulativos da ciência e sim a interesses econômicos.

3º Momento: Aplicação do conhecimento

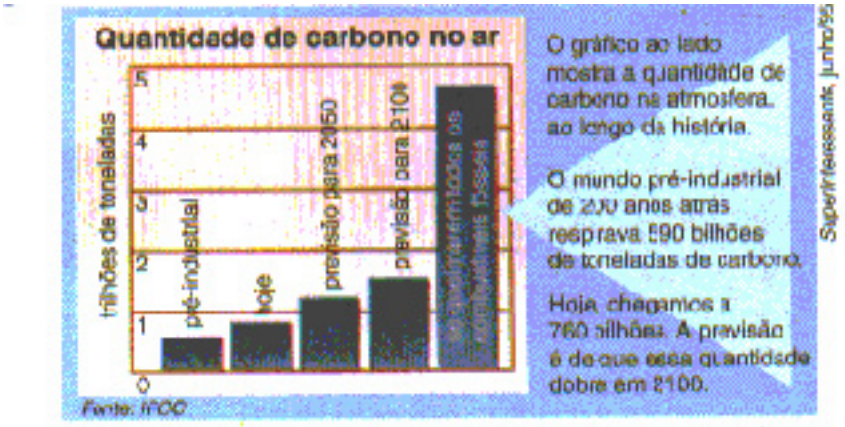
1. Rediscussão das questões iniciais;
2. Discuta e proponha alternativas viáveis, particularmente no campo ambiental, para o transporte de pessoas e cargas;
3. O texto *Transportes: riscos para o meio ambiente*, (anexo 1) destaca a importância do uso de catalisadores. Como é feito o controle e a manutenção dos filtros catalisadores aqui em Santa Maria? Vá para oficinas mecânicas para avaliar este aspecto;
4. As políticas públicas deveriam priorizar quais modelos de transporte?

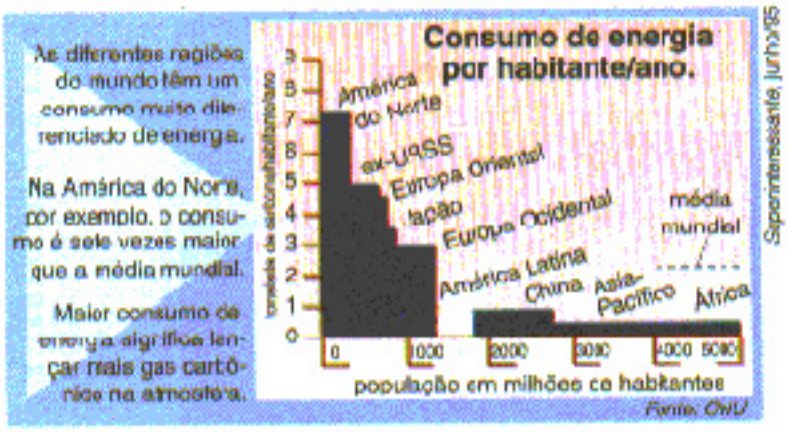
4.1. No RS, o aporte de recursos públicos tem priorizado que modelo de transporte? E os subsídios dados à General Motors (GM)? Foi uma decisão técnica, neutra?

5. O que está acontecendo com o transporte ferroviário? E aqui em Santa Maria?
6. O desenvolvimento científico-tecnológico em curso resolverá os problemas relacionados ao transporte de cargas e pessoas?

7. Consumo de energia em diferentes países e emissão de carbono

[18] **Adaptado parcialmente de Auler, D., Auth, M.** Da evolução das máquinas térmicas ao estabelecimento das leis da termodinâmicas. **Texto mimeografado. Santa Maria 1996.**





Tabelas sobre consumo de energia em diferentes países (GONÇALVES, F. A.., TOSCANO C., **Física para o ensino médio**: volume único – São Paulo: Scipione, 2002, pg. 148)

8. (ENEM/2003) No Brasil, o sistema de transporte depende do uso de combustíveis fósseis e de biomassa, cuja energia é convertida em movimento de veículos. Para esses combustíveis, a transformação de energia química em energia mecânica acontece
   (A) na combustão, que gera gases quentes para mover os pistões no motor.
   (B) nos eixos, que transferem torque às rodas e impulsionam o veículo.
   (C) na ignição, quando a energia elétrica é convertida em trabalho.
   (D) na exaustão, quando gases quentes são expelidos para trás.
   (E) na carburação, com a difusão do combustível no ar.

9. (ENEM/2003) Nos últimos anos, o gás natural (GNV: gás natural veicular) vem sendo utilizado pela frota de veículos nacional, por ser viável economicamente e menos agressivo do ponto de vista ambiental. O quadro compara algumas características do gás natural e da gasolina em condições ambiente.

	Densidade (kg/m^3)	Poder Calorífico (kJ/kg)
GNV	0,8	50.200
Gasolina	738	46.900

Apesar das vantagens no uso de GNV, sua utilização implica algumas adaptações técnicas, pois, em condições ambiente, o volume de combustível necessário, em relação ao de gasolina, para produzir a mesma energia, seria

(A) muito maior, o que requer um motor muito mais potente.
(B) muito maior, o que requer que ele seja armazenado a alta pressão.
(C) igual, mas sua potência será muito menor.
(D) muito menor, o que o torna o veículo menos eficiente.
(E) muito menor, o que facilita sua dispersão para a atmosfera.

UNIDADE V – EFEITOS DOS POLUENTES EMITIDOS PELAS COMBUSTÕES SOBRE O AMBIENTE/ORGANISMO HUMANO (Em construção – Professores atuantes na EJA)

Sugestões:

- Anexo 01
- Anexo 02
- Anexo 03
- Anexo 07
- Anexo 09
- Anexo 10

BIBLIOGRAFIA

ACIOLI, J. L. **Fontes de Energia.** Brasília: Ed. UnB, 1994.

ALVARENGA, B., MÁXIMO, A. **Física**. Volume Único. São Paulo: Scipione, 1998.

ANGOTTI, J. A. e DELIZOICOV, D. **Metodologia do Ensino de Ciências.** São Paulo: Cortez, 1994.

AULER, D. **A interdependência - conteúdo - contexto – método no ensino de Física: um exemplo em Física Térmica**. Dissertação de mestrado, CE/UFSM, Santa Maria, 1995.

AULER, D. e FREITAS, D. S. **Sol e Vida**. Mimeografado (material preparado para uma oficina). Santa Maria, 2003.

AULER, D., AUTH, M. **Da evolução das máquinas térmicas ao estabelecimento das leis da termodinâmicas.** Texto mimeografado. Santa Maria 1996.

BRANCO , S. M. **Energia e Meio Ambiente**. São Paulo: Moderna,1990.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do Ensino de Ciências**: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 1994

GONÇALVES, F. A., TOSCANO C. **Física para o ensino médio**: volume único. São Paulo: Scipione, 2002.

GONÇALVES, F. A., TOSCANO,C. **Física e Realidade**. Volume 2. 1ª edição. São Paulo: Scipione, 1997.

GORDILLO, M. M. *et al*, (Grupo Argo), **Ciencia, Tecnología Y Sociedad**: Materiales para la educación CTS. Grupo Editorial Norte, 2001

GREF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. **Física 1:** mecânica. São Paulo: EDUSP, 1990.

GREF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. **Física 2: física térmica / óptica**. São Paulo: EDUSP, 1990.

GREF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. **Leituras de Física:** física térmica**.** Coordenadores Luiz Carlos Menezes, Yassuko Hosoume. São Paulo: EDUSP, 1996.

HEWITT, P**.** ***Física Conceitual***. 9. ed. Editora Bookman, 2002

IFUSP – Instituto de Física da Universidade de São Paulo. **Trabalho Humano e uso da Energia.** CESP**.** São Paulo 1986.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, **EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO**

OKUNO, E., CALDAS, I.L. e CHOW, C. **Física para Ciências Biológicas e Biomédicas**. São Paulo: Harper & Row do Brasil, 1982.

SANTOS, W. L. P. *et al.* **Química e sociedade:** modelos de partículas e poluição atmosférica, módulo 2, ensino médio. São Paulo: Nova Geração, 2003.

SANTOS, W. L. P. *et al.* **Química na sociedade**: projeto de ensino de química em um contexto social (PEQS). Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2000.

SCHENTZLER, R. P. *et al*. Parte III Modelo de Ensino: Reações de Combustão. Texto mimeografado.

SPANNENBERG E. G. *A operacionalização conceitual enquanto esquemas gráficos e representações dos conceitos atuantes e fenômenos físicos*. **Monografia**. Passo Fundo: UPF,1992.

VILCHES, A. e GIL, D. **Construyamos um futuro sostenible.** Madrid: Cambridge University Press, 2003.

www.ciclista.com.br/historia.asp

www.funcab.br/Paginas/ar.htm

www.mma.gov.br

www.osverdes.pt/public_html/biclas_2.html

www.saladefisica.cjb.net

www.saudevidaonline.com.br
www.servlets.hotlink.com.br/libertas
www.uol.com.br/cienciahoje/chc/chc100b.htm
www1.uol.com.br/cyberdiet/colunas/011025_fit_bike1.htm

ANEXOS

ANEXO 01: Consumo Sustentável. Fonte: www.mma.gov.br

ANEXO 02: Tabela de emissão de poluentes da CETESB (DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.;. **Metodologia do Ensino de Ciências**: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 1994.pg 212)

ANEXO 03: Poluição atmosférica e os veículos – SANTOS, W. L. P. *et al.* **Química na sociedade**: prometo de ensino de química em um contexto social (PEQS). Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2000. pg 271

ANEXO 04: Material elaborado para a discussão do PERÍODO E FREQÜÊNCIA com a utilização da bicicleta.

ANEXO 05: Tabela de calorias. Fonte: www.saudevidaonline.com.br

ANEXO 06: Textos mimeografados, adaptados parcialmente de: Gonçalves Filho, A. & Toscano, C. **Física e Realidade**. Volume 2. 1ª edição. São Paulo: Scipione 1997 e do GREF – Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. **Física 2: física térmica / óptica**. São Paulo: EDUSP: 1990.

Texto 01: Motor a combustão
Texto 02: As transformações gasosas no motor do automóvel

ANEXO 07: Motor de Combustão Interna e Impacto Ambiental – Roseli Schentzler (Modelos de ensino: rações de combustão – pg 166-195)

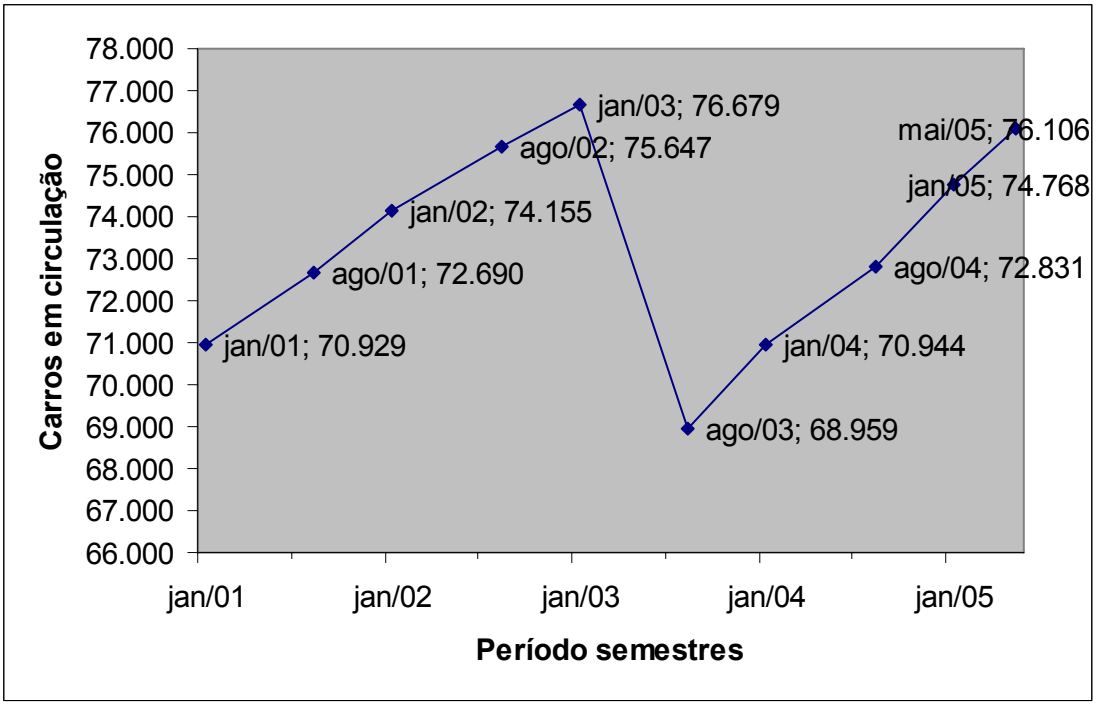
ANEXO 08: Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. **Leituras de física: física térmica**. São Paulo: EDUSP, 1996 – Parte sobre entropia.

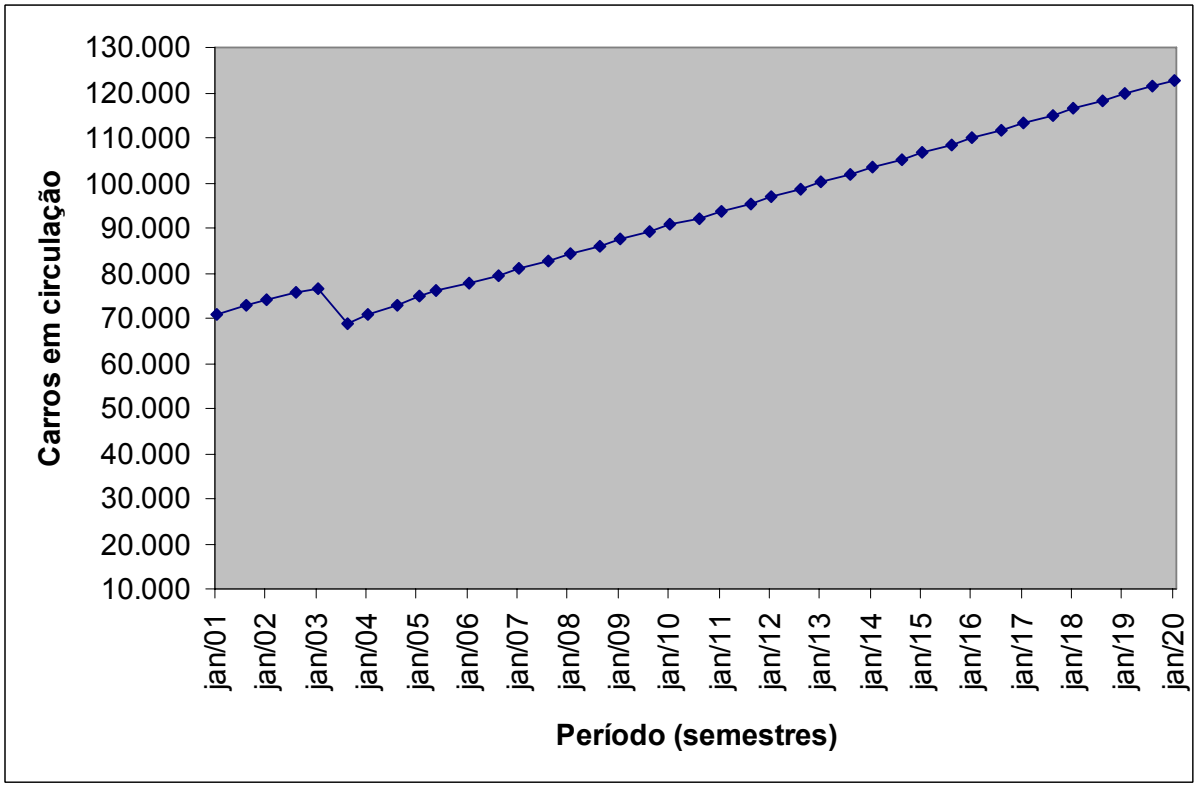
ANEXO 09: Efeito estufa aquecimento global (Química e Sociedade_ revista pg. 60-63)

ANEXO 10: Bicicleta como meio de transporte ecológico alternativo.Texto adaptado parcialmente de www.osverdes.pt/public_html/biclas_2.html

ANEXOS DA TEMÁTICA (Tarefa solicitada aos professores no 3º momento pedagógico da unidade I).

- Gráfico do número de carros em circulação no município de Santa Maria no período de janeiro/2001 a maio/2005.
- Projeção do número de carros em circulação até janeiro/2020.


78.000
77.000
76.000
75.000
74.000
73.000
72.000
71.000
70.000
69.000
68.000
67.000
66.000
Carros em circulação
jan/01; 70.929
ago/01; 72.690
jan/02; 74.155
ago/02; 75.647
jan/03; 76.679
ago/03; 68.959
jan/04; 70.944
ago/04; 72.831
jan/05; 74.768
mai/05; 76.106
jan/01
jan/02
jan/03
jan/04
jan/05
Período semestres


130.000
120.000
110.000
100.000
90.000
80.000
70.000
60.000
50.000
40.000
30.000
20.000
10.000
Carros em circulação
jan/01
jan/02
jan/03
jan/04
jan/05
jan/06
jan/07
jan/08
jan/09
jan/10
jan/11
jan/12
jan/13
jan/14
jan/15
jan/16
jan/17
jan/18
jan/19
jan/20
Período (semestres)

ANEXO II

Tabela caracterizando os sujeitos envolvidos na pesquisa

Tabela 3: Caracterização dos sujeitos envolvidos na pesquisa

Professor responsável	Nº médio de alunos na EJA	Escola pela qual participa do curso	Formação Inicial	Total de horas-aula semanais	Tempo total de magistério	Atua em Ensino Médio e/ou Fundamental na EJA
Prof 1	11	Colégio Estadual Manoel Ribas	Licenciatura em Química	60 horas	15 anos	Médio
Prof 2	10	E.E.E.B. Lélia Ribeiro	Licenciatura em Química	40 horas	5 anos	Médio
Prof 3	30	E.E.E.B. Dom Antônio Reis	Licenciatura em Física e Engenharia Elétrica	15 horas	27 anos	Médio
Prof 4	15	E.E.Rui Barbosa	Ciências-Habilitação Biologia	60 horas	21 anos	Médio e Fund.
Prof 5	24	E.E.E.M. Érico Veríssimo	Licenciatura em Física	34 horas	2 anos	Médio
Prof 6	26	E.E.E.B. Tiradentes	Licenciatura em Matemática	40 horas	8 anos	Médio e Fund.
Prof 7	10	Colégio Estadual Manoel Ribas	Ciências Biológicas	16 horas	30 anos	Médio
Prof 8	5	Neeja Mário Quintana	Ciências Biológicas	40 horas	3 anos e ½	Médio
Prof 9	Não está mais atuando na EJA	E.E. Bernardino Fernandes e Margarida Lopes	Ciências e Matemática	29 horas	8 anos	Atuava em Médio e Fund.
Prof 10	25	E.E.E.B. Dom Antônio Reis	Licenciatura em Ciências Físicas e Biológicas	40 horas	5 anos	Médio
Prof 11	15	E.E.Rui Barbosa	Matemática-Habilitação em Física	40 horas	4 anos	Médio e Fund.
Prof 12	10	E.E.E.B. Brochado da Rocha	Licenciatura em Química	40 horas	3 anos	Médio
Prof 13	25	E.E.E.B. Tito Ferrari	Ciências Biológicas	40 horas	8 anos	Médio
Prof 14	25	C.E.Padre Rômulo Zanchi	Ciências Biológicas	20 horas	8 anos	Fund.
Prof 15	26	E.M.Diácono João Luiz Pozzobon	Ciências	20 horas	15 anos	Fund.
Prof 16	20	Neeja Mário Quintana e E.B.E.Dr. Paulo D.Lauda	Licenciatura em Matemática e de 1º grau em Ciências	60 horas	25 anos	Médio
Prof 17	25	E.E.E.B. Tito Ferrari São Pedro	Licenciatura em Matemática	58 horas	4 anos	Médio
Prof 18	10	E.E.E.B. Lélia Ribeiro	Ciências Biológicas	36 horas	1 ano	Médio
Prof 19	25	E.M.E. Duque de Caxias	Ciências Biológicas	16 horas	20 anos	Fund.

Os professores caracterizados na tabela acima, foram os que realizaram o questionário ao final do curso de 40 horas.

ANEXO III

Roteiro utilizado para a realização do questionário com os professores

Roteiro de questões para a realização do questionário com os professores participantes do curso

1. Aspectos relativos à formação:

1.1) Graduação

Curso:

Instituição:

Ano de conclusão:

1.2) Pós-Graduação

Curso:

Instituição:

Ano de conclusão:

2) Total de horas-aula semanais:

3) Com relação à escola pela qual participa do curso:

TOTALIDADE/ "SÉRIE"	Nº DE AULAS SEMANAIS	Nº DE TURMAS	Nº MÉDIO DE ALUNOS
1ª série (E. Médio)			
2ª série (E. Médio)			
3ª série (E. Médio)			
8ª série (E. Fund.)			

4) Quanto tempo de magistério tem nesta escola? Qual o tempo total de magistério?

5) Durante a realização do curso, foram desenvolvidos e discutidos dois temas: Poluição do Ar e Modelos de transporte: implicações sócio-ambientais.

5.1) Como você analisa esta dinâmica de trabalho?

5.2) Você considera possível este encaminhamento curricular na sua escola (turmas de EJA)? Justifique.

5.3) Quais os principais problemas que você imagina encontrar, e que precisam ser enfrentados, em sua escola, para trabalhar temas como os dois desenvolvidos durante o curso? Discuta.

5.4)Durante este primeiro semestre, em suas turmas de EJA, você implementou, aproveitou algo trabalhado durante o curso? Em caso afirmativo, quais foram os resultados. Discuta.

6) Descreva os aspectos positivos e negativos deste curso, para a sua caminhada pessoal e profissional.

ANEXO IV

Roteiro utilizado para a realização da entrevista semi-estruturada com os professores

Roteiro de questões para a realização da entrevista semi-estruturada com os professores participantes do curso

1. Aspectos relativos à formação:

1.1 Graduação:
Curso:
Instituição:
Ano de conclusão:

1.2 Pós-graduação:
Curso:
Instituição:
Ano de conclusão:

2. Total de horas-aula semanais em todas as escolas que trabalha:

3. Com relação à escola pela qual você participou do curso:
3.1 Trabalha com Ensino Médio ou Fundamental?
3.2 Tens quantas turmas? Qual o nº. médio de alunos por turma?
3.3 Qual o total de horas-aula semanais?

4. Você poderia falar um pouco sobre os desdobramentos do curso na sua escola?
4.1 Houve implementações? Como foi este processo?
4.2 Em caso negativo, quais as dificuldades que impediram a ocorrência das mesmas?

5. Durante a realização do curso, foram desenvolvidos e discutidos dois temas, onde em um questionário ao final do curso, vocês analisaram a dinâmica de trabalho, bem como a possibilidade deste encaminhamento na escola. Nestes questionários e em minhas anotações, apareceram algumas falas e idéias que consideramos relevantes e gostaríamos de aprofundá-las. Nesse sentido, gostaria que você expusesse o que pensa em relação às mesmas.

5.1 RESISTÊNCIA DOS ALUNOS (Alguns professores argumentaram a possível resistência dos alunos como um dos obstáculos a esta dinâmica de trabalho. Por exemplo, houve uma manifestação que dizia o seguinte:)
5.1.1 *"...exigência por parte de alguns alunos pelo método tradicional..."*
Como você analisa esta afirmação.
5.1.2 Em caso de terem ocorrido implementações, qual foi à reação dos alunos? Esta reação confirma a fala anterior?

5.2 RESISTÊNCIA DOS DEMAIS PROFESSORES (No questionário por vocês respondido, bem como em minhas anotações, constata-se por parte de vocês, uma valorização do trabalho coletivo, da ação conjunta de várias disciplinas. Contudo, também aparecem falas como:)

5.2.1 *“O apoio do corpo docente será difícil de conseguir, pois esse modelo implica em mudanças na forma de ensinar e nem todos estão dispostos a colabora”.* Comente sobre este aspecto.

5.3 TEMAS: NÃO CONTEÚDOS (Quanto à presença ou não de conteúdos na concepção da abordagem temática, aparecem frases como:)

“Quando a clientela prefere textos temáticos a conteúdos direcionados para o vestibular, é muito válido.”

5.3.1 O que você pensa sobre esta frase?

5.3.2 Qual a sua opinião sobre a relação entre conteúdos e abordagem temática?

5.4 ALUNOS DA EJA: CONHECIMENTO PRECÁRIO (No contexto da EJA, muitas vezes aparecem falas como:)

“... os alunos têm conhecimento precário.”

5.4.1 O que você pensa sobre esta fala? Concorda com ela?

5.4.2 Isto, no seu entender, coloca quais desafios para nós educadores?

5.4.3 Este suposto conhecimento precário limita o trabalho com determinados assuntos (conteúdos) com estes alunos?

5.4.4 Se sim, quais os motivos?

5.5 REDUCIONISMO METODOLÓGICO

5.5.1 Para você, quais as principais mudanças que ocorrem quando trabalhamos com a abordagem temática?

5.5.2 Quais as principais mudanças que você consegue detectar no trabalho de sala de aula?

5.5.3 A frase: *“Estamos em busca constante de novas metodologias.”* expressa o que você entende por abordagem temática?

5.6 TEMAS POLÊMICOS

5.6.1 Você pensa que temas polêmicos, que envolvem problemas, contradições locais, devem ser trabalhados na escola, como por exemplo, a poluição por agrotóxicos e o desmatamento?

5.6.2 Em determinada escola, definido um tema considerado polêmico, determinado aluno disse: *“Professora, vai dar “bode”, se souberem que nós alunos escolhemos estes temas.”*. Esta fala é indicativa de que é aconselhável omitir estes temas?

5.6.3 Na sua escola, os problemas e as contradições locais são trabalhados? Comente.

Se sim: Quais os resultados?

Se não: Qual o motivo?

ANEXO V

Tabela com a dinâmica de implementação realizada pelos professores entrevistados.

Dinâmica de implementação realizada pelos professores entrevistados

Professor Entrevistado	**Modalidade de Implementação**	**Disciplinas Envolvidas**
Prof 8	Parte do Tema: Modelos de Transporte: Implicações Sócio-ambientais, desenvolvido durante o curso	Biologia
Prof 12	Unidade II da Temática: Modelos de Transporte: Implicações Sócio-ambientais, desenvolvida no curso	Química
Prof 5	Unidade II da Temática: Modelos de Transporte: Implicações Sócio-ambientais, desenvolvida no curso	Física, Matemática, Biologia e Química
Prof 2	2 Temas: Agrotóxicos e Qualidade de Vida	Português, História, Química, Matemática, Geografia, Inglês e Biologia
Prof 1	Por dinâmica interna da escola, o professor não participou diretamente da implementação. Tema: Desemprego	Todas as disciplinas envolvidas
Prof 15	Tema: Desigualdade	Matemática, Português, Ed. Artística, Geografia e História
Prof 16	Tema: Drogas Ilícitas	Português, Filosofia, História, Inglês, Geografia e Biologia
Prof 20 *	Temas: Modelos de Transporte: Implicações Sócio-ambientais, desenvolvido durante o curso Desemprego (está faltando apenas a 5ª etapa da investigação temática, prevista para o inicio de 2006)	 Física Português, Química, Geografia, História, Física e Matemática
Prof 11	Tema: Qualidade de Vida	Todas as disciplinas envolvidas

* Este professor não esteve presente no último encontro do curso de 40 horas, por isso não respondeu ao questionário e não está caracterizado no anexo II. Assim, a escola que ele representa é o I.E.E. Vicente Dutra, sua formação inicial é Física – Licenciatura Plena e sua carga horária semanal é de 36 horas-aula.