

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
MESTRADO EM EDUCAÇÃO
LINHA: EDUCAÇÃO E CIÊNCIA**

**CTS NO ENSINO MÉDIO:
APROXIMANDO A ESCOLA DA SOCIEDADE**

RAICA KOEPEL

FLORIANÓPOLIS
2003

Raica Koepsel

**CTS NO ENSINO MÉDIO:
APROXIMANDO A ESCOLA DA SOCIEDADE**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Educação da
Universidade Federal de Santa Catarina para
obtenção do grau de Mestre em Educação.

Orientador: Prof. Dr. Walter A. Bazzo

Florianópolis (SC)

Universidade Federal de Santa Catarina

2003

“... aprender ciências não é uma questão de simplesmente ampliar o conhecimento dos jovens sobre os fenômenos – uma prática talvez denominada mais apropriadamente como estudo da natureza – nem de desenvolver ou organizar o raciocínio do senso comum dos jovens. Aprender ciências requer mais do que desafiar as idéias anteriores dos alunos, através de eventos discrepantes. Aprender ciências requer que crianças e adolescentes sejam introduzidos numa forma diferente de pensar sobre o mundo natural e de explicá-lo.”

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E.; SCOTT, P.
1999

Para:

Manfred e Norma,
meus eternos educadores.

Bernardo,
companheiro de todos momentos.

Walter Bazzo,
professor que ajudou a tornar possível a realização deste trabalho.

Minha família,
pelas palavras de conforto nos momentos difíceis.

Meus amigos,
que pacientemente ouviram meus desabafos.

Agradecimentos

Aos professores,
por dividir conhecimentos.

Aos colegas da Pós,
pela companhia e sugestões tão importantes.

Aos amigos,
pelas idéias e discussões.

Obrigado pela co-participação,
neste projeto educativo.

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	9
1. PROBLEMA: CONTEXTO E JUSTIFICATIVA	10
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA	18
1.1.1. Cidadão e Cidadania.....	22
1.3. METODOLOGIA	23
1.4 APRESENTAÇÃO	26
2. O ENSINO MÉDIO NO BRASIL	27
2.1. UM BREVE HISTÓRICO	27
2.1.1. Primeiro Período – Os Jesuítas.....	29
2.1.2. Segundo Período – Aristocratização do Ensino	32
2.1.3. Terceiro Período – Época de Transição.....	35
2.1.4. Quarto Período – Socialização	36
2.1.5. Quinto Período – Buscando Autenticidade	38
2.1.6. Um Novo Período – Nova LDB	39
2.1.7. Temas Transversais	44
2.2 OBJETIVOS DO ENSINO MÉDIO.....	45
3. O QUE É CTS?	51
3.1. INTRODUÇÃO.....	51
3.2. O QUE É CTS?.....	52
3.3. AS DUAS TRADIÇÕES CTS.....	57
3.3.1. Tradição Européia	58
3.3.2. A Tradição Americana.....	61
3.3.3. Repercussões e Perspectivas para o Brasil	65
4. O MOVIMENTO CTS E O ENSINO DE CIÊNCIAS	69
4.1 O ENSINO CTS NA EUROPA E AMÉRICA DO NORTE.....	75
4.2 CTS NO ENSINO MÉDIO BRASILEIRO	79
4.3. UMA SUGESTÃO PARA O ENSINO DE QUÍMICA	83
4.3.1 Enxertos CTS na Aula de Química	87
5. PARA NÃO CONCLUIR	92

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS **97**

ANEXOS **102**

ANEXO 1. O VENENO PERSISTE	102
ANEXO 2. O BRASIL E A ENERGIA NUCLEAR.....	103
ANEXO 3. MUDANÇA NO PROGRAMA NUCLEAR BENEFICIA SAÚDE.	109
ANEXO 4. ALIMENTO IRADIADOS	111
ANEXO 5 . O QUE É RADIOTERAPIA?	115
ANEXO 6 . A VISÃO CIENTÍFICA SOBRE A ENERGIA NUCLEAR.....	122
ANEXO 7 . TABELA COMPARATIVA DAS FONTES DE ENERGIA	125
ANEXO 8 . FILMES INDICADOS	128
ANEXO 9 . SUGESTÃO DE ALGUNS LIVROS PARADIDÁTICOS E DE APOIO	131
ANEXO 10 . CÓPIAS DE REPORTAGENS	132

Resumo

Este estudo pretende discutir uma alternativa ao ensino de ciências que se pratica em muitas escolas brasileiras, o ensino tradicional voltado quase que exclusivamente ao Vestibular, um ensino que prioriza a utilização de macetes e músicas como forma de atingir o sucesso em provas de seleção para acesso ao Ensino Superior.

Não é intenção desta dissertação propor discussões em torno da forma como é feita esta seleção, apesar de acreditar que estas discussões são necessárias e importantes, mas sim a reflexão de até que ponto se faz necessária a utilização dos recursos de memorização e de repetição como forma garantida de sucesso nos exames de seleção (Vestibular).

Além do mais, a formação de cidadãos apresentada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais, vem dar suporte a pesquisas e trabalhos no sentido de buscar por estas alternativas ao ensino. Partindo desta preocupação com a formação dos adolescentes (cidadãos) que integrarão a sociedade, venho propor uma alternativa que possa colaborar com o ensino sem prejudicar o acesso ao Nível Superior, mas que também possa formar adolescentes com uma visão mais crítica e reflexiva.

A alternativa aqui defendida e proposta constitui-se na inserção, no do Ensino Médio, de discussões que reflitam a interação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), como uma das possíveis formas de contextualizar temas de sala de aula que favoreçam a reflexão e a análise crítica de determinados problemas.

Abstract

In most Brazilian schools, science teaching is still traditional and highly concerned with Vestibular - the national university entrance exam. As a result, the use of mnemonics and songs is prioritized as the recipe for academic success. Although the deliberation of the validity of Vestibular is an important issue in itself, the focus of the present thesis lies on the reflection about the tools being prioritized in science teaching - to what extent are mnemonics and repetition necessary? Departing from the concern over citizenship formation stated in the National Curriculum Parameters, this study proposes an alternative way of teaching science, which aims at the students' development of a critical and reflective position as citizens without compromising their success at Vestibular. More specifically, it presents the insertion of discussions about the interaction between Science, Technology and Society (STS) in high school as a possible alternative. Such change in scope, from a traditional, exam-oriented teaching to a more critical and reflective teaching, may reveal itself as a useful resource to contextualize the topics approached in the science class, promoting reflection and critical analysis among students.

1. Problema: Contexto e Justificativa

Educar não é tarefa fácil. Conciliar interesses, os mais diversos, e lidar com estudantes das mais variadas origens exige, por vezes, grande criatividade por parte do corpo docente de qualquer escola.

Este espaço que professores e alunos dividem diariamente, sob as mais diversas condições, acaba sendo palco de situações por vezes inacreditáveis. Os noticiários trazem com frequência algumas destas situações que vão desde a violência e o tráfico de drogas, até professores heróis, que fazem milagres com a estrutura disponível.

É neste meio, e pelos mais variados motivos, que, muitas vezes, surge a pergunta: *Por que ensinar?* Ou até mesmo: *O que ensinar?* Admito que existam inúmeras possibilidades satisfatórias para responder a estas questões. Eu poderia sugerir que uma das prováveis respostas à primeira questão seria: *para que nossos estudantes sejam pessoas, ou mais ainda, cidadãos, mais críticos e conscientes de suas responsabilidades perante a sociedade.* Ao refletir a respeito dessa resposta, admito que esta possa ser ideal para que se atinja uma cidadania crítica. Quanto a segunda questão, que considero mais complexa, o ideal, ao meu ver, seria que ensinássemos conteúdos que pudessem ser transferidos à realidade do estudante. Desta forma, acredito que seria possível chamar, e manter, a atenção do estudante. Afinal, devemos antes de tudo despertar – resgatar – o interesse destes jovens pela educação, para que, então, possamos nos dedicar a proporcionar nestes adolescentes a consciência crítica, o desejo pela cultura, – entendida, neste contexto, como um conjunto de características humanas que se criam e se preservam ou aprimoram através da comunicação e cooperação entre indivíduos em sociedade, o conjunto de conhecimentos, valores e símbolos cultivados, desenvolvidos e acumulados pela humanidade ou por uma sociedade – e o resgate destes valores, por vezes ignorados ou esquecidos, que definem uma sociedade científica e tecnológica.

É importante destacar que o termo cultura é utilizado no sentido das várias formas de conhecimento, não apenas o impresso, mas também o falado, passado de geração para geração, o folclore, a expressão corporal, as artes, ou seja as inúmeras formas que o ser humano tem para se expressar e divulgar o que vê, sente, pensa, enfim o que acredita ser certo.

A partir dessas reflexões, penso que é possível fazer uma distinção entre educar e ensinar. Ou seja, educar não é o mesmo que ensinar¹, não se reduz a apenas transmitir

¹ A diferença básica entre educar e ensinar é que a primeira apresenta um conceito bem mais amplo e se refere à formação não apenas acadêmica, mas também humana e social do estudante. Segundo TOBIAS (1972), de forma resumida, “educar é, a pessoa do educando, atualizar suas potencialidades em todos os sentidos, enquanto ensinar é auxiliá-lo a atualizar somente sua capacidade de aprender, o que se faz através dos sentidos e da inteligência”.

informações, mas instigar a construção do conhecimento, resgatar valores, enfim formar o cidadão. E, como MORIN (2001), acredito que “*conhecimento só é conhecimento enquanto organização, relacionado com as informações e inserido no contexto destas*”. Ou seja, acredito que a formação crítica que busco não permite a simples transmissão de informações, mas é preciso que se transforme estas informações em conhecimentos que possam ser utilizados para a solução de problemas não só escolares, mas também sociais. Assim surge uma outra questão: *como atingir esta formação crítica?*

Suponho que um dos possíveis caminhos para alcançar este tipo de formação possa ser a aproximar o máximo possível os conteúdos discutidos em sala de aula com a realidade vivida pelos estudantes. Por isso, talvez a contextualização seja uma alternativa viável para partirmos em busca de um ensino que forme cidadãos responsáveis, críticos, participativos. Por exemplo, quando na Química² discutimos as propriedades da matéria, podemos aproveitar para refletir sobre a questão da reciclagem do lixo, abordando questões como a característica de certos materiais que permitem ser reciclados em comparação a outros, o tempo de decomposição desses e outros materiais utilizados no dia-a-dia. Além disso, parte-se do princípio de que a educação escolar deve oferecer mais do que simplesmente o ensino de regras e macetes para memorização de conteúdos, porém deve contribuir para a formação dos indivíduos como seres sociais, ou seja, capazes de participar da sociedade.

Esta preocupação com a formação dos adolescentes (cidadãos) é recorrente em inúmeros trabalhos na área da educação e ensino de ciências. Acredito que, assim como SANTOS e SCHNETZLER (2000), um ensino que objetive a formação de cidadãos não deixa espaço para conhecimentos “desencarnados”; como se a construção destes tivesse sido pura e neutra. A transmissão dos conhecimentos deve estar impregnada de realidade, sem que com isso nos limitemos ao reducionismo que já foi moda há algum tempo, como a “Química do cotidiano”³. Nestes casos, o cotidiano, às vezes, se reduzia apenas ao utilitarismo, ou a pequenos textos colocados ao final dos capítulos. Em pesquisa realizada por SANTOS e SCHNETZLER (2000), professores de Química brasileiros destacaram que a abordagem de temas químicos de relevância social não pode ser no sentido apenas da curiosidade, da informação jornalística, da discussão ideológica, ou da mera citação descontextualizada da aplicação tecnológica de

² Como professora do Ensino Médio, da disciplina de Química, os exemplos utilizados serão, em sua maioria, referentes a esta área do ensino, mas nada impede que sejam ampliados e aplicados também a outras áreas do conhecimento.

³ A “Química do Cotidiano”, em muitos casos, restringia-se à curiosidade (textos complementares) apresentada ao final de um capítulo complexo, cheio de informações de ordem científica e fórmulas. O objetivo destes textos era apresentar a aplicação do conteúdo apresentado, porém sem que se dispensasse algum tempo para sua discussão. Seria algo como uma leitura complementar.

determinados princípios ou, ainda, da simples compreensão dos conceitos químicos relativos ao tema, sem uma discussão crítica das suas implicações sociais.

Ainda, além da descontextualização, outro fator que dificulta a educação em ciências é o conhecimento disciplinar que acaba por dificultar a capacidade de compreensão, reflexão e análise de possibilidades que favoreçam um julgamento corretivo ou uma visão a longo prazo das mais diversas questões. A divisão dos conteúdos em disciplinas, rígidas em sua maioria, além de favorecer a formação de especialistas, pois torna o pensamento recortado, isolado; faz com que nestas condições os jovens acabem perdendo a aptidão natural para contextualizar os saberes.

Não desconsidero a necessidade da especialização dos campos do saber e do agir, em função do rigor instaurado pela ciência e pela técnica. Mas, por outro lado, existe uma grande perda para o homem ao atender esta necessidade. O especialista, restrito ao saber fragmentado, perde a visão do todo, o que tem trazido inúmeros problemas epistemológicos e éticos, além de se criar a figura do “incompetente”, do ignorante, aquele que é leigo no assunto do especialista. Como consequência, instaura-se a tecnocracia em que o *expert* decide, porque sabe, e os demais aceitam e obedecem. Além do mais, existe uma tendência perigosa em especializar os estudantes desde cedo, obedecendo a uma pretensa tendência ou vocação. Em algumas escolas de nível médio, os alunos são separados em classes de humanas, biomédicas e exatas, quando não são encaminhados precocemente às escolas profissionalizantes. Acredito que a função do Ensino Médio não é a formação de especialistas, mas sim proporcionar uma educação que forneça a base necessária para que o estudante possa fazer sua opção mais tarde.

Para superar esta deficiência, MORIN (2001) defende o que chama de “conhecimento pertinente”:

“... o conhecimento pertinente é o que é capaz de situar qualquer informação em seu contexto e, se possível, no conjunto em que está inscrita. Podemos dizer até que o conhecimento progride não tanto por sofisticação, formalização e abstração, mas, principalmente, pela capacidade de contextualizar e englobar”. (2001: 15)

Estas idéias confirmam a necessidade de se criar um ensino que não esteja preocupado apenas em transmitir os conhecimentos escolares, mas favorecer uma relação com o conhecimento que sirva aos interesses e necessidades do jovem para interagir na sociedade. Ou seja, formar jovens que se sintam capazes de utilizar seus saberes escolares para participar da sociedade como cidadãos. Para atingir esta formação para cidadania, cabe buscar um ensino dentro de uma concepção que destaque o papel social de cada uma das disciplinas, em especial as ciências, através de uma contextualização social, política, filosófica, histórica, econômica e

até mesmo religiosa. Apesar da formação do cidadão nas escolas ser um dos objetivos da Educação Básica, como bem o destacam os Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio (PCNEM):

“O Ensino Médio, portanto, é a etapa final de uma educação de caráter geral, afinada com a contemporaneidade, com a construção de competências básicas, que situem o educando como sujeito produtor de conhecimento e participante do mundo do trabalho, e com o desenvolvimento da pessoa, como ‘sujeito em situação’-cidadão.” (PCNEM, 1999:22)

muitas escolas ainda baseiam seus métodos de ensino pensando no prosseguimento dos estudos, ou seja na preparação para o Vestibular – forma mais comum atualmente de seleção para o ingresso no Ensino Superior e que gera uma pressão muito grande sobre o Ensino Médio. Mesmo porque, professores e escolas são afetados pelo número de alunos que ingressam no Ensino Superior, o que acaba por justificar o “ensino adestrador”⁴ que se pratica em muitas escolas como garantia de aprovação nestas formas de seleção.

Mas, não são somente as escolas e os professores que se preocupam com o Vestibular; os próprios programas escolares trazem conteúdos que se justificam por integrarem a lista de conteúdos destas provas, sem que necessariamente digam respeito ao dia-a-dia do estudante, da escola, ou mesmo da sociedade. Nestes casos, é difícil criar um vínculo entre os conteúdos de sala de aula e a vida do estudante, restando neste aspecto a memorização de regras e macetes. MORTIMER e MACHADO (2003) citam como exemplo destes conteúdos, classificações obsoletas como a das reações químicas baseadas no dualismo, além de outras sem nenhuma aplicação científica ou tecnológica, como a classificação de pares de espécies atômicas como isóbaros ou isótonos.

Pode-se observar que na prática das escolas, especialmente as particulares, as “apostilas” são um recurso muito utilizado pois apresentam grande quantidade de assuntos de forma resumida e com os macetes prontos ao longo dos capítulos.

Esta situação leva-me a concluir que, em sua maioria, o que é ensinado na escola é útil apenas neste meio: a resolução de provas e aprovação ao final do ano. Já o conhecimento necessário para lidar com as situações do dia-a-dia vem, em geral, do senso comum, uma vez que não preparamos os estudantes para transferirem os conhecimentos de sala de aula para o seu dia-

⁴ Esta expressão pode ser um pouco chocante, mas é com este objetivo que foi utilizada, pois o que se pratica em muitas escolas do Ensino Médio é o adestramento dos estudantes para responder questões de Vestibular, utilização de macetes, memorização, músicas e outros artifícios. Em sua maioria, estes recursos mostram-se úteis no dia da prova, mas com o tempo tendem a ser esquecidos, juntamente com os conteúdos que traziam atrelados. Sabe-se que o adestramento só funciona se utilizado com frequência, caso contrário acaba esquecido. Não é diferente com o ensino que é praticado desta forma.

a-dia. Inclusive, pesquisas apontam que, apesar de estudar ciências desde o Ensino Fundamental, o aluno deixa a escola com idéias ingênuas e erros conceituais importantes sobre aspectos básicos da ciência. Isto comprova que todos estes anos dedicados a “estudar” ciências, entre outras disciplinas, não são suficientes, nem efetivas, para modificar as concepções iniciais que o estudante traz consigo. (ALONSO, 2002)

Esta percepção já foi traduzida anteriormente por trabalhos como os de SCHNETZLER (1980), SANTOS (1992), CHASSOT (1992), entre outros. De modo geral, eles apontam a forma como os conteúdos (nestes casos específicos, referem-se aos conteúdos de Química) estão desvinculados, afastados da formação do cidadão, da vida. CHASSOT (1995) chega a chamá-lo de inútil em alguns momentos e complementa: “*mesmo se não existisse, muito pouco (ou nada), seria diferente.*” (CHASSOT, 1995:29)

Os estudantes, sozinhos, não estão capacitados para perceberem as relações do que foi aprendido em sala de aula e as situações que encontram no seu dia-a-dia, assim o conhecimento acaba restrito à escola e, por vezes, desmotiva os estudantes que não percebem a importância e aplicabilidade imediata destes conhecimentos, a não ser para a obtenção de notas e aprovação ao final do ano.

A desmotivação e a insatisfação gerada nos estudantes pela “inutilidade” do que se aprende na escola acabam sendo refletidas nas suas atitudes em relação às diversas áreas do conhecimento, em especial às de ciências, que, em geral, na concepção dos estudantes, apresentam maior grau de dificuldade. Em pesquisa realizada na Espanha por SOLBES e VILCHES (1995), referente ao ensino de Física e Química, de 103 professores questionados, 66,6% destes acreditam que o desinteresse dos estudantes por estas disciplinas vem da imagem socialmente descontextualizada que elas apresentam. Ou seja, a falta da relação entre o conteúdo e o cotidiano do estudante faz com que não seja interessante seu estudo, indicando a desconexão entre o que aprendem e o mundo em que vivem. Apesar das conclusões de SOLBES e VILCHES (1995) serem referentes a dados obtidos na Espanha, baseada na minha experiência de sala de aula, penso que a realidade brasileira não é muito diferente.

Reforçando tal aspecto, em outro trabalho, VILCHES e FURIÓ (2002) apontam, novamente, como uma das possíveis causas do desinteresse dos estudantes pelas ciências a desconexão entre a ciência que se estuda e o mundo que nos rodeia, sua falta de aplicações práticas. E vão mais além quando sugerem a inclusão de discussões CTS⁵ no ensino com o objetivo de:

⁵ CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade; esta relação será discutida mais adiante.

“... contribuir não só para melhorar a atitude e aumentar o interesse pela ciência e sua aprendizagem, mas também vai permitir aprender mais ciência e saber mais sobre a ciência, ao mostrar uma imagem mais completa e contextualizada da mesma” (VILCHES e FURIÓ, 2002).

Outras conseqüências esperadas com a utilização deste tipo de discussões no ensino seriam: a) resgatar, ou aumentar, o grau de motivação dos estudantes; b) aumentar e melhorar a projeção da ciência para a vida dos estudantes; c) melhorar a apreensão dos conceitos adquiridos; d) visão mais ampla de situações diversas; e) Melhorar o desempenho para avaliação e tomada de decisão na solução de problemas. (CASALDERREY, 1987).

Com base em minha experiência e de muitos colegas docentes, posso afirmar que a expectativa que o aluno tem é, a partir do conhecimento escolar, explicar as situações que encontra em seu cotidiano. Como nós professores não os ajudamos a fazer tal transferência, este interesse acaba perdendo força.

Por exemplo, os estudantes têm seu primeiro contato formal com a Química na oitava série do Ensino Fundamental, e, pelo pouco que já viram ou ouviram falar desta disciplina, esperam aprender a lidar com seu dia-a-dia utilizando os conhecimentos adquiridos na escola. Suas expectativas em relação à educação em química nos próximos quatro anos gira em torno de sua vida, a alimentação, os medicamentos, suas roupas, enfim, estes estudantes pretendem finalizar esta fase do ensino entendendo como funcionam, de onde vem e para que servem os materiais que manipulam diariamente.⁶

Em pesquisas em que os entrevistados eram os professores, quanto a temas considerados importantes à formação dos estudantes, não houve muita diferença do que foi citado em relação à expectativa dos alunos. Aparecem temas como recursos alimentícios, qualidade do ar, recursos de água, tecnologia de guerra, saúde humana, energia, usos do solo, entre outros (IGLESIA, 1997).

Por razões diversas, dificilmente consegue-se satisfazer esta expectativa, mesmo porque a imagem da ciência (e dos cientistas) que os livros didáticos apresentam, ou até mesmo a que é transmitida pelos professores, não contribui muito para isto. Assim concluem SOLBES e VILCHES (1995):

⁶ O levantamento das expectativas dos estudantes em relação à química foram feitas por mim através de debates com alunos de turmas da 8ª série do Ensino Fundamental, no início do ano letivo, por três oportunidades consecutivas. O objetivo de tal levantamento foi justamente avaliar as expectativas que os estudantes trazem consigo em relação ao estudo de química, além dos pré-conceitos e da imagem que estes fazem da química. Este diálogo inicial permite também que se esclareça alguns equívocos básicos em relação à disciplina. Considero este levantamento preliminar bastante fértil, uma vez que os estudantes expõem suas expectativas e aflições em torno desta nova área do saber.

“Esta imagem, que se mostra tanto nos livros de texto como através dos próprios professores, tem sido caracterizada por toda uma série de aspectos de enorme incidência na visão deformada que tem os alunos das ciências e dos cientistas, entre os quais podemos destacar a desconexão da ciência que se mostra com os problemas reais do mundo, ou seja, a ausência das relações Ciência, Técnica e Sociedade (CTS).” (1995:30)

Ainda segundo SOLBES e VILCHES (1995), os livros didáticos, em geral, apresentam e reforçam a imagem de ciência como memorização de fórmulas, descontextualizada, que não considera aspectos qualitativos do tipo históricos, tecnológicos, sociológicos ou humanísticos, o que dificulta para os estudantes entender como se desenvolve a ciência e como trabalham realmente seus profissionais. Isto significa que os livros didáticos, em sua maioria, não mostram a ciência como fruto da construção humana, sujeita a influência de fatores sociais, econômicos e culturais de sua época. Este tipo de percepção só seria possível através da abordagem dos fatos históricos que contribuíram para a mudança de verdades aceitas em determinadas épocas, apresentando, quando possível, o discurso dos próprios cientistas, de maneira crítica, para ilustrar essas mudanças, em momentos considerados apropriados. O objetivo desta abordagem é, justamente mostrar que a ciência não é uma área do conhecimento acabada, mas é dinâmica. Suas teorias estão sempre sujeitas a refutações e este processo é influenciado pelo desenvolvimento tecnológico e pelo aparecimento de novos fatos. O fator social deste processo não pode ser esquecido, pois uma nova idéia só será aceita como relevante se a maioria dos cientistas forem convencidos de sua validade, independente dela ser razoável ou não.

Costumo citar como exemplo desta evolução o modelo atômico, que surgiu como uma teoria a partir de observações macroscópicas, influenciou muito o desenvolvimento da ciência Química, mas que só foi totalmente aceita no final do século XIX. (MORTIMER e MACHADO, 2003)

Aliás, ao invés de nós, professores, apresentarmos a evolução do conhecimento dentro de um contexto, apresentamos apenas a definição final (uma lei, teoria ou regra) que foi concebida em outra época, devido a situações completamente diferentes e as aplicamos em problemas na sala de aula.

STEPHEN KANITZ (2002) questiona, de modo bastante duro, este ensino afirmando que,

“Curiosamente não ensinamos nossos jovens a pensar. Gastamos horas e horas ensinando como os outros pensam ou como os outros solucionaram os problemas de sua época, mas não ensinamos nossos filhos a resolver os próprios problemas.”(2002: 20)

Seguindo seu raciocínio, de tanto ensinar como outras pessoas pensam, ou pensaram, buscamos as soluções de nossos problemas (problemas brasileiros) em pensadores antigos e do exterior. “*É sandice acreditar que intelectuais já mortos, que pensaram e resolveram os problemas de sua época, solucionarão problemas de hoje, que nem sequer imaginaram.*” (KANITZ, 2002). Não que estes conhecimentos não sejam importantes, ao contrário, são fundamentais, desde que devidamente contextualizados. Estes conhecimentos servem como base para que possamos solucionar, criar, desenvolver, superar, enfim progredirmos para novos estágios do conhecimento humano, posto, mais uma vez, que o conhecimento não é uma coisa pronta, acabada.

Volto a perguntar neste ponto: Por que ensinar? Para formar cidadãos ou para formar peritos em resolução de provas, quaisquer que sejam elas?

Para BORREGUERO e RIVAS (1995),

“... uma formação científica adequada deveria supor obter uma alfabetização científica e tecnológica, tanto em profundidade de conhecimentos como no desenvolvimento de atitudes realistas, que capacite cidadãos a desenvolver novos esquemas, novas pautas de comportamento, em vez de reproduzir velhos modelos sociais ou supostas verdades inquestionáveis.” (1995:364)

Vale salientar, ainda, que além da formação do cidadão e da formação do vestibulando, existe ainda o mercado de trabalho, em que empresas exigem da escola maior comprometimento no que se refere à formação profissional dos futuros trabalhadores.

Deve-se destacar que o mercado de trabalho tem sofrido grandes modificações ao longo das últimas décadas. Segundo ARANHA (1996), algumas das modificações no mercado de trabalho são a automação e informatização que provocam aumento do setor de serviços (terciário), entrando num mundo pós-industrial; na indústria (setor secundário), a flexibilização do trabalho distancia a rigidez da linha de montagem do *fordismo*, porque as atividades mecânicas e repetitivas tornam-se função das máquinas. Essas alterações levam à superação da dicotomia entre as fases de planejamento e execução, ao exigir um trabalhador polivalente, de maior atividade intelectual, capacidade de iniciativa e adaptação rápida às mudanças.

Existem, assim, três componentes (trabalho, vestibular e cidadania) a serem abordados pelo Ensino Médio – pelo ensino em geral – que às vezes parecem estar em extremos opostos, ou seja, para muitos não é possível que se consiga atingir os três satisfatoriamente. Então, opta-se por um que receberá maior atenção. Mas, estes três pontos não precisam ser necessariamente excludentes. Pelo contrário, podem ser complementares e indutores de uma formação mais ampla, completa e contextualizada.

Portanto, em meio a estas observações sobre o Ensino Médio, reforço minha proposição da inserção de discussões que reflitam as relações existentes entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), como uma forma de buscar a conciliação dos três objetivos anteriormente expostos, acreditando que o ensino deva privilegiar a formação de cidadãos que possam ser reflexivos e críticos da sociedade científico-tecnológica, não deixando de cumprir seus outros papéis com a mesma, ou com maior efetividade.

Estes argumentos são reforçados por MORIN (2001), que confirma esta nova tendência pela busca de um ensino visando à formação mais geral, ou segundo suas palavras, “*o desenvolvimento de aptidões gerais da mente*”, que permite que se obtenha maior êxito em casos específicos ou particulares. Suponho que esta condição deve-se ao desenvolvimento de uma capacidade de avaliação mais ampla, que permita considerar os inúmeros aspectos envolvidos na solução de um problema. Ainda, para que este ensino se realize, é necessário estimular a curiosidade, “... *encorajar e instigar a aptidão interrogativa e orientá-la para os problemas fundamentais de nossa própria condição e de nossa época.*” (MORIN, 2001:22)

1.1. Contextualização do Problema

Pode-se, assim, definir a problemática deste trabalho como sendo a inclusão de CTS no Ensino Médio brasileiro como uma possível forma de buscar uma educação mais crítica e consciente e que possa formar, além de pré-vestibulandos, cidadãos. E, vai-se mais além quando propõe a maneira como isto pode ser feito, utilizando a disciplina de Química como um caso exemplo.

Um dos motivos que me levou a questionar o ensino adestrador já citado, especialmente em relação a disciplina de química, é a falta de motivação demonstrada pelos estudantes frente ao conhecimento. Passei a me questionar se não haveria uma forma melhor de se realizar esta tarefa.

Outro fator que colaborou com esta busca foi justamente o fato de que, também, o Vestibular, maior justificativa do ensino existente, vem sofrendo mudanças na forma de elaboração de suas questões. Além disso, outras formas de seleção e avaliação dos estudantes de Ensino Médio estão surgindo como uma nova tendência para, quem sabe, substituir o Vestibular.

Entre estas novas formas de seleção/avaliação pode-se citar o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), voltado aos estudantes que estão concluindo ou já terminaram o Ensino Médio. Seu objetivo é oferecer uma referência para auto-avaliação, orientar escolhas profissionais futuras e servir como modalidade alternativa ou complementar aos processos

seletivos para ingresso no Ensino Superior e mercado de trabalho. Deve ficar claro que a participação do ENEM é opcional. Mas, de acordo com o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP), 400 instituições de Ensino Superior utilizam a pontuação do ENEM, de alguma forma, em seus processos seletivos.

O objetivo inicial deste exame não é avaliar os estudantes, mas sim a situação do Ensino Médio. Segundo o relatório de avaliação fornecido pelo INEP, o desempenho no ENEM é medido a partir de cinco competências básicas: domínio de linguagens, compreensão de fenômenos, enfrentamento de situações-problema, construção de argumentações e elaboração de propostas de intervenção na realidade. Entre as cinco competências citadas, os candidatos do ENEM-2002 saíram-se melhor na competência I (domínio da linguagem). A competência III (selecionar, relacionar, organizar e interpretar informações, fatos, opiniões e argumentos em defesa de um ponto de vista) foi a que teve menor média. O levantamento apresentado pelo INEP aponta como uma das dificuldades dos candidatos a leitura compreensiva, ou segundo o Relatório Pedagógico do ENEM,

“... a ausência do domínio da leitura compreensiva foi possivelmente a causa do desempenho apresentado. Só a leitura superficial e fragmentada pode explicar a opção por alternativas de resposta que revelam leitura de gráficos sem associação com a proposta, escolha de alternativas dissociadas do contexto, dificuldade de estabelecer relações entre linguagens expressas por tabelas, fórmulas e gráficos, escolha de afirmações e argumentos contraditórios e mutuamente excludentes”.

Outra alternativa ao Vestibular é o Sistema de Avaliação do Ensino Médio (SAEM). No manual do aluno-candidato do SAEM 2002, as matrizes de referência por disciplinas trazem, ao invés de conteúdos específicos, competências e habilidades que se espera que o aluno desenvolva. Entre estas, pode-se citar para a disciplina de química:

*“ - Entendimento do conhecimento químico como construção humana, histórica, ética, política e social.
- Reconhecer o sentido histórico da química como parte do conhecimento socialmente produzido, percebendo seu papel na vida humana nas diferentes épocas.
- Compreender os fenômenos químicos à luz do saber desenvolvido pelo homem ao longo da história do tempo.
- Superar os preconceitos culturais e sociais construídos historicamente, analisando, debatendo e posicionando-se para a re-elaboração de conceitos.
- Interpretar os fenômenos químicos em relação com os aspectos sócio-político-econômicos nas diferentes esferas de ocorrência.
- Desenvolver princípios éticos do conhecimento científico e tecnológico.
- Reconhecer as limitações do fazer humano na ação da Química. (...)” (Manual do aluno-candidato, SAEM 2002)*

Pode-se perceber que existe a preocupação com a evolução histórica do conhecimento, além das relações deste conhecimento com a tecnologia e seu aspecto social. Ou seja, a preocupação central destas formas de seleção não é a memorização de regras, fórmulas ou macetes, mas saber utilizar o conhecimento construído na escola e ser capaz de utilizá-lo (o conhecimento) para solucionar questões mais amplas que exigem leitura, interpretação e desenvolvimento.

As questões, tanto de Vestibular, quanto das outras formas de seleção, têm abordado com mais frequência situações contemporâneas. Mas a impressão que tenho é que, para a escola, estas questões de caráter contemporâneo (contextualizadas) parecem estar fora dos conteúdos normais. Criam-se, assim, disciplinas extras para as turmas do final do Ensino Médio com o objetivo de discutir as “Atualidades”, sobrecarregando, com esta atitude, os estudantes, a escola e os professores sem que haja esta necessidade.

O ideal seria que o que é chamado de “Atualidades” exercesse o papel de pano de fundo, elemento desencadeador do conteúdo, objetivando assim aproximar o conteúdo da realidade do aluno, despertando o interesse pela aula. Estas “Atualidades” podem ser inseridas em todos os conteúdos – e disciplinas – ao longo do seu desenvolvimento, bastando, para isso, que se estabeleçam as relações entre as disciplinas, suas aplicações e conseqüências na sociedade e as conseqüências oriundas destas aplicações. Esta é, inclusive, um item defendido pelos PCNEM (1999) sob o nome de *Temas Transversais*, porém a forma como se incluem estes temas ao longo do conteúdo não é explicitado.

Considerando esta realidade e pensando na formação do estudante/cidadão/vestibulando/profissional, acredito em uma educação que esteja preparada para lidar com esta situação bastante peculiar. Reforço aqui que uma educação que, durante o desenvolvimento de seus conhecimentos específicos, esteja preocupada em apresentar as relações entre seus conteúdos (ciência) e sua aplicação, o desenvolvimento tecnológico, e seu impacto social e ambiental (sociedade), seja capaz de atender a tamanha expectativa.

É nesta perspectiva de interação que imagino a utilização de discussões CTS nas diversas disciplinas do Ensino Médio. Partindo de situações cotidianas, pode-se discutir a ciência da sala de aula mostrando ao aluno que uma não é diferente da outra. É útil que se mostre também a origem do conhecimento científico, e as razões de sua existência. Enfim, não me proponho a apresentar uma nova metodologia de ensino, ou uma seqüência de ações, mas uma linha de atuação, sugestão de novas posturas frente aos conteúdos e aos estudantes. Proponho que se resgate a participação o estudante através de comentários, dúvidas, ou até mesmo soluções aos problemas do seu bairro, cidade, país; utilizando para isso, também, o conhecimento científico discutido em sala de aula.

Mas, o que é CTS e o que se propõe a partir dele?

O movimento de ensino CTS tem sua origem por volta das décadas de 60/70. Desde então tem servido de referência para a criação de diversos programas de ensino, especialmente nas áreas das ciências (GARCIA, *et al.* 1996; SANTOS e SCHNETZLER, 2000). Para MORIN (2001), a origem deste e de outros movimentos aconteceu devido ao que ele chamou de uma segunda revolução científica no século XX (sendo que a primeira teria sido irrompida na microfísica no início do século), revolução esta iniciada nos anos 60 e que gerou

“... grandes desdobramentos que levam a ligar, contextualizar e globalizar os saberes até então fragmentados e compartimentados, e que, daí em diante, permitem articular disciplinas, umas às outras, de modo mais fecundo.” (2001: 26)

Um dos possíveis motivos da origem deste movimento deve-se às conseqüências decorrentes do impacto da ciência e dos produtos tecnológicos na sociedade moderna, o que de algum modo justifica o fato deste movimento ter surgido, aproximadamente na mesma época, em diversos países. (GARCIA, *et al.*, 1996)

Os métodos de ensino que têm por base as idéias dos movimentos CTS manifestam como preocupação central os aspectos sociais decorrentes da prática científica e tecnológica, o que se vincula diretamente à formação da cidadania.

Além disso, pode-se relacionar o surgimento do movimento CTS à mudança de visão sobre a natureza da ciência e seu papel dentro da sociedade. Evidencia-se a importância do ensino de CTS pela repercussão de seu movimento mundial, que tem sido reportada por diversos autores, através da realização de congressos e conferências específicas sobre CTS, o desenvolvimento de inúmeros trabalhos de pesquisa e dissertações.

E, é devido a este grande crescimento ou valorização deste movimento dentro dos vários níveis do ensino, em níveis mundiais, que procuro aqui avaliar de que forma se pode adaptar as reflexões que envolvem CTS ao Ensino Médio brasileiro, sem que para isto se crie a disciplina CTS, mas que se utilize suas reflexões dentro de cada disciplina para favorecer a construção do conhecimento.

Reforço portanto a proposta deste estudo como sendo a reflexão sobre a possibilidade da formação de jovens (cidadãos) que sejam capazes de utilizar os conhecimentos escolares em seu cotidiano, interagindo com a sociedade na qual estão inseridos, questionando, criticando e problematizando as situações com as quais se confrontem acreditando que um ensino que forneça esta formação de caráter mais crítico contribua também no sentido de facilitar a realização das provas de Vestibular.

A necessidade da formação dos cidadãos, citadas com tanta frequência até aqui pode ser justificada por vários motivos: 1) não podemos considerar que a solução de todos os problemas da sociedade atual dependam exclusivamente do desenvolvimento científico-tecnológico, uma vez que muitos destes problemas se originam dentro de relações sociais. 2) O direito de participar e opinar em relação a decisões que dizem respeito ao futuro de todos; mas a participação só é possível quando se compreende o que está realmente acontecendo. 3) A possibilidade de participação num possível redirecionamento dos avanços científico-tecnológicos no sentido de restaurar a confiança abalada sobre este tipo de desenvolvimento.

Estas são apenas algumas situações em que o conhecimento e a compreensão das interações entre CTS são importantes.

A partir destas reflexões pode-se destacar como **objetivo geral** deste estudo:

Contribuir para uma formação mais crítica e reflexiva para os estudantes do Ensino Médio, visando o aluno-cidadão, que poderá, também, obter maior sucesso em seu acesso ao Ensino Superior. Para este propósito, utilizo o ensino com enfoque CTS como ferramenta para atingir tal objetivo.

Já como **objetivos específicos** pode-se citar:

- Apontar a relevância da aplicação dos enfoques CTS no ensino;
- Avaliar de que forma estas discussões podem contribuir com o ensino de modo que se consiga formar jovens mais reflexivos.
- Efetuar levantamento bibliográfico de referenciais contemporâneos que discutam CTS e suas implicações no Ensino Médio;
- Estruturar uma proposta que possa direcionar a utilização das discussões CTS no Ensino Médio, sem que haja necessidade da inclusão de uma nova disciplina no currículo escolar, utilizando como exemplo a disciplina Química.

1.1.1. Cidadão e Cidadania

Fica claro que a formação do cidadão é uma das preocupações centrais desta pesquisa, por este motivo acredito ser interessante, neste momento, uma breve discussão referente aos termos cidadão e cidadania. Em seu livro, SANTOS e SCHNETZLER (2000), discutem ao longo do primeiro capítulo as definições de cidadania, desde Aristóteles até autores mais atuais.

Ao longo de suas reflexões torna-se possível identificar uma série de características que parecem básicas aos diversos conceitos apresentados, por exemplo, participação e conquista, além de direitos e deveres.

Como característica da cidadania, a participação refere-se às funções judiciárias e nas funções públicas em geral (ARISTÓTELES, In SANTOS e SCHNETZLER, 2000:23). Já a conquista aparece no sentido de que a obtenção da cidadania é considerada como um processo, ela é desenvolvida, conquistada pelo indivíduo, não pode ser transmitida como um bem.

Quanto aos direitos e deveres, os primeiros são, em geral garantidos por alguma forma de governo, o Estado constitucional. Apesar da variedade cultural existente em nosso planeta, alguns direitos humanos são universais por fundamentarem-se no princípio da conservação da vida, da liberdade e da consciência da natureza racional do homem.

Os deveres do cidadão têm relação com o compromisso que cada indivíduo tem perante sua comunidade, as responsabilidades, a cooperação para garantir o desenvolvimento ou no mínimo a subsistência deste grupo.

A condição de cidadão/cidadania tem grande relação com as democracias, que por definição defendem a participação direta do povo, ou da maioria do povo, no governo. Mesmo que não haja uma democracia real; ainda vivemos sob o domínio de governos oligárquicos ou aristocráticos, o ideal democrático ainda é defendido apesar do seu caráter utópico. E a educação, que é própria das democracias, pode assumir sua parcela de responsabilidade na formação de cidadãos.

Acredito que a conquista da cidadania pode se dar, também através da educação, não isoladamente, mas como um complemento às demais instituições sociais – família, sindicatos, partidos políticos, associações, entre outros – ou seja, a escola não só pode como deve contribuir com este processo que é a conquista da cidadania.

1.3. Metodologia

A metodologia adotada para o desenvolvimento desta dissertação baseia-se na pesquisa bibliográfica em seu conceito mais amplo, devido ao seu caráter teórico e propositivo. As referências pesquisadas servirão como matéria-prima para defender, respaldar e complementar os elementos do trabalho em questão.

Primeiramente, para fins de definição, segundo FERREIRA (1983),

“...entende-se como pesquisa bibliográfica uma série de procedimentos executados com a finalidade de identificar, localizar, obter determinados documentos, transcrever os dados de interesse e finalmente redigir o trabalho.” (1983:42)

Dessa forma, será efetuado levantamento do material que contemple o tema de interesse, neste caso, CTS de forma geral e CTS no Ensino Médio. Partindo desta coleta serão obtidas as informações que fundamentarão a redação final do trabalho e que serão utilizadas como subsídio para a eventual estruturação de uma proposta que privilegie a utilização das discussões CTS no Ensino Médio.

Para que se proceda uma pesquisa bibliográfica, identificam-se duas fases distintas, a primeira refere-se à pesquisa bibliográfica no seu conceito restrito:

“...é o levantamento, a seleção de documentos de interesse para a pesquisa sobre determinado assunto, e fichamento das referências e seu respectivo arquivamento para posterior utilização.”, (FERREIRA 1983:42)

Esta primeira fase tem por objetivo a busca de referências que possam de alguma forma contribuir com o estudo, para posterior seleção. É importante destacar que uma pesquisa bibliográfica não se dispõe a levantar todas as referências que tratam do assunto, mas o suficiente para que se possa obter subsídios para uma análise do assunto proposto. A decisão quanto a escolha das referências compete ao pesquisador que deve, porém, obedecer a alguns critérios, segundo ARMANDO ZUBIZARRETA (apud SALVADOR, 1971):

“O autor de trabalhos críticos que todos citam constantemente ao fundamentar suas exposições ou como ponto de partida para uma nova investigação, é de consulta indispensável; devido ao avanço científico, uma obra moderna costuma ser mais completa e inteligente do que uma antiga; um livro é geralmente mais útil do que um artigo de poucas páginas em razão da amplitude do conteúdo; um artigo de revista científica é mais importante do que um artigo de revista cultural ou de mera divulgação e muitíssimo mais do que um artigo de periódicos; as publicações do país ou de nações afins com respeito ao tema costumam ser mais informativas do que aquelas que aparecem em nações complementares estranhas; as breves páginas de um autor inteligente são mais valiosas do que as extensas publicações de medíocres; o tratamento direto do tema será sempre mais rico e aproveitável do que o tratamento indireto apreciado em livros dedicados a outros assuntos”. (1971:63)

Com base nos critérios citados acima, executei a seleção do material que forneceria os subsídios do trabalho. Ao se consultar a lista de referências citadas ao final deste estudo é possível perceber a predominância de obras de origem espanhola. Esta opção pode ser justificada por várias razões: 1) a maior facilidade em se obtê-las, uma vez que o orientador em questão está em contato direto com os grupos de Estudo Espanhóis que discutem o tema, além do grande volume de obras referentes ao assunto proposto. 2) a proximidade dos interesses na pesquisa dos países Ibero-americanos pela OEI (Organização dos Estados Ibero-americanos), que é um

organismo que apresenta extensa bibliografia sobre CTS, especialmente em sua página na Internet. 3) Outro fator de grande importância que direcionou a busca aos autores espanhóis, foi o fato de que a idéia principal que direcionará a estruturação da proposta ao final desta dissertação é de origem daqueles autores.

Apesar dos autores serem em sua maioria espanhóis, outros autores foram consultados para que fosse possível ter uma visão mais ampla do tema em questão.

Uma vez que a primeira fase (seleção das referências) esteja concluída inicia-se a segunda fase que se refere à leitura e fichamento das referências coletadas na fase anterior, para que se possa assim proceder a transcrição dos dados de interesse e posterior redação do trabalho.

Para GIL (1991), a grande vantagem da pesquisa bibliográfica encontra-se no fato de que se pode cobrir uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que se poderia pesquisar diretamente. Porém, em contrapartida, há uma desvantagem que pode até comprometer a qualidade da pesquisa. A utilização de fontes secundárias que podem apresentar dados coletados ou processados de forma equivocada, e trabalhos baseados nestas fontes tendem a reproduzir ou, até mesmo, ampliar estes erros. Por este motivo, a qualidade das referências a serem adotadas é muito importante em trabalhos que se baseiam em pesquisa bibliográfica. Para minimizar esta possibilidade cabe ao pesquisador analisar com profundidade as informações e utilizar fontes diversas que garantam uma maior proximidade com a realidade.

Para ilustrar como é possível a utilização das questões CTS no Ensino Médio, será apresentada ao final, uma aplicação destas questões ao ensino de química, especificamente a um conteúdo do terceiro ano. A forma escolhida para inserção destas questões será através da utilização de *enxertos*.

Os enxertos serão discutidos com maior profundidade em capítulos posteriores, por ora, pode-se dizer que este método se baseia em inserir as questões CTS nos conteúdos durante seu desenvolvimento. Esta inserção pode ser feita em vários pontos, ficando a critério do professor decidir o melhor momento. O importante é que se favoreça a discussão dos enxertos e não que estes sirvam apenas de exemplo, o objetivo é incitar a curiosidade, favorecer os questionamentos, buscar o interesse do estudante.

Optou-se pelos enxertos pois não implica em mudanças radicais na estrutura do ensino, o que facilita sua aplicação imediata desde que haja interesse por parte do corpo docente, que é parte fundamental no desenvolvimento de qualquer estratégia de ensino.

1.4 Apresentação

Este trabalho está dividido em cinco capítulos. O primeiro capítulo compreende a introdução que apresenta em linhas gerais qual o conteúdo desta dissertação, a justificativa pela escolha do tema, seus objetivos e a metodologia utilizada para seu desenvolvimento.

O capítulo 2 apresenta o levantamento histórico da evolução do Ensino Médio brasileiro. Nele, não objetivo a discussão desta evolução, mas busco pela origem do ensino voltado ao Vestibular. Este levantamento foi fruto de uma extensa pesquisa bibliográfica. Observa-se nele que, em princípio, a evolução histórica do Ensino Médio pode apresentar número de fases variáveis dependendo do critério adotado pelo autor para definir o que marca o início e o fim de cada período. Porém, acrescento um novo período a esta evolução histórica com vistas às novas perspectivas indicadas pelas Leis e Diretrizes que regem a educação desde o final da década de 1990, pois são justamente estas novas perspectivas que têm favorecido o desenvolvimento de inúmeros trabalhos e propostas inovadoras na área da educação, inclusive este.

No capítulo 3, relato brevemente a origem histórica do movimento denominado CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), apresentando definições, a origem desta expressão, as duas principais tradições – a européia e a americana de estudos em CTS – e uma pequena noção das idéias centrais de alguns autores de ambas as tradições. Além disso, posteriormente, far-se-á reflexões sobre a situação deste movimento no Brasil

Nessa perspectiva, observou-se que as discussões sobre CTS têm se tornado cada vez mais recorrentes nas diversas formas de publicação. Apesar deste movimento ter origem fora do meio educacional, inclusive nesta área estas reflexões têm encontrado espaço, buscando (sugerindo) uma nova forma de organizar os conteúdos a serem ensinados, priorizando a reflexão das relações entre estes conteúdos (ciência), com os aparelhos, equipamentos e conhecimentos gerados por estes aparatos (tecnologia) e a vida dos estudantes e suas famílias (sociedade).

Já no capítulo 4, pretende-se refletir a viabilidade da inclusão, no Ensino Médio brasileiro, de discussões deste nível e estruturar uma proposta que possa servir de base para o desenvolvimento de projetos neste sentido.

O capítulo 5, providencialmente intitulado “Para não concluir”, tem justamente este objetivo. Este estudo não conclui as discussões sobre a inserção de CTS no Ensino Médio brasileiro, ao contrário, encontra e propõe novas questões que merecem reflexões e pesquisas.

Este espírito de continuidade que torna possível construir uma nova educação com oportunidade para todos.

2. O Ensino Médio no Brasil

2.1. Um Breve Histórico

Este capítulo busca recuperar a origem do Ensino Médio brasileiro e sua evolução ao longo dos anos. No entanto não tem a intenção de aprofundar muito esta busca histórica porque a pretensão é apenas encontrar a origem dos objetivos diversos, e por vezes distintos deste grau de ensino. Pretendo, principalmente, avaliar a partir de que momento seu objetivo central passa a ser a formação para o prosseguimento dos estudos em detrimento de outros objetivos. Afinal o Vestibular não existe desde sempre. Acredito que a educação deva ter recorrido a esta forma de seleção num momento em que a procura pelo Ensino Superior tenha aumentado muito em relação à oferta de vagas. Tornando-se obrigatório que se selecionasse apenas os mais “aptos” a integrar este nível de ensino através de uma prova. Mas, e antes da instituição do Vestibular como funcionava o ensino no Brasil? E por que se chegou ao ponto de ser necessário selecionar quem poderia frequentar o Ensino Superior?

Estas são algumas das questões que pretendo responder durante o desenvolvimento deste capítulo.

A periodização da história do Ensino Médio brasileiro pode apresentar diversas fases dependendo da referência utilizada por cada autor para identificar o término de um período para que um novo se inicie. FIOD (1993) admitiu em seu trabalho que uma periodização, que abrange três modelos econômicos, proposto por FREITAG (1986), mostrava-se bastante adequada a seus objetivos para categorizar os períodos da evolução do Ensino Médio.

Já PILETTI (1993) utiliza como referência momentos políticos que acabaram por influenciar também o ensino, porém mantém três fases. Contudo TOBIAS (1972) defende que qualquer periodização da História da Educação Brasileira que tenha a pretensão de ser objetiva e científica,

“... deverá basear-se em fatôres (sic) e fatos educacionais marcantes; não poderá, sob pena de se tornar deficiente e de transviar tôda (sic) a exposição da História da Educação Brasileira pretender fundamentar-se em critérios políticos, ou sociais, ou econômicos, ou outros quaisquer que naturalmente existem, mas sòmente (sic) depois dos critérios educacionais.” (TOBIAS, 1972:13-14) Grifos do autor

Como o objetivo deste capítulo é o resgate histórico da evolução do ensino brasileiro, em especial do Ensino Médio, a proposta feita por TOBIAS (1972) parece bastante interessante,

uma vez que se preocupa em dividir os períodos a partir de grandes mudanças ocorridas dentro do ensino. Será, por este motivo, utilizada como referência a periodização encontrada em sua obra, mas os fatos serão complementados, quando for necessário, com os dados fornecidos por outros autores.

Não ignoro que mudanças de ordem política, econômica, social e às vezes até religiosa são desencadeadoras de processos inovadores na área educacional. Que fique claro que apesar da referência utilizada ter se baseado em momentos de ruptura no ensino, admito estas influências paralelas. Porém, para a pesquisa em questão, não parece relevante discorrer páginas sobre o tema. Apesar disso, em alguns momentos será apresentada de forma superficial a situação política, social e econômica que o país enfrentava naquele momento.

Complementando este resgate histórico, ao final deste capítulo, elaboro uma síntese, apresentando a idéia de um novo período para o ensino brasileiro que tem início com a aprovação da nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), promulgada em 20 de dezembro de 1996.

Acredito que se possa considerar este fato marcante como o início de um novo período para o ensino pelas grandes e importantes mudanças proposta pela nova LDB. Entre estas propostas pode-se citar, em relação ao Ensino Médio, uma nova estrutura para este grau de ensino. Esta nova LDB pretende eliminar a disciplinaridade propondo a divisão dos conhecimentos em três áreas, a saber: Linguagens Códigos e suas Tecnologias; Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias; Ciências Humanas e suas Tecnologias. A finalidade desta divisão é

“... assegurar uma educação de base científica e tecnológica, na qual conceito, aplicação e solução de problemas concretos são combinados com uma revisão dos componentes socioculturais orientados por uma visão epistemológica que concilie humanismo e tecnologia ou humanismo numa sociedade tecnológica.” (PCNEM, 1999:32)

Esta finalidade está de acordo com um dos objetivos do movimento CTS dentro da área educacional, que busca formas diferenciadas de atuar na educação que integrem o conhecimento tecnocientífico na sala de aula, e vai além quando propõem que se faça a relação com as questões sociais envolvidas. Segundo SOLOMON (1993) o ensino CTS deve visar sobretudo

“... o desenvolvimento de atitudes para enfocar e solucionar de modo significativo, os problemas de aplicação da ciência na sociedade, além de ensinar a compreender o modo como a ciência atua no contexto social.”

Fica clara a semelhança entre os objetivos dos PCNEM e do ensino CTS, ambos buscam um ensino que seja capaz de aproximar os problemas e os conceitos da sala de aula com a realidade da sociedade através da discussão e avaliação do desenvolvimento da ciência e da tecnologia.

Além destas mudanças, a nova LDB, propõe objetivos mais específicos ao Ensino Médio. Estes novos objetivos abrem espaço para propostas de ensino inovadoras, menos preocupadas com a memorização, voltadas a um ensino que exalte o conhecimento.

Contudo, para que chegássemos a este grau de organização no ensino, muitos séculos se passaram, muitos erros e acertos ocorreram na legislação e estruturação do ensino. Acredito que muitos outros se passarão até que se possa considerar que o ensino esteja satisfatório e que todos tenham acesso à educação em iguais condições. Afinal, o conhecimento pode ser considerado como uma forma de melhorar as relações sociais, principalmente o conhecimento científico que é motivo de inclusão ou exclusão de uma pessoa ou grupos sociais inteiros.

Assim se inicia a história da evolução do ensino no Brasil, que a princípio restringia-se, principalmente, à catequese de índios para que estes pudessem ser utilizados como mão-de-obra escrava, época do Brasil Colônia.

2.1.1. Primeiro Período – Os Jesuítas

A economia baseava-se no modelo agrário-exportador dependente, época do Brasil Colônia. Após a extração predatória do pau-brasil, tem início a colonização do Brasil pelo sistema das capitanias hereditárias e a monocultura da cana-de-açúcar. A economia se desenvolve em torno dos engenhos de cana e a mão-de-obra é basicamente escrava (primeiro de índios e depois de negros africanos). Como o Brasil era colônia portuguesa todo o lucro ficava nas mãos dos comerciantes nas Metrôpoles (Europa).

Nesse contexto, a educação não era essencial uma vez que a formação para a reprodução da força de trabalho (FREITAG, 1986) era desnecessária. Já que o trabalho era basicamente escravo, não havia a necessidade de formação especial para o desempenho das funções na agricultura.

De qualquer forma as comunidades das metrôpoles enviam os jesuítas da Companhia de Jesus para catequizar os índios e não permitir que os colonos se afastem da fé católica.

“Os jesuítas monopolizam o ensino no Brasil, apoiados oficialmente pela Coroa, que também os auxilia com generosas doações de terras. O Governo de Portugal sabe o quanto a educação é importante como meio de submissão e de domínio político e, portanto, não intervém nos planos dos jesuítas.” (ARANHA, 1996:102)

Mesmo com a revolução intelectual que ocorria na Europa no século XVII, o monopólio do jesuíta na educação brasileira mantém uma escola conservadora.

“O ensino rejeita as ciências físicas ou naturais, bem como a técnica ou as artes, visando apenas a formação humanística, centrada no latim, nos clássicos e na religião, com ênfase no grau médio.” (ARANHA, 1996:115)

Este tipo de educação mostrou-se interessante apenas a poucos integrantes da classe dominante, e mesmo assim apenas como ornamento e erudição. A quantidade de analfabetos era muito grande pois não havia interesse na educação elementar, além da existência de grupos aos quais o direito a educação escolar é simplesmente negado, são os excluídos. Entre os grupos que não têm acesso à educação destaca-se o das mulheres, para a qual eram importantes as boas maneiras e as prendas domésticas (RIBEIRO, 1982). Assim, também os negros eram completamente excluídos da educação, ao contrário dos curumins (filhos dos índios) que despertavam maior interesse dos jesuítas. Acreditava-se que catequizando os filhos (dos índios) seria mais fácil chegar aos pais.

Para RIBEIRO (1982), a catequese interessava tanto a Companhia de Jesus, como fonte de novos adeptos do catolicismo, como ao colonizador, à medida que tornava o índio mais dócil e, portanto, mais fácil de ser aproveitado como mão-de-obra.

De modo geral, pode-se dizer que a educação brasileira na época dos jesuítas teve dois momentos, segundo TOBIAS (1972). O primeiro idealizado e concretizado por Padre Manuel da Nóbrega com idéias avançadas para sua época e espírito democrático, pretendia criar o ensino para todos e estendeu-se até 1580 aproximadamente.

Após a morte de Manuel da Nóbrega, o ensino passa a ser orientado segundo a filosofia da educação que se originava nas autoridades jesuíticas da Metrópole (Portugal). Esta nova filosofia era contrária a de Manuel da Nóbrega, segregadora do índio e do pobre, além dos grupos já excluídos. *“(...) depois de Nóbrega, a educação do curso médio tem por finalidade preparar para o curso superior; na prática, era preparar para ser padre, sobretudo jesuíta.” (TOBIAS, 1972:83)*

Segundo FIOD (1993), já se podia identificar duas características na educação brasileira: o academicismo e o caráter propedêutico da escola secundária. Já FREITAG (1986) defende que, na realidade, os únicos objetivos do Ensino Médio nesta época eram os que diziam respeito às reproduções das relações de dominação e da ideologia dominante. Ou seja, acesso ao estudo era permitido aos integrantes das classes altas que ocupariam os cargos de prestígio e de poder.

Quando se discute a estrutura do ensino oferecido pelos jesuítas, PILETTI (1993) afirma que este compreendia dois cursos sucessivos: o de letras humanas e o de filosofia e ciências. O curso de letras humanas compreendia estudos de gramática latina, humanidades e retórica, sucessivas. Depois deste curso os alunos freqüentavam as classes de filosofia que compreendiam estudos de lógica, metafísica, moral, matemática e ciências físicas e naturais, sempre baseado em Aristóteles.

Estes cursos de “grau médio” tinham duração de nove anos em média, distribuídos desta forma: cinco a seis anos de letras humanas, mais três anos de filosofia e ciências. Na realidade o ensino público secundário se caracterizava predominantemente por uma série de aulas avulsas, cuja principal função era preparar os estudantes para o ingresso nos cursos superiores.

O acesso a cursos superiores era outro fator que desmotivava quem tivesse interesse em estudar pois, segundo LEMBO (2002), ao contrário do que ocorria na América de domínio espanhol, os portugueses nunca implantaram uma universidade no Brasil. Os que tinham interesse e condições de continuar os estudos eram deslocados para Universidade de Coimbra. Esta situação só é mudada com a chegada da família real ao Brasil, quando são criados cursos superiores na Bahia (Medicina) e no Rio de Janeiro (Engenharia Militar). Cursos esses que permanecem até hoje em funcionamento.

Nesta época, o analfabetismo ainda não era considerado um problema, sendo a educação restrita aos eclesiásticos e aos descendentes de famílias abastadas, que em sua maioria, contavam com professores particulares vindos da Europa, em especial da Alemanha. *“No século XVII, os graus acadêmicos obtidos nessas escolas eram, juntamente com a propriedade de terra e escravos, critérios importantes de classificação social.”* (RIBEIRO, 1982:29)

Em 1759 ocorre a primeira grande reforma no ensino, uma reforma também bastante radical, pois tinha a intenção de substituir de uma só vez a educação oferecida pelos jesuítas, de caráter confessional, por outro ensino que fosse mais útil aos fins do Estado português. O objetivo desta mudança tão brusca era a busca de condições que permitissem a competição com nações estrangeiras.

Este período se encerra sem um ensino estruturado e, como foi mencionado ao longo do texto, visando o acesso aos cursos superiores. Ou seja, já no embrião do ensino, a preocupação com o ensino superior é marcante.

2.1.2. Segundo Período – Aristocratização do Ensino

O principal motivo que levou o governo português a encerrar as atividades da Companhia de Jesus no Brasil refere-se ao incômodo que o poder acumulado pelos jesuítas (tanto econômico quanto político) causou ao governo. Além da consciência e do comportamento da população terem sido modelados pelos jesuítas, a Companhia de Jesus havia se tornado muito rica devido a uma taxa especial de 10% da arrecadação dos impostos e terras que lhe era repassada pela Coroa.

As atividades dos jesuítas são encerradas no Brasil em 1759 sob acusação, entre outras, de tentar formar um “império temporal cristão” (ARANHA, 1996:134).

Nesta época, o ensino que era realizado pelos jesuítas não foi imediatamente substituído por outra forma de educação. Vendo-se abandonado, o povo recorreu a professores leigos, além de padres e capelães; estes formados anteriormente pelos jesuítas. Assim, mesmo os jesuítas tendo sido expulsos do Brasil, seu modo de educar permanece vivo na forma de seus antigos alunos.

Quase duas décadas mais tarde, o Marquês de Pombal inicia a reconstrução do ensino. Cabe salientar que o Marquês de Pombal era político, sem formação filosófico-educacional.

“Daí por diante, o ensino secundário, que no tempo dos jesuítas era organizado em forma de curso – Humanidades –, passa a sê-lo em aulas avulsas (aulas régias) de latim, de grego, de filosofia, de retórica. Pedagogicamente esta nova organização é um retrocesso. Representou um avanço ao exigir novos métodos e novos livros.”(RIBEIRO, 1982:37)

As reformas decretadas pelo Marquês mantiveram o caráter discriminatório, reservando o direito à educação aos poucos privilegiados. *“A Coroa nomeia professores e estabelece planos de estudo e inspeção. O curso de humanidades, típico do ensino jesuítico, é modificado para o sistema de aulas régias de disciplinas isoladas.”(ARANHA, 1996:134)*

A educação brasileira desta época distanciava-se cada vez mais da realidade nacional, utilizando por base a educação da metrópole. O povo não se identifica com o ensino apresentado e vai se afastando, pois o objetivo do novo modelo educacional era preparar para o ingresso na Universidade, para ser Dr., para ser o Bacharel. Enfim o novo modelo visa aos poucos privilegiados que poderiam acabar seus estudos na Europa (TOBIAS, 1972). Ou seja não houve grande mudança no que se refere aos objetivos do ensino, ou ao seu público alvo. *“O*

curso médio, só terá sentido se o estudante quiser seguir Universidade, ou então alguma das raras Faculdades Isoladas, existentes, no Brasil, a partir de 1810, ...” (TOBIAS, 1971:130).

Acredito que, de forma menos evidente, esta segregação do ensino permanece até hoje, através do Vestibular e dos cursinhos para admissão ao Ensino Superior. As classes mais favorecidas continuam tendo maiores chances de atingir o Ensino Superior.

Quanto aos professores, no tempo dos jesuítas, o ensino era gratuito e o pagamento dos padres-professores era feito pelo Rei que era bastante generoso. Após sua expulsão, os professores passaram a ser cidadãos que, em geral, tinham família para sustentar. Neste período, o ensino, quando particular, era pago pelas famílias dos estudantes e, quando público, era pago pelo governo (muito mal pago).

A má remuneração dos professores fez com que muitos abandonassem o magistério e até mesmo deixassem o país em busca de governos com uma política educacional que soubesse valorizar e remunerar seus professores. É uma época em que se torna professor aquele que não tem aptidão para qualquer outra profissão.

Esta situação somente é alterada em princípios do século XIX com a chegada da família real ao país. D. João VI dedica grande atenção à educação, por interesses particulares e do Estado.

“A finalidade, por conseguinte, da educação de D. João VI era de formar, não o homem, não o brasileiro, mas sim exclusivamente o profissional, sobretudo o profissional de que, mais urgentemente necessitava: o oficial, para defender a nação, a corte (sic) e o rei; o médico, para cuidar da saúde de todos e o engenheiro, sem o qual, o exército não poderia andar e nem o rei nada fazer.” (TOBIAS, 1972:155-156). Grifos do autor.

A presença da família real no Brasil garante o desenvolvimento do país. Os decretos e decisões para a criação de escolas, academias, tipografias e cadeiras sucedem-se em grande número. Entre elas é importante citar a Carta de Lei de 4 de dezembro de 1810 que criou a Academia Real Militar, a primeira Faculdade brasileira, oficialmente criada.

Apesar da proliferação de escolas, o acesso a estas continua restrito e direcionado aos filhos das elites. Reforça-se mais uma vez o caráter “pré-vestibular” do Ensino Médio (TOBIAS, 1972), uma vez que só freqüentavam este nível de ensino os estudantes que pretendessem seguir os estudos na Universidade.

É justamente nesta época que surge o embrião do Vestibular. Os egressos do Ensino Médio brasileiro não estavam preparados para o ingresso nas Faculdades Isoladas, de caráter profissionalizante. Os alunos eram obrigados a contratar aulas extras e particulares (bastante

caras) para que pudessem prestar os exames das matérias propostas, como condição para o ingresso nestas Faculdades.

“Em sua origem, portanto, o vestibular e o ‘cursinho’ representam tentativa de solução para dois graves males, específicos e característicos, da realidade educacional brasileira: primeiro, a falta de Ano Universitário, preparador do estudante, tanto para escolha de sua vocação quanto para sua futura Faculdade; em segundo lugar, ausência de entrosamento entre os cursos médio e superior. Por isso, ainda que empíricos e fora dos muros da Universidade, os ‘cursinhos’ a seu modo, mesmo na educação brasileira posterior e de hoje em dia, encarnam uma solução, ainda insuperada, apesar da grita e das verberações justas e derrotistas de seus críticos e criticadores. O vestibular e o ‘cursinho’ haverão de ser válidos enquanto não se fizer uma reestruturação científica e nacional do ensino, particularmente do ensino superior brasileiro, que ainda continua sendo prolongamento da Academia Real Militar e do espírito pragmático e empirista de D. João VI.” (TOBIAS, 1972:172-173).

Com a proclamação da Independência em 1822, D. Pedro I que era imperador e não educador mostrava-se mais preocupado com a política, em manter o país livre e a si mesmo no trono. Mais uma vez o ensino no Brasil é abandonado, esquecido, até que em 1834 o Ato Adicional deste anodescentraliza o ensino. O governo português tenta se omitir da responsabilidade pela educação na sua colônia.

“O golpe de misericórdia que prejudicou de vez a educação brasileira vem no entanto de uma emenda à Constituição, o Ato Adicional de 1834. essa reforma descentraliza o ensino e atribui à Coroa a função de promover e regulamentar o ensino superior, enquanto às províncias (futuros estados) são destinados a escola elementar e a secundária. Dessa forma, a educação da elite fica a cargo do poder central e a do povo, confiada às províncias.”(ARANHA, 1996:152)

Assim, teoricamente, o governo central acreditava estar se omitindo da tarefa de organização dos níveis de ensino anteriores ao nível superior. Mas, o que o governo não havia se dado conta é que uma estrutura deficiente nos níveis primário e secundário atingiria diretamente o ensino superior uma vez que foram mantidos os cursos preparatórios e os exames para o ingresso no curso superior. Como o ingresso ao curso superior é um fator muito importante para que se mantenha o *status* da família, os pais pedem aos diretores que habilitem seus filhos no menor tempo possível, e com o menor incômodo para ambos (pais e filhos), para os exames preparatórios das aulas superiores.

“O ensino secundário brasileiro não conseguia conciliar o preparo para o curso superior com uma formação humana a nível médio, mesmo atendendo a tão reduzido

número. As condições concretas do meio determinavam uma única função – preparo para o superior.” (RIBEIRO, 1982:60).

Esta citação parece traduzir o que hoje ainda é uma realidade em várias escolas, a preocupação, por parte do Ensino Médio, com o acesso ao Ensino Superior.

Alcançamos o fim de mais um período vivendo o caos na educação, decretos aparecem e desaparecem da noite para o dia. Não há estudos científicos nem planejamentos sólidos que fundamentem os projetos e reformas, tudo é feito com base no empirismo e no aventureirismo.

Estamos entrando em uma fase de transição, onde muitas teorias são copiadas e testadas no país sem que se considere a realidade da sociedade. O ensino começa a chamar a atenção do governo como forma de produzir mão-de-obra com maior qualificação, o trabalho desperta o interesse pois o País precisa de desenvolvimento e isto só é possível pelo trabalho.

2.1.3. Terceiro Período – Época de Transição

No Brasil ainda era comum a imitação do estrangeiro. Enquanto na Europa a revolução científico-industrial provocava inúmeras mudanças nos países industrializados, o Brasil

“... continuava padecendo da antiga e ainda viva doença da megalomania: ‘imitar’ o melhor a fim de progredir o máximo e o mais depressa possível; este era e continuava sendo o lema do Brasil, especialmente do Brasil educacional.” (TOBIAS, 1972:330)

Além da revolução científico-industrial outros fatores contribuíram para a transição de uma era de aristocratização do ensino para a socialização. Pode-se citar por exemplo, segundo TOBIAS (1972), o positivismo que ainda era dominante; o movimento cultural ocorrido no Brasil, provocado pela Escola de Recife e continuado pela filosofia de Farias Brito; o aumento na população de imigrantes estrangeiros que chegam ao país com vontade de trabalhar o que quebrará o complexo brasileiro pelo trabalho manual. Esta transição teve maior força na segunda metade do século XIX, pois com a abertura dos portos do Brasil às nações amigas de Portugal e do Brasil, iniciou-se um processo de universalização de idéias e de filosofias. A abertura dos portos de um país, naquela época, era sinônimo de abrir o país às idéias, aos livros, à cultura e ao florescimento da educação.

Dentre estes fatores, a valorização do trabalho e conseqüentemente do trabalhador são fundamentais para que se perceba a importância das classes média e pobre. O governo

brasileiro percebendo esta importância se apressa em ampliar seu plano educacional para abranger a todos.

Porém, esta *educação para todos* refere-se às regiões industrializadas (localizadas, em sua maioria, no litoral), o interior do país, zona rural, continua sendo excluído desta renovação na educação. Sentindo-se abandonado, o homem do campo busca nas cidades suas oportunidades de crescimento, aumentando o êxodo rural e gerando uma série de outros problemas ao governo.

Esta fase de transição estende-se por praticamente todo o século XIX e as primeiras décadas do século XX. As reformas ocorridas neste período utilizavam como referência os modelos estrangeiros, sobretudo os europeus de países industrializados.

Nas reformas ocorridas no período de 1900 a 1931, a preocupação central era unificar o curso médio. Pode-se citar a reforma de Eptácio Pessoa (1901) que propunha a equiparação das escolas ao Ginásio Nacional, o Colégio Pedro II. Em seguida surgiu a reforma de Rivadávia Correia (1911), desoficializou o ensino, tirando-o das mãos do Estado e dos professores entregando-o ao Conselho Superior de Ensino. Em 1915 Carlos Maximiliano tenta pela segunda vez uniformizar o curso médio dentro de racional e equilibrada diversidade.

2.1.4. Quarto Período – Socialização

Após a Primeira Guerra Mundial o Brasil se vê obrigado a pensar na criação e desenvolvimento de suas indústrias, comércio, educação; enfim pensar no crescimento do País. A organização social deixa de ser basicamente dual e passa a ser mais complexa surgindo, neste período de forma mais nítida, as classes média e operária devido aos processos de urbanização e industrialização. Com o aumento da complexidade social, cresce também a preocupação com a educação do povo.

Aparece, neste período, com maior clareza, uma das características marcantes do ensino brasileiro; a dualidade. De um lado o ensino primário normal e o técnico profissional destinado aos trabalhadores, de classes inferiores. De outro lado, o ensino acadêmico-literário oferecido aos que pretendessem seguir para os cursos superiores, em geral integrantes das classes dominantes.

Em 1930, Francisco Campos assume o cargo de Ministro no recém-criado Ministério da Educação. Em 1931, apresenta o Decreto nº 19851 que, segundo TOBIAS (1972), foi a maior e mais marcante reforma educacional no Brasil. Este Decreto influenciou o ensino de duas formas distintas: primeiro, estabeleceu e personalizou o Ensino Médio; segundo, apresentou Leis que guiaram o nascimento e posterior explosão do Ensino Superior brasileiro.

Referente ao Ensino Médio, o Ministro divide-o em duas fases: a primeira que compreendia os primeiros cinco anos, seria o “ginásio”, destinado a formação humana. A segunda fase, o “Curso Complementar”, de dois anos destinava-se a preparação do curso superior.

Mas as diversas dificuldades inerentes à educação brasileira que vêm desde sua origem (falta de escolas e professores capazes são duas das mais relevantes) fizeram com que a implantação da reforma não ocorresse de forma integral. Porém contribuiu muito para o crescimento e aumento da complexidade da educação brasileira.

A reforma de Francisco Campos coincide com uma época de grande expansão no ensino brasileiro, tanto no Ensino Médio quanto no Ensino Superior. No Ensino Médio houve um aumento no número de alunos da ordem de 130% (Tobias, 1972:415), isto no período que corresponde a uma década. Já no Ensino Superior, o número de Faculdades e Universidades multiplicou-se de forma assombrosa.

São estas mesmas leis que lançam a fundamentação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.

Em 1942, apresenta-se o Decreto-Lei nº 4244, do Ministro Gustavo Capanema, que se destina exclusivamente ao Ensino Médio. Nesta reforma é atribuído ao ensino secundário, como sua finalidade central, a formação da personalidade do adolescente. O curso médio mantém as duas fases propostas por Francisco Campos, porém o ginásio, correspondente à primeira fase terá quatro anos. A segunda fase terá três anos, além de ser oferecido em dois cursos paralelos, o clássico e o científico; podendo ser frequentado por qualquer aluno que tenha concluído o ginásio.

O acesso à escola não é mais restrito às classes dominantes e, as classes anteriormente excluídas passam a ser incorporadas ao sistema educacional. O objetivo neste momento era formar um “(...) *exército de trabalhadores para o bem da nação*” segundo o Ministro da Educação (apud FREITAG, 1986:53)

Neste período chegamos à atual estrutura do ensino, mas a dualidade persiste na forma dos cursos paralelos ao Ensino Médio. O curso científico visa à formação profissional, enquanto o curso clássico visa à formação de alunos que pretendem seguir seus estudos na Faculdade.

Para ARANHA (1996) apesar do otimismo apresentado pela lei, os fatos mostram-se menos animadores. Persistem as dificuldades para sua aplicação, principalmente pela inadequação à realidade brasileira. Apesar do aumento de escolas, o número de professores leigos, não formados aumenta também.

2.1.5. Quinto Período – Buscando Autenticidade

A Constituição de 1946 citava a necessidade de se criar uma lei e diretrizes gerais, que direcionassem o ensino brasileiro, por parte do governo federal. Seguindo este dispositivo da Constituição, em 1948, Clemente Mariani reuniu educadores, sob a orientação de Lourenço Filho, para apresentarem o anteprojeto desta, que seria a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB). O anteprojeto foi apresentado em novembro do mesmo ano. Mas as discussões em torno da sua aprovação não foram tão rápidas.

A principal divergência girava em torno de duas ideologias, a perene-cristã⁷ e a social-radical⁸. Ao final de treze anos de disputas e jogo de interesses, é apresentada a LDB, Lei nº 4.024, que é sancionada, promulgada e publicada em 20 de dezembro de 1961, cuja vigência ocorreu a partir de 1 janeiro de 1962.

Esta LDB praticamente mantém a estrutura da proposta da reforma Capanema, com a vantagem de permitir a equivalência dos cursos. Ou seja, quebra a rigidez do sistema tornando possível a mobilidade entre os cursos profissional e tradicional mediante prova de adaptação.

Outra característica desta LDB está no ensino secundário, menos enciclopédico e com menos disciplinas, além disso, é permitida a pluralidade dos currículos em nível federal. O ensino técnico ainda é praticamente ignorado pela nova lei, que atende também às escolas privadas.

Para ARANHA (1996), a defesa das escolas particulares visa a manutenção de uma estrutura social que beneficia a classe dominante. *“Afiml, a educação popular ampliaria a participação política, o que poderia levar à alteração da estrutura do poder.”*(ARANHA, 1996:204). FREITAG (1986) compartilha desta idéia da manutenção da estrutura social através da educação, acrescentando que a LDB, mais uma vez privilegia a classe dominante que tem acesso às melhores instituições de ensino, podendo atingir cargos de maior prestígio dentro da sociedade. Ocorre a reprodução e o reforço da estrutura social já existente, através de um ensino que tem por base a LDB. Pode-se concluir que:

“Os três níveis de ensino preparam sua clientela para certas hierarquias profissionais dentro da sociedade. Assim, cargos dirigentes e de mando exigem, mesmo que só formalmente, uma formação de nível superior, ao passo que trabalhos

⁷ “... a da educação tradicional, antiga, baseada na educação definida como personalização do educando e deriva do princípio de que a sociedade existe para a pessoa enquanto pessoa.....”(TOBIAS, 1972:411)

⁸ “... a educação social-radical afirma que a sociedade é o principal, que a pessoa existe para a sociedade e que jamais a pessoa pode agir contra a sociedade, que é a fonte da verdade e da justiça, e conseqüentemente da educação, definida, por isso, como a ‘socialização do educando’ e realizada, portanto, essencialmente, por um processo pedagógico de fora para dentro da personalidade do educando.” (TOBIAS, 1972: 342)

rudimentares (manuais) dispensam na maior parte qualquer tipo de formação. Como quase somente filhos de classe alta e média alta atingem o nível superior (universitário) é entre eles que será recrutada a futura elite dirigente.” (FREITAG, 1986:66)

Durante o regime militar (1961) a LDB não é revogada, mas recebe alterações e atualizações. Torna-se obrigatório por lei a inclusão de Educação Moral e Cívica (EMC), Organização Social e Política Brasileira (OSPB) e Estudo dos Problemas Brasileiros (EPB), no ginásio, Ensino Médio e Ensino Superior respectivamente. *“Nas propostas curriculares do governo transparece o caráter ideológico dessas disciplinas.”*(ARANHA, 196:211).

Outra questão que coube ao governo militar resolver foi a questão dos excedentes. A universidade não tinha condições de absorver todos os aprovados no exame vestibular. Assim, o Decreto nº 68.908/71 cria o vestibular classificatório. O critério não mais seria a nota de aprovação, seriam aceitos somente o número de candidatos condizentes com as vagas disponíveis.

Quanto ao Ensino Médio, amplia-se a obrigatoriedade escolar de quatro para oito anos pela Lei nº 5692/71, que não sai do papel pois não são oferecidos os recursos materiais e humanos necessários para sua implantação.

“Outra mudança é a criação da escola única profissionalizante, tentativa de extinguir a separação entre escola secundária e técnica.” (ARANHA, 1996:214). Mas nem no ensino profissionalizante se obtêm melhores resultados, faltam professores qualificados e infraestrutura nas escolas.

Numa tentativa de solucionar o problema do analfabetismo e oferecer oportunidade àqueles que não conseguem concluir os estudos regulares por motivos diversos é reestruturado o curso supletivo.

De modo geral,

“... a escola da elite continua propedêutica, enquanto as oficiais refazem seus programas com disciplinas mal ministradas, descuidando da formação geral. De forma mais grave ainda persiste a questão da seletividade, já que a elite, bem preparada, ocupa as vagas das melhores universidades. Como consequência, a reforma não consegue desfazer o dualismo.”(ARANHA,1996:216).

2.1.6. Um Novo Período – Nova LDB

O século XX, em especial as últimas décadas, foi marcado por um desenvolvimento científico de proporções nunca antes registradas. As descobertas nas áreas das Ciências

impulsionaram um crescimento tecnológico em direção à robotização e automação de empresas e indústrias. Além disso, lidamos diariamente com a incrível velocidade com que se difundem as informações, graças aos meios de comunicação cada vez mais sofisticados. ARANHA (1996) acrescenta que uma das conseqüências da comunicação eletrônica é o que se pode chamar de cultura da informação que apresenta muitas vantagens e também desvantagens. Segundo ela, o volume de informações veiculadas pelos meios de comunicação de massa amplia os horizontes e até ajuda a superar estereótipos. Por outro lado pode, negativamente, homogeneizar e descaracterizar culturas tradicionais, bem como alienar e massificar, quando predomina o consumo passivo da informação sem crítica.

Neste século em que as distâncias praticamente desapareceram, os negócios em nível mundial expandiram, até mesmo o trabalho sofreu modificações em conseqüência de todo este desenvolvimento, encontramos ainda uma resistência a toda esta evolução, a escola.

Uma escola que, apesar de toda tecnologia disponível, ainda se parece com a escola do começo do século XX. Mas este estabelecimento vem sofrendo pressões externamente pela sociedade e também pelas empresas, que com a nova estrutura do trabalho exigem indivíduos polivalentes, capazes de avaliar e decidir. E internamente pelos próprios estudantes que têm cada vez mais dificuldade em assistir às mesmas aulas que seus pais assistiam.

ARANHA (1996) afirma que todos os acontecimentos do final do século passado têm provocado perplexidade e desorientação, principalmente em pais e professores que se baseiam em parâmetros que estão em estado de desagregação. E vai mais além quando escreve que é perigosa a atitude nostálgica de valorizar a velha ordem, pois esse posicionamento favorece a violência que decorre da tentativa de enquadrar os jovens “desencaminhados” e reforça a falta de humildade para reconhecer o novo.

Por este motivo, acredito que estejamos iniciando uma nova fase na educação brasileira. Acredito, inclusive, que seja possível estipular como marco inicial deste período a aprovação da nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) – Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996. Uma das principais características da nova LDB, em relação ao Ensino Médio, é a sua integração à Educação Básica. Outra mudança estipulada pela Lei é a separação do ensino profissional do ensino regular. Existe a possibilidade, inclusive, de que se curse ambos paralelamente. No momento em que o Ensino Médio é integrado à Educação Básica surge a necessidade de redefinir a identidade deste nível de ensino. Só falta torná-lo obrigatório por meio da reforma constitucional.

O incremento no número de matrículas no Ensino Médio também é um fator que pesa sobre este novo período. Segundo o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais

(INEP), de 1988 a 1997, o crescimento da demanda superou 90% das matrículas até então existentes. Em apenas um ano, de 1996 a 1997, as matrículas no Ensino Médio cresceram 11,6%

Estatisticamente falando, o Ensino Médio no Brasil foi o que sofreu maior expansão, havendo a necessidade de aumentar a oferta de vagas por parte do Estado. Neste momento a rede pública ampliou sua atuação abrangendo também o Ensino Médio, procurando suprir a demanda. Segundo dados do INEP de 1993 a 2000 o número de matrículas mais que duplicou.

Apesar deste incremento no número de matrículas, o índice de escolarização líquida⁹ neste nível de ensino, considerada a população de 15 a 17 anos, não ultrapassa 25%, o que deixa o Brasil em condição de desigualdade em relação a muitos países, inclusive da América Latina. O índice de escolarização nos países do Cone Sul, por exemplo alcança de 55% a 60%, mais que o dobro do índice brasileiro. E na maioria dos países de língua inglesa do Caribe este índice atinge cerca de 70% (PCNEM, 1999). É bastante provável que nos próximos 6 anos o Ensino Médio vá duplicar novamente seu número de matrículas, que somam 8 milhões hoje; a projeção para 2007/2008 é de 15 ou 16 milhões.

Pesquisas do INEP que se referem à renda familiar dos alunos matriculados no Ensino Médio permitem concluir que grupos sociais até então excluídos do processo escolar tenham tido oportunidade de continuar seus estudos, uma vez concluído o Ensino Fundamental, ou mesmo tenham retornado à escola, pela compreensão da importância da escolaridade, em função das novas exigências do mundo do trabalho.

Este padrão de crescimento nos permite ser otimistas em relação a expectativas para os próximos anos, pois a volta à escola, de grupos antes excluídos, e o fato dos alunos não abandonarem a escola leva a crer que a população percebeu a importância da educação para suas vidas. Além disso, podemos destacar as relações deste crescimento com as mudanças que vêm ocorrendo na sociedade, como maior exigência pela qualificação.

Baseada nestes aspectos e ancorada também em depoimento de MELLO (2002) – Diretora Executiva da Fundação Vitor Civita e Membro do Conselho Nacional de Educação, “*O Brasil já dispõem de informações confiáveis sobre educação. É chegada a hora de usá-las para instrumentalizar a gestão do percurso escolar tomando a educação básica como um todo e não cada etapa ou nível isoladamente.*”

A volta à escola dos que a abandonaram por um ou outro motivo, por um lado, e a maior permanência dos alunos no meio escolar por outro, fazem com que aumente a pressão sobre o Ensino Médio que é a etapa final da Educação Básica. Este nível de ensino atenderá por algum tempo grupos de alunos socialmente mais heterogêneos e de faixas etárias diversas. Este quadro se manterá até que os grupos que haviam sido excluídos, ou se excluíram no passado,

consigam concluir esta etapa da educação. Então o que se espera para o Ensino Médio nos próximos anos é o que MELLO (2002) chama de *Onda de Adolescentes*. A procura por este grau de ensino aumentará assustadoramente, devido a este retorno aos bancos escolares, mas com o tempo tenderá a diminuir pois os grupos defasados, teoricamente não mais existirão.

Outro aspecto a considerar é que a dicotomia entre preparação para o Vestibular e para o mercado de trabalho está começando a mostrar sinais de fraqueza. MELLO (2002) afirma que este modelo de ensino não é mais capaz (se é que algum dia foi) de atender às necessidades dos estudantes, nem dos que continuarão estudando, muito menos dos que ingressarão no mercado de trabalho. O motivo que leva a este declínio na educação são os diversos fatores que vêm sofrendo alterações na sociedade ao longo dos anos, e que agora pressionam o Ensino Médio a se adequar. Pode-se citar novamente a evolução tecnológica, que alterou profundamente o perfil profissional requerido por empresas e indústrias; a facilidade de acesso à informação, que exige maior capacidade crítica para executar a seleção de dados relevantes. As sutis mudanças que têm atingido, inclusive o Vestibular, que se mostra cada vez menos eficiente e menos importante, como forma de seleção de candidatos às vagas de cursos superiores.

O novo perfil esperado para o Ensino Médio está descrito nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM), elas foram elaboradas pelo Conselho Nacional da Educação, considerando-se a proposta encaminhada pelo Ministério da Educação, e têm caráter obrigatório para todas as escolas. As DCNEM esclarecem que o caráter de terminalidade da Educação Básica para o Ensino Médio procura superar a idéia de dualidade presente nesse nível de ensino: preparação para o ensino superior e habilitação para o exercício de uma profissão técnica. A perspectiva da nova lei é a de vincular a escola com o trabalho e a prática social, tendo por finalidade “... *desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores*” (BRASIL, 1996, Art. 22).

Um aspecto que gera dificuldade é o fato de que existe um abismo entre os documentos que regem a educação (Leis, diretrizes, parâmetros...) e a gestão da mesma em sala de aula. As Leis educacionais propõem metas a alcançar, mas não formulam ou antecipam as formas como estas metas podem ser alcançadas. Neste espaço que a orientação CTS da educação pretende apontar soluções. DIAZ (2002) afirma que de fato a perspectiva CTS procura ir mais além do mero conhecimento acadêmico da ciência e da tecnologia, preocupando-se com os problemas sociais relacionados com o científico e o tecnológico, favorecendo a construção de atitudes, valores e normas de conduta em relação a estas questões e atendendo a formação de estudantes para tomar decisões com fundamento e atuar responsavelmente – individual e

⁹ escolarização líquida refere-se aos alunos que frequentam o Ensino Médio em idade regular.

coletivamente – na sociedade civil. Ao mesmo tempo, a orientação CTS na educação pode contribuir melhor para a aquisição das capacidades ou competências gerais formuladas para o Ensino Médio, assim como facilitar também a compreensão e interpretação do mundo que nos cerca. Partindo deste pressuposto, parece consequência que a realização de provas ou exames de seleção tornem-se também mais acessíveis, já que estas estão se voltando cada vez mais para as questões da atualidade, do cotidiano; valorizando “... *competências e habilidades do cidadão no enfrentamento do seu cotidiano social ...*” (Manual do Aluno-Candidato, Saem, 2002:24)

Segundo RICARDO (2001),

“As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, instituídas pela Resolução da CEB n.º 3, de 26 de junho de 1998, de acordo com o MEC, apresentam-se mais como indicações de ações pedagógicas, passíveis de freqüentes revisões, do que uma linha reguladora. Tais Diretrizes procuram administrar a tensão entre a flexibilidade proposta na LDB e o papel mais centralizador do Estado, uma vez que estabelecem uma base nacional comum, mas procura também respeitar a proposta pedagógica da escola.” (2001: 21)

O Ministério produziu também os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), que são um conjunto de orientações e recomendações que servem para apoiar o trabalho dos professores. Estes pressupõem uma visão de inter-relação dos conceitos e conhecimentos em detrimento da idéia de fragmentação, linearização e simples memorização dos conteúdos trabalhados

Segundo RICARDO (2001),

“Os PCNEM são o resultado de um trabalho que começou, segundo seus autores, a partir da sanção da LDB em 1996 e seguiu com debates envolvendo professores universitários, pesquisadores, técnicos e representantes dos Estados. Além disso, foram feitas duas reuniões com professores da rede pública de ensino do Estado de São Paulo e Rio de Janeiro e também foram realizados debates abertos pelo jornal Folha de S. Paulo, em 1997. Nesse mesmo ano foi concluída sua primeira versão e encaminhada ao Conselho Nacional de Educação, cujo parecer foi aprovado em primeiro de junho de 1998 – Parecer CNE/CEB nº 15/98, resultando em sua versão atual.” (2001: 26)

O MEC afirma que a organização curricular e a proposta pedagógica apresentadas pelas DCNEM e pelos PCNEM só terão sentido se houver uma reorganização e reorientação das experiências acumuladas e das práticas dos envolvidos no ambiente escolar.

A nova LDB estabelece que o currículo será constituído por uma Base Nacional Comum, correspondente a 75% da carga horária, que deverá ser orientada de modo a favorecer a

preparação para a continuidade dos estudos e a preparação para o trabalho. Este núcleo comum, de caráter geral deverá oferecer conhecimentos “... *significativos ao desenvolvimento de competências e habilidades básicas como garantia de democratização.*” (RICARDO, 2001:20).

E uma parte diversificada, correspondente a 25% da carga horária, que será estruturada de acordo com as necessidades e peculiaridades de cada região, não visando à profissionalização, mas objetivando o enriquecimento, aprofundamento, diversificação e complementação curricular. “*O seu objetivo principal é desenvolver e consolidar conhecimentos das áreas, de forma contextualizada, referindo-se a atividades das práticas sociais produtivas*” (BRASIL, 1999: 37).

Partindo do princípio de que o professor não tem tempo, em suas aulas, para trabalhar a contextualização do conteúdo, uma vez que deve acabar a matéria para realizar as provas de avaliação. Este seria um bom espaço para que se trabalhasse as relações entre as diversas disciplinas, a contextualização destas disciplinas, o desenvolvimento de projetos. Seria muito útil aproveitar este espaço para trabalhar o conteúdo das aulas de forma criativa e descontraída.

2.1.7. Temas Transversais

Não seria aceitável discutir as novas orientações e perspectivas da LDB e dos PCNEM sem que se comentasse um pouco sobre os *Temas Transversais*, mesmo porque a inserção de CTS no ensino, que esta pesquisa propõe, se confunde em vários momentos com estas questões.

Os temas transversais tem como finalidade tratar de processos que são vividos pelas pessoas na sua comunidade e pela própria sociedade como um todo, e surgiram como uma forma de atender às novas exigências da LDB para formar o cidadão. Com este propósito, e com o apoio dos PCN's, elaborou-se uma lista de temas – temas transversais – que pudessem contemplar esta nova situação educacional. São eles, ética, meio ambiente, pluralidade cultural, saúde e orientação sexual.

Esta lista de caráter sugestivo estipulada pelo governo considerou alguns critérios para sua seleção: urgência social, abrangência nacional, possibilidade de ensino e aprendizagem na Educação Básica, favorecer a compreensão da realidade e a participação social.

Porém, devem ser consideradas as particularidades de cada região, como estes temas têm um caráter acentuadamente social, estão abertos à assimilação de mudanças decorrentes das realidades regionais. Assim, apesar de terem sido considerados a urgência social e a abrangência nacional na seleção dos temas, é possível que, pela dimensão de nosso País, haja divergências

em relação a alguns aspectos. É inevitável que alguns assuntos tenham maior destaque em algumas regiões e menor em outras. A flexibilidade quanto a seleção dos temas de relevância para cada região é essencial para garantir os objetivos da criação dos temas transversais.

Fica claro que os temas transversais não cabem em **uma** disciplina, eles são de uma complexidade tal que não podem ser tratados isoladamente por uma área do conhecimento, ao contrário eles permeiam os diversos campos do saber, assim como a educação CTS, que ao longo do desenvolvimento do assunto escolhido utiliza conhecimentos das inúmeras áreas do saber.

Acredito, assim, que se possa estabelecer uma relação entre os temas transversais e o ensino CTS, pode-se considerar a utilização de *enxertos CTS* no ensino como uma forma exercer a transversalidade¹⁰. A inserção de CTS na educação brasileira serviria como uma ferramenta para a aplicação dos temas transversais.

2.2 Objetivos do Ensino Médio

Como pode ser observado, a partir do levantamento histórico do Ensino Médio, desde a sua origem seus objetivos e sua posição frente aos demais graus de ensino sofreram várias alterações, mas seu caráter “pré-vestibular” sempre se mantinha, às vezes mais evidente outras nem tanto. A discussão pela “identidade” deste grau de ensino continua até hoje. A nova LDB abriu novos caminhos para esta discussão. Ao meu ver, o Ensino Médio não deve estar preocupado com a preparação para o Vestibular, ou para o mercado de trabalho. Ao ser definido que este grau de ensino é a etapa final da Educação Básica, estes aspectos ficam implícitos. Mas a preparação do jovem para participar da sociedade como cidadão que deve tomar decisões e atitudes que influenciarão, não apenas sua vida, mas de todas as pessoas do seu meio; a compreensão das conseqüências de seus atos, este aspecto merece mais atenção por parte do corpo docente. Afinal, uma vez preparado para interagir na sociedade, o Vestibular e o mercado de trabalho serão conseqüência lógica.

Então qual a finalidade (função) do Ensino Médio? Segundo diversos autores ainda existe uma indefinição em relação a esta questão, apesar de as obras citadas serem bastante antigas, acredito que não tenham perdido de todo sua atualidade e, podem me ajudar neste ensaio de reavaliação destes objetivos.

Para SAVIANI (apud STREHL, FANTIN:1994) o Ensino Médio encontra-se

¹⁰ Talvez seja importante estabelecer a diferença essencial entre transversalidade e interdisciplinaridade. A primeira se refere a possibilidade de se estabelecer na prática educativa, uma relação entre aprender conhecimentos teoricamente sistematizados e as questões da vida real. Já a segunda questiona a visão compartimentada (disciplinar) que a escola intui aos conhecimentos. (PCN)

“... espremido entre o primeiro e terceiro graus, ... ora ele é concebido como ensino propedêutico, preparatório ao ensino superior, o que supõe uma continuidade e, nesse sentido, o segundo grau aproxima-se do modelo do primeiro grau; ora é pensado como ensino profissionalizante, recebendo uma função terminal, o que aproxima o 2º grau do ensino superior, ao qual caberia a formação profissional. Nos dois casos, o que fica patente é uma falta de clareza sobre o papel do segundo grau.”

CATANI (apud STREHL, FANTIN:1994) concorda com a colocação feita por SAVIANI quando afirma que o *“... segundo grau é o de mais difícil conceituação. Há uma indefinição a respeito de seu significado e de suas funções, o que não acontece em relação ao primeiro e terceiro graus.”*

Para PILETTI (1993) esta dificuldade em se encontrar uma identidade própria para o Ensino Médio reside no fato de que

“Ao invés de se discutir e buscar a identidade própria deste nível de ensino, continua-se, por uma lado, a dar atenção excessiva a aspectos externos e periféricos, como a questão da terminalidade versus continuidade – versão mais atual dos objetivos formativo e propedêutico – e, por outro lado, a pretender que o 2º. grau englobe tudo, mas de uma única perspectiva.” (1993:50)

Não há como negar que, ao longo das reformas sofridas pelo Ensino Médio, houve várias alterações inclusive no contexto de seus objetivos. Estas modificações atingiram especialmente o aspecto formal, mas não se pode afirmar que seu conteúdo tenha se mantido inalterado. Assumindo como sua principal mudança a busca pela especificidade própria deste grau de ensino (a partir de 1942), como sendo a formação do adolescente.

Mas PILETTI (1993) acredita que dois aspectos não mudaram até hoje: o idealismo e o que se poderia chamar de reducionismo mágico dos objetivos traçados para o E.M.. Ou seja, nunca foi definido concretamente o que significam estes objetivos traduzidos para o cotidiano escolar.

A nova LDB pretende iluminar esta discussão propondo o fim da dualidade do Ensino Médio e estabelecendo como sua finalidade consolidar e aperfeiçoar os conhecimentos adquiridos visando à preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, possibilitando seu aprimoramento como pessoa, com autonomia intelectual e pensamento crítico. A idéia é proporcionar uma formação geral sólida e significativa ao aluno.

A título de comparação com o que foi afirmado no parágrafo anterior, CTS como proposta educativa geral constitui um novo “traçado fundamental” do currículo em todos os níveis de ensino, com a principal finalidade de dar uma formação em conhecimentos e,

especialmente, em valores que favoreçam a participação cidadã responsável e democrática na avaliação e controle das implicações sociais da ciência e da tecnologia.

Existe uma boa semelhança entre as finalidades da LDB e da educação em CTS, a formação do cidadão pronto a atuar na sociedade de forma responsável e crítica, preparado para fazer suas escolhas e dirigir sua própria vida.

Para que seja possível alcançar as metas propostas pela LDB, os professores sabem que devem mudar suas atitudes e posturas em sala de aula e frente aos conteúdos, mas, segundo RICARDO (2001), a maioria permanece presa a conteúdos e seqüências equivocadas, livros didáticos e metodologias que cultivam a memorização, a fragmentação e a dogmatização da Ciência. Ou seja, admite-se que as deficiências de ordem quantitativa e qualitativa dos docentes no ensino são um dos fatores que afetam a efetivação de medidas de reforma na educação, significando ser necessária a participação das Instituições de Ensino Superior no que se refere à formação de professores. DIAZ (2002) compartilha desta preocupação ao verificar que os professores, em especial de ciências, têm expressado sua preocupação em desenvolver nos alunos atitudes mais positivas sobre as ciências e a capacidade de identificar e resolver problemas mais reais, aplicando em seu cotidiano os conhecimentos científicos que se abordam em aula. No entanto, por diversos motivos – alguns relacionados com a formação inadequada – não são muitos os professores que realmente fazem uso destas boas intenções no desenvolvimento de seu ensino habitual. Mais uma vez destaco que é com a intenção de solucionar esta dificuldade que a educação com enfoque CTS é útil e importante.

As mudanças que se esperam para o ensino em geral, e o Ensino Médio em particular, estão implícitas nas novas leis e diretrizes que regem o ensino. Através de diversos recortes dos textos legais é possível identificar esta tendência. O artigo 26 prevê a existência de uma parte do currículo diversificada que pode ser utilizada pela escola de acordo com as necessidades regionais; ou de forma a tornar o ensino mais útil à vida do estudante. Este é um ótimo espaço para que se possa inserir as discussões com enfoque CTS que tem sido defendido aqui.

“Os currículos do ensino fundamental e médio devem ter uma base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e da clientela” (Brasil, 1996:Art. 26).

Talvez, no momento, falte preparação por parte da escola e do corpo docente para ousar em criar novas formas de aproveitar este espaço em favor da participação dos estudantes, mas nunca é tarde para tentar inovar. O início pode ser tímido, um experimento, um texto ou

artigo de revista, um debate sobre a construção ou não de uma represa, a questão da coleta seletiva de lixo. Estes temas podem ser muito bem utilizados neste espaço que se refere à parte diversificada para que os alunos percebam que este tipo de discussão também faz parte da escola. Ou melhor, que a escola é uma parte da sociedade.

Outro aspecto é a inclusão do Ensino Médio como etapa final da Educação Básica, o que lhe estabelece novas perspectivas, pelo próprio caráter deste nível da educação que é oferecer formação geral, como bem o coloca o Art. 22 já citado.

A própria LDB estabelece quais as novas finalidades do Ensino Médio:

“O ensino médio, etapa final da educação básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidades:

I - a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;

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

III - o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;

IV - a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.”
(Brasil, 1996: Art. 35)

Finalidades estas que mais uma vez se sobrepõem aos objetivos da educação com enfoque CTS. Será discutido mais adiante que esta inserção de CTS pode ser feita de maneiras variadas, pode aparecer na forma de *enxertos* ou na forma de disciplina específica. Esta dissertação vem propor a utilização de enxertos, mas não descarta a possibilidade da inserção de uma disciplina que tenha por objetivo a discussão das relação entre as disciplinas, suas tecnologias e a sociedade.

E no que se refere ao currículo do Ensino Médio (Art. 36) a LDB é bastante abrangente, e inclui a educação tecnológica sugerindo a adoção de novas metodologias tanto de ensino quanto de avaliação que favoreçam a participação dos estudantes. Destaca ainda que a avaliação não seja de forma quantitativa, mas que sirva para avaliar o desenvolvimento da metodologia adotada a fim de permitir os ajustes necessários. MELLO (2002) afirma que os artigos 35 e 36 da LDB expressam que os alunos devem adquirir compreensão dos fundamentos científicos tecnológicos dos processos produtivos e capacidade de relacionar a teoria com a prática em todas as disciplinas do currículo. Esta idéia é reforçada mais uma vez nas DCNEN no Art. 4°

“As propostas pedagógicas das escolas e os currículos constantes dessas propostas incluirão competências básicas, conteúdos e formas de tratamento dos conteúdos, previstas pelas finalidades do ensino médio estabelecidas pela lei:

I - desenvolvimento da capacidade de aprender e continuar aprendendo, da autonomia intelectual e do pensamento crítico, de modo a ser capaz de prosseguir os estudos e de adaptar-se com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento;

II - constituição de significados socialmente construídos e reconhecidos como verdadeiros sobre o mundo físico e natural, sobre a realidade social e política;

III - compreensão do significado das ciências, das letras e das artes e do processo de transformação da sociedade e da cultura, em especial as do Brasil, de modo a possuir as competências e habilidades necessárias ao exercício da cidadania e do trabalho;

IV - domínio dos princípios e fundamentos científico-tecnológicos que presidem a produção moderna de bens, serviços e conhecimentos, tanto em seus produtos como em seus processos, de modo a ser capaz de relacionar a teoria com a prática e o desenvolvimento da flexibilidade para novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;

V - competência no uso da língua portuguesa, das línguas estrangeiras e outras linguagens contemporâneas como instrumentos de comunicação e como processos de constituição de conhecimento e de exercício de cidadania.” (BRASIL, 1998: Art. 4)

Ou seja, as bases legais que regem a educação brasileira abrem possibilidades para renovações no ensino, novas metodologias, possibilidades ou idéias que venham contribuir no sentido de alcançar as finalidades estipuladas por estas mesmas bases legais, como por exemplo no Art. 35 já citado.

Os três documentos avaliados, têm por base as mesmas finalidades e oferecem como linhas gerais as mesmas soluções, que envolvem metodologias alternativas de ensino, avaliações com objetivo de reformular as metodologias, a interdisciplinaridade, a contextualização, entre outros.

A contextualização deve ser um instrumento para tornar o aluno ativo e participativo dentro da sua realidade social. Na idéia de interdisciplinaridade está presente a necessidade do diálogo permanente entre as diversas áreas do conhecimento e não a simples justaposição de disciplinas diluídas em generalidades. Ou seja na LDB, o Ensino Médio, nada tem a ver com o ensino abstrato, enciclopedista ou bacharelesco que predominou ao longo da história na modalidade propedêutica da educação pós obrigatória. Também não se refere a um ensino que valorize a quantidade de informações e a memorização do conhecimento tal como é padrão em muitas escolas cujos currículos são reféns dos exames de ingresso no Ensino Superior. (MELLO, 2002).

Por este motivo, acredito ser pertinente a idéia deste trabalho que procura inserir as discussões que reflitam a relação entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade (CTS) no ambiente escolar, especificamente no Ensino Médio.

Inclusive, a Tecnologia é colocada nas três áreas de saberes em que o ensino foi dividido, talvez por entender que se trata de uma excelente oportunidade de contextualização dos conhecimentos das diversas áreas. Cabe mencionar que os documentos assumem o ensino de Ciência e Tecnologia como condição de cidadania, não para a formação de especialistas que era o que sugeria o currículo e a prática até bem pouco tempo.

Assim tanto as DCNEM, quanto os PCNEM apresentam competências gerais a serem alcançadas e não modelos de disciplinas e conteúdos específicos, desse modo existe a possibilidade de que se construa um currículo que privilegie as discussões das relações entre a ciência de sala de aula, com suas tecnologias e a sua vida. Os PCNEM defendem que ao relacionar Ciência com os saberes tecnológicos é útil “... *evidenciar como os saberes científico e tecnológico contribuíram para a sobrevivência do ser humano.*” (PCNEM, 1999:245) e sustentam que o “... *ser humano, na luta pela sua sobrevivência, sempre teve a necessidade de conhecer, entender e utilizar o mundo que o cerca.*” (PCNEM, 1999:240)

Assim, a idéia de introduzir questões CTS no Ensino Médio parece bastante atual e de total acordo com as leis que regem o ensino, uma vez que este tipo de inserção busca a formação de indivíduos (cidadãos) críticos, com uma visão mais ampla do conhecimento, que permita melhor compreensão do mundo a sua volta, “... *colocando em pauta conhecimentos socialmente relevantes, que façam sentido e possam se integrar à vida do aluno*” (PCNEM, 1999: 241).

A partir das considerações anteriormente feitas, cabe perguntar: O que é CTS e a que se propõe? É o que procuro relatar no próximo capítulo.

3. O que é CTS?

3.1. Introdução

Nas últimas décadas, temos assistido a uma grande revisão da imagem tradicional da ciência e da tecnologia e da relação destas com a sociedade atual. Os meios de comunicação trazem com frequência peritos apresentando e discutindo temas de interesse geral, tais como, a camada de ozônio, o lixo tóxico de usinas nucleares, as causas do câncer, o tratamento da água potável. A população tem tido maior acesso a informações, antes restritas aos especialistas, fator que causa um aumento de questionamentos e críticas por parte da sociedade que, apesar de ter acesso às informações de cunho científico ou tecnológico tem dificuldade de interpretá-las de forma coerente. Para superar esta deficiência se cerca de seus próprios “especialistas” e da sua própria “ciência”, acreditando que desta forma poderá entender e participar ativamente das decisões que se referem ao seu cotidiano. Este é um dos motivos que fazem com que um ensino que enfoque a relação entre a ciência, a tecnologia e a sociedade torne-se relevante, pois formar o cidadão é informá-lo de modo que ele não mistifique o conhecimento, pois quando o cidadão não conhece ou não entende, ele vai delegar a sua capacidade (oportunidade) de decisão para outros que conhecem (SANTOS E SCHNETZLER, 2000).

Já que a população tem facilmente acesso a muitos tipos de informação, seja pela televisão, por jornais ou revistas, pelo rádio, e principalmente pela Internet, tanto a ciência quanto a tecnologia perdem o caráter de inatingíveis, inquestionáveis e principalmente a imagem de benfeitoras na busca pelo progresso incondicional, que resultaria na felicidade social. Pois, ao mesmo tempo em que se conhece mais sobre ciência e tecnologia, sabe-se mais, também sobre os prejuízos que derivam de seu uso irrestrito.

Neste clima de desconfiança em que grupos sociais começam a se questionar sobre os impactos do desenvolvimento e aplicação da ciência e tecnologia sobre a sociedade, tem origem um movimento que vem justamente questionar as relações que os avanços científicos e tecnológicos têm sobre a sociedade.

A população quer saber mais sobre o que acontece na área científica, no desenvolvimento tecnológico e que efeitos isto tem sobre a sua vida, o seu dia-a-dia. Um dos fatores que desencadeou esta desconfiança foi a questão ambiental, o aumento na frequência e na gravidade de acidentes que se mostravam prejudiciais ao meio ambiente. Estas discussões têm adquirido cada vez mais força, inclusive na área da educação e são denominadas pelas iniciais das três áreas que procuram relacionar, Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS.

As discussões sobre CTS têm se tornado cada vez mais recorrentes nas diversas formas de publicação. Inclusive na área da educação, estas reflexões encontram-se com maior frequência buscando (sugerindo) uma nova forma de organizar os conteúdos a serem trabalhados, priorizando a reflexão das relações entre os conteúdos de ordem científica, com os aparelhos, equipamentos e conhecimentos favorecidos pelo desenvolvimento tecnológico e a vida dos estudantes e suas famílias (sociedade).

É nesta perspectiva que este capítulo aborda este tema, apresentando, a origem da expressão CTS, as duas principais tradições – européia e americana – de estudos em CTS que divergem entre si na forma como a ciência e a tecnologia são avaliadas na sociedade, uma pequena noção das idéias centrais de alguns autores de ambas as tradições. E ao final, uma pequena reflexão sobre a importância da educação dentro deste contexto.

3.2. O que é CTS?

Esta expressão, Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS, surgiu por volta das décadas de 1960/1970 como uma forma de criticar e avaliar a ciência e a tecnologia dentro do contexto social. O que despertou este interesse sobre a ciência e a tecnologia foram questões como degradação ambiental e o desenvolvimento de ambas as áreas voltado às guerras (pesquisa e criação de bombas, armas químicas e biológicas). Os aspectos negativos e devastadores que podem vir atrelados ao desenvolvimento tecnocientífico sem controle começaram a chamar mais atenção que seus benefícios. Iniciam-se, assim, discussões que buscam as interações entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS).

Segundo AULER (2002) outro fator que desencadeou a reflexão destas relações foi a publicação de duas obras: *A Estrutura das Revoluções Científicas* de Thomas Kuhn, que questiona a concepção tradicional de ciência, em nível acadêmico, suscitando assim novas reflexões no campo da História e Filosofia da Ciência.

E o livro da bióloga naturalista Rachel Carsons: *Silent Spring* que influenciou os movimentos de ordem social (ecológicos, pacifistas e contra-culturais), pois chama a atenção às consequências do uso indiscriminado de agrotóxicos sobre um determinado ecossistema. Surgem assim dúvidas, e coloca-se no centro das discussões a relação direta entre o desenvolvimento tecnocientífico e o desenvolvimento social. Pode-se dizer então que o movimento CTS reivindica decisões mais democráticas (com a participação social) em relação a ciência e a tecnologia.

Na área da educação, pretende construir uma área de estudo acadêmico, que tenha por objetivo estudar os aspectos da ciência e da tecnologia, tanto no que se refere às questões sociais que interferem sobre as alterações de ambas, quanto às conseqüências da sua aplicação sobre a sociedade e o meio-ambiente.

Esta compreensão recém adquirida da ciência e da tecnologia entram em choque com o que se chama de modelo linear de desenvolvimento. Pode-se dizer que, tradicionalmente, as concepções das relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, são basicamente as mesmas e se fundamentam na idéia de que quanto maior a produção científica, maior a produção tecnológica (maior a produção de artefatos novos e melhores), o que aumenta a geração de riquezas para o país e conseqüentemente há um aumento no bem estar da sociedade em geral. Esta concepção é freqüentemente traduzida em uma equação conhecida como “modelo linear de desenvolvimento”:

$$\mathbf{+ \text{ciência} = + \text{tecnologia} = + \text{riqueza} = + \text{bem estar social}}$$

Segundo esta perspectiva, o bem estar social é uma conseqüência lógica da evolução científica, que por sua vez busca a verdade absoluta, sem sofrer interferência dos interesses da sociedade. Da mesma forma, a tecnologia é vista como autônoma e, visa favorecer a sociedade, não porque este era seu objetivo inicial, mas como uma conseqüência inerente ao seu desenvolvimento. A ciência e a tecnologia são autônomas e neutras; acredita-se ainda que a ciência busca a verdade e, a conseqüência natural dos avanços alcançados por ambas é o bem estar social.

Segundo PALÁCIOS (2001), neste modelo linear de desenvolvimento, a ciência e a tecnologia são apresentadas como atividades valorativamente neutras, como uma aliança heróica de conquista cognitiva e material da natureza. Talvez esta visão seja um pouco radical, mas o autor se justifica colocando que, segundo a visão clássica, a ciência só pode contribuir para o bem-estar social, quando se esquece da sociedade e se dedica à busca da verdade absoluta, mantendo-se livre da interferência de valores sociais como uma cadeia transmissora na melhoria social. E, segundo ele, da mesma forma a tecnologia só poderá atuar como cadeia transmissora na melhoria social quando sua autonomia é respeitada e se esquece da sociedade, para atender somente a um critério interno de eficácia técnica.

Havia, naquela época (antes das décadas de 60/70), uma crença muito grande de que o bem-estar da sociedade dependia diretamente de financiamentos à ciência e do desenvolvimento incondicional da tecnologia. Deste modo, o crescimento econômico e social seria consequência.

Esta visão da ciência e da tecnologia – autônomas da interferência social e política – tomou lugar logo após a II Guerra Mundial, numa época de grande otimismo sobre as possibilidades da ciência e da tecnologia, e a necessidade que havia de apoio incondicional a ambas. Vannevar Bush (cientista norte-americano que dirigiu a Agência de Investigação e Desenvolvimento durante o governo do Presidente Roosevelt) pode ser considerado um dos exemplos clássicos dessa doutrina da autonomia da ciência com respeito à sociedade. Em seu discurso intitulado *Science: The endless frontier* (Ciência: A fronteira final), Bush defendia o modelo linear das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, ou seja, os políticos devem conceder autonomia completa à ciência, investir nela e esperar o desenvolvimento tecnológico que sempre conduziria ao progresso do país. A crença de que os avanços científicos serão sempre benfeitores para a sociedade.

Mas, mesmo tendo conhecimento das grandes descobertas científicas e tecnológicas que levaram a humanidade ao seu atual estágio de desenvolvimento, não podemos ignorar uma série de problemas, tanto ambientais quanto políticos, sociais e econômicos, decorrentes desta evolução irrestrita (sem interferência). Foi neste clima que se buscou repensar a política de desenvolvimento da ciência e da tecnologia sem a interferência da sociedade. Passou-se a avaliar a relação que a evolução científico-tecnológica tem com a sociedade com a qual está interagindo.

Este movimento de revisão do processo científico-tecnológica que teve grande impulso justamente nas décadas de 60/70, como já foi citado anteriormente. A ciência passa a sofrer intervenções dos poderes públicos que passam a encaminhar este desenvolvimento e supervisionam seus efeitos sobre a natureza e a sociedade. A ciência e a tecnologia são, então, reguladas pela “participação pública”.

O otimismo reinante entre a população logo após a II Guerra, foi substituído por um sentimento de desconfiança em relação à ciência e à tecnologia (como ainda hoje existe) pelos problemas, principalmente ambientais, relacionados ao seu desenvolvimento. Os anos 60/70, marcam um momento de revisão e correção do modelo linear como base para o desenho da política científico-tecnológica. No caso dos Estados Unidos, uma dupla crise social produzida pela preocupação com a contaminação ambiental e pela guerra do Vietnã, favoreceu uma forte mobilização social que tinha como alvo de suas críticas à ciência e a tecnologia. Estas duas décadas são marcadas por esta revisão do modelo linear de desenvolvimento científico e tecnológico objetivando sua correção.

Na época, as atividades científico-tecnológicas eram independentes, não deviam satisfações e além disso tinham todo o financiamento de que necessitavam, incondicionalmente. Porém, com a nova percepção das influências deste desenvolvimento sobre a sociedade, estas políticas são transformadas em políticas de maior intervenção, nas quais os poderes públicos criam e utilizam uma série de instrumentos técnicos, administrativos e legislativos para “vigiar” o desenvolvimento da ciência e da tecnologia e avaliar seus efeitos sobre a sociedade e o meio-ambiente. Neste mesmo período, originam-se os estudos CTS que são uma resposta da comunidade acadêmica à crescente insatisfação com o modelo linear de desenvolvimento. Estes estudos que avaliam a ciência e a tecnologia em níveis sociais, refletem no âmbito acadêmico e educativo esta nova percepção da ciência e da tecnologia e de suas relações com a sociedade.

Segundo GARCIA (1996) podem ser identificados três períodos na história social do movimento CTS nos países ocidentais, especialmente nos E.U.A.. O primeiro período caracterizado pelo otimismo do período pós-guerra. O segundo período de alerta que compreende os anos de 50 até 68, quando aparecem os primeiros grandes desastres oriundos de uma tecnologia supostamente fora de controle. E o terceiro que é marcado pela reação da sociedade contra a autonomia científico-tecnológica, tem início aproximadamente em 1969 e se estende até hoje, é marcado pela consolidação educativa e administrativa do movimento CTS como resposta acadêmica e política à sensibilização social sobre os problemas relacionados com a tecnologia e o ambiente.

“Os estudos CTS definem hoje um campo de trabalho recente e heterogêneo, ainda que bem consolidado, de caráter crítico a respeito da tradicional imagem essencialista da ciência e da tecnologia, e de caráter interdisciplinar por concorrer em disciplinas como a filosofia e a história da ciência e da tecnologia, a sociologia do conhecimento científico, a teoria da educação e a economia da mudança técnica. Os estudos CTS buscam compreender a dimensão social da ciência e da tecnologia, tanto desde um ponto de vista dos seus antecedentes sociais, como de suas conseqüências sociais e ambientais, e mais, tanto por que diz respeito aos fatores da natureza social, política ou econômica que modulam a mudança científico-tecnológica, como pelo que concerne às repercussões técnicas ambientais ou culturais dessa mudança”. (PALÁCIOS, et al., 2001: 125)¹¹

Este novo enfoque se propõe inovador, pois avalia os aspectos sociais dos fatores responsáveis da mudança científica. Busca entender a ciência e a tecnologia como um processo social onde elementos como valores morais, convicções religiosas, interesses profissionais, pressões econômicas, entre outros, desempenham um papel decisivo na criação e consolidação de idéias científicas e artefatos tecnológicos.

¹¹ Essa e outras traduções, quando não identificadas, foram feitas pela autora.

Ainda segundo PALÁCIOS (2001), os estudos e programas CTS tem-se desenvolvido desde o início em três grandes direções.

- **No campo da investigação**, os estudos CTS têm surgido como alternativa às reflexões tradicionais que envolvem a ciência e a tecnologia, promovendo uma nova visão “*essencialista e socialmente contextualizada da atividade científica*”.
- **No campo da política pública**, defende a participação social frente à ciência e tecnologia, criando mecanismos democráticos que facilitem o acesso a tomada de decisão em questões referentes às políticas científico-tecnológicas.
- **No campo da educação**, esta nova forma de avaliar as relações entre ciência, tecnologia e sociedade tem contribuído para o desenvolvimento de inúmeros programas, projetos e materiais nos vários níveis de ensino, e diversos países.

A conexão entre direções tão distintas, assim como a complementariedade dos distintos enfoques e tradições CTS, pode ser mostrada mediante o chamado “silogismo CTS”:

- 1) desenvolvimento científico-tecnológico é um processo social conformado por fatores culturais, políticos e econômicos, além de epistêmicos.
- 2) A mudança científico-tecnológica é um fator determinante principal que contribui para moldar nossas formas de vida e de organização institucional. Constitui um assunto público de primeira magnitude.
- 3) Partilhamos um compromisso democrático básico.
- 4) Portanto, deveríamos promover a avaliação e controle social do desenvolvimento científico-tecnológico, o que significa construir as bases educativas para uma participação social formada, assim como criar mecanismos institucionais para tornar possível tal participação.

Entretanto a primeira premissa resume os resultados da investigação acadêmica da tradição CTS de origem européia, centrada no estudo dos antecedentes sociais da mudança ciência e tecnologia. A Segunda refere-se aos resultados de outra tradição mais ativa, com origem nos Estados Unidos, centrada mais nas conseqüências e nos problemas éticos e regulativos suscitados por tais conseqüências. A natureza valorativa da terceira premissa justifica o “deveríamos” da conclusão.

Apesar da perspectiva entre as duas tradições CTS citadas, européia e norte-americana, serem distintas, acredito que ambas possam, ou melhor, deveriam ser complementares. A meu ver, a avaliação da Ciência e da Tecnologia é importante tanto no aspecto da influência da sociedade sobre ambas, quanto o contrário; ou seja, de que forma elas interferem na sociedade. Mas o que são as duas tradições – de origem européia e de origem norte-americana – citadas no parágrafo anterior?

3.3. As Duas Tradições CTS

A heterogeneidade do campo CTS não se deve unicamente à diversidade de disciplinas (áreas) das quais provêm seus autores (filósofos, sociólogos, historiadores, antropólogos, pedagogos, economistas, entre outros). Pode-se, também distinguir neste campo de estudo, com alguma clareza, duas tradições com interesses e pontos de partida distintos. A tradição européia de estudos sobre ciência e tecnologia e a tradição americana de ciência, tecnologia e sociedade. É possível perceber a diferença já na forma como a ciência e a tecnologia são colocadas em cada uma das tradições. Na tradição européia, utiliza-se a expressão “estudos sobre ciência e tecnologia”, já na tradição americana busca-se estudar a relação que existe entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. A tradição dita européia, devido a sua origem em universidades da Europa, enfatiza as questões sociais que antecederam os desenvolvimentos científico e tecnológicos. Sua preocupação central está em descrever como os diversos fatores sociais (políticos, econômicos, religiosos, culturais, etc.) influenciam a geração, desenvolvimento e aceitação das teorias científicas.

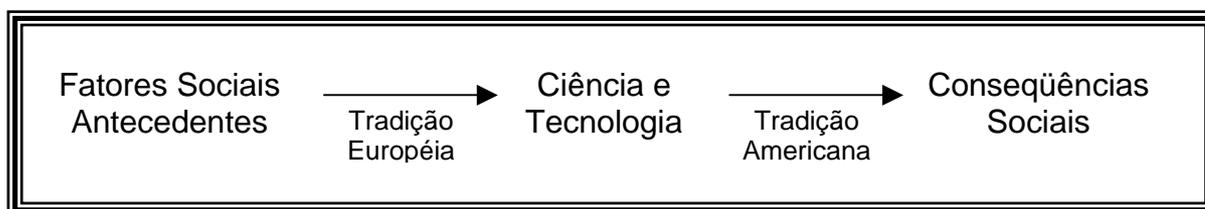
A tradição, cuja origem teve lugar nos Estados Unidos, tradição americana, centraliza sua ênfase nas conseqüências sociais das inovações tecnológicas, sua influência sobre a estrutura social (nossas formas de vida e nossas instituições). Ao contrário da tradição européia, de caráter marcadamente acadêmico, teórico e descritivo, a tradição americana, inclusive quando desenvolvida em universidades, tem caráter mais prático e um importante alcance valorativo, o que implica a presença de reflexão educativa e ética, assim como especial interesse na democratização dos processos de tomada de decisões políticas, tecnológicas e ambientais.

Ambas as tradições ressaltam a dimensão social e prática da ciência e da tecnologia opondo-se a idéia da ciência como forma autônoma do conhecimento e da tecnologia como a ciência aplicada, conforme já havia sido proposto por outros autores como MARIO BUNGE (In TAGLIEBER, 1984).

“Deve ficar claro que a tecnologia não é apenas a aplicação do conhecimento científico. Bunge (1977) afirma que a tecnologia envolve muitas áreas da atividade humana que nela deixam os seus traços profundos, das quais deve-se destacar o componente de criatividade, que é particularmente visível no planejamento da política e da investigação tecnológica. Contrariamente à ciência, os produtos da tecnologia são específicos e de aplicação limitada.”. (1984:103).

Existem, contudo, diferenças importantes nos enfoques e objetivos entre as duas tradições. Uma diferença importante é a forma como é utilizada a expressão “dimensão social da ciência e tecnologia” em cada uma das tradições. Existem significados distintos a esta expressão. Para uma das tradições (européia) a dimensão social é entendida como as condições sociais, ou seja, a forma como a sociedade contribui para a criação e produção de artefatos científico-tecnológicos. E, por outro lado (tradição americana), a dimensão social é entendida como as conseqüências sociais, ou a forma como os produtos da ciência e da tecnologia interferem em nossas formas de organização, produção, enfim, em nossa forma de vida.

Segundo GARCIA, *et al.* (1996), o esquema abaixo diferencia muito bem o enfoque utilizado por cada uma das duas tradições.



3.3.1. Tradição Européia

Esta tradição busca compreender de que forma a diversidade dos fatores sociais (políticos, econômicos, culturais, religiosos, entre outros.) influenciam na evolução/mudança científico-tecnológica. Tem caráter teórico e descritivo. As disciplinas que formam a base desta tradição são as ciências sociais (especialmente a sociologia, a antropologia e a psicologia).

Segundo esta tradição, o desenvolvimento tecnológico não é um processo linear em que ocorrem melhoras e acumulação, mas um processo com perspectiva de evolução em várias direções, existindo a possibilidade de escolha quanto ao caminho a ser seguido. Dependendo do contexto, um determinado problema poderá ter interpretações diversas, o que levará a uma quantidade de soluções variadas, com base nos interesses e valores de cada sociedade.

Segundo GARCIA *et al.* (1996), o local onde se iniciaram as primeiras tentativas de organizar e elaborar uma sociologia do conhecimento científico (SCC), que não contemple a ciência como um tipo privilegiado de conhecimento, fora do alcance da análise empírica e sociológica, foi a Universidade de Edimburgo. Passou-se a enfatizar uma série de fatores políticos, econômicos, sociais, e outros, na explicação da origem, mudança e legitimação das teorias científicas. Esta crítica à imagem racionalista tradicional da atividade científica tomou como base trabalhos como os de T. S. Kuhn e M. Hesse, na tentativa de buscar a relativização, a contextualização.

“A SCC apresenta uma imagem do conhecimento científico radicalmente distinta da – e incompatível com – visão racionalista tradicional. Nesta nova imagem, em sintonia com o emergente questionamento social, a ciência perde sua autonomia cultural, deixa de ser vista unicamente como uma empresa de busca pela verdade por aplicação de um método objetivo e passa a ser concebida basicamente como um produto de suas circunstâncias históricas e culturais, como resultado da luta de interesses entre classes e grupos sociais heterogêneos.” (GARCIA, et al., 1997: 6)

Pode-se dizer, ainda, que a intenção dos estudos CTS na Europa era ampliar os conteúdos da sociologia tradicional que tinha, segundo GARCIA *et al.* (1996), de um lado, autores como Marx e Durkheim, que não faziam, através da sua sociologia, uma análise do conhecimento científico. E por outro lado, encontrava-se a obra de Merton, que se preocupava com a comunidade científica e seus aspectos institucionais, sem abordar o conteúdo da ciência. Esta ampliação da sociologia foi então chamada de “sociologia do conhecimento científico”. O núcleo da SCC é chamado Programa Forte, proposto e desenvolvido por autores como Barry Barnes e David Bloor.

“O Programa Forte pretende estabelecer os princípios de uma explicação satisfatória da natureza e mudança do conhecimento científico. Neste sentido, não é um programa complementar com respeito a enfoques filosóficos tradicionais, mas que constitui um marco explicativo rival e incompatível.” (GARCIA, et al. 1996:78).

O Programa Forte tem como princípios:

- A Causalidade: deverá ter suas causas, que podem ser sociais ou não.
- A Imparcialidade: deverá ser imparcial quanto ao verdadeiro e falso, o racional e o irracional, o êxito e o fracasso. Ambos necessitam de explicação.
- A Simetria: deve ser simétrica quanto as suas explicações, de modo que o julgamento deva ser o mesmo para crenças verdadeiras e falsas.
- A Reflexividade: suas pautas explicativas devem ser aplicáveis à sociologia.

“Bloor apresenta seu Programa Forte como uma ciência da ciência. Seu significado, tal e como é defendido, implica a morte da reflexão epistemológica tradicional e a reivindicação da análise empírica: só uma ciência, a sociologia, pode explicar adequadamente as peculiaridades do mundo científico.” (GARCIA, et al. 1996:76).

Este programa teórico foi, mais tarde, traduzido a um programa prático na Universidade de Bath: o EPOR (Programa empírico de relativismo), preocupado com o estudo de desenvolvimentos científicos contemporâneos e especialmente, de controvérsias científicas.

“A nova sociologia do conhecimento científico desenvolvida em Edimburgo e Bath é só uma das direções da investigação da tradição européia. A revolução nos estudos sobre a ciência havia aparecido ligada a um imperativo claro: busquemos a explicação do conteúdo da ciência em seu ‘contexto social’. Uma ideologia política determinada, certo interesse econômico ou algum arraigado prejuízo eram o tipo de fatores que se buscavam para explicar a gênese e legitimação das teorias científicas. Para dar conta da construção da natureza era necessário apelar à sociedade”. (GARCIA, et al. 1996:78).

Agora, a racionalidade e a evidência experimental que eram as palavras chaves utilizados para explicar a formação das crenças científicas são substituídas pelo interesse e valores segundo afirma GARCIA, et al. (1996), o que derruba a idéia de neutralidade da ciência.

Na década de 1980 a SCC será diversificada em um conglomerado de orientações relativistas e de inspiração sociologista que farão também da tecnologia o objeto de sua compreensão no contexto social. Deste conjunto de orientações, há algumas que merecem ser rapidamente citadas. O “Empirical Program of Relativism” (EPOR), desenvolvido por H. Collins e T. Pinch., segundo o qual há três tipos de atividade científica: desenvolver um paradigma segundo um conjunto de regras; mudar o conjunto de regras, isto é, a mudança de paradigma; encaixar alguns resultados imprevistos no paradigma sem mudar o conjunto completo de regras.

Enquanto que o programa forte adota um enfoque decididamente macrosocial, ou seja, busca os fatores sociais em seu contexto social num sentido amplo, com o programa empírico de relativismo começa a mudança para enfoques mais microsociais. Existem outros enfoques sociológicos que assumem claramente o enfoque microsociais, são os denominados estudos de laboratório. Estes estudos pretendem descrever o que acontece nos lugares em que se produz a ciência, e procuram desembaraçar-se de qualquer pretensão explicativa.

Concordamos com GARCIA et al. (1996) quando afirma que: assim como não se pode dizer que o conhecimento científico é uma representação fiel da natureza (mundo real), tampouco, a análise sociológica é a representação fiel da atividade científica.

Para este estudo, acredito que uma discussão com os estudantes sobre as formas que a sociedade pode influenciar e pressionar o desenvolvimento científico e tecnológico são importantes. A própria história da ciência e da tecnologia apresenta inúmeros exemplos que podem ser explorados antes que se tome casos mais atuais.

O que define que um programa de pesquisas receberá verbas e outros não. Porque, por exemplo as pesquisas para uma vacina contra a AIDS são mais importantes que as pesquisas sobre a tuberculose, ou a malária. Qual é a parcela da sociedade que participa dessas decisões e por que? Que tipo de pressão pequenos grupos de grande poder exercem sobre o desenvolvimento? Quais os interesses em jogo?

Estas discussões são interessantes para que os estudantes percebam que existem formas de controlar o que será e o que não será pesquisado. A maioria destas decisões dizem respeito às nossas vidas e alguém está decidindo por nós, são os governantes eleitos pelo povo, no caso da democracia. Mas o fato de termos eleito estes governantes nos dá o direito de participar das decisões que interferem diretamente nas nossas vidas.

Assim, da tradição européia utilizamos o desenvolvimento histórico da ciência para demonstrar e refletir sobre a parcela de responsabilidade da sociedade sobre a evolução da ciência e da tecnologia.

3.3.2. A Tradição Americana

Esta tradição pretende avaliar as conseqüências das inovações científico-tecnológicas sobre a sociedade, sua influência sobre a vida e a forma de organização social. Segundo GARCIA *et al.* (1996), entende-se que a tecnologia é um produto que tem capacidade de influenciar sobre as estruturas e dinâmicas sociais. A tradição americana tem caráter mais prático que a tradição européia, mesmo que seja desenvolvida dentro de universidades. Busca reflexões em âmbitos educativo e ético, além da democratização na tomada de decisões nas políticas tecnológicas.

As disciplinas que compõem, basicamente, esta tradição são a ética, a história da tecnologia, a teoria da educação, as ciências políticas e a filosofia social. “*O arraigo social e político, e ênfase na prática mediante uma renovação na educação, a avaliação de tecnologias e a política científico-tecnológica, são os pontos fortes desta tradição.*” (GARCIA *et al.*, 1996:92).

A tradição americana tem origem na década de 60, com o interesse pelo estudo das conseqüências sociais da inovação tecnológica e a defesa de um controle social efetivo sobre a mesma. Tem como seus antecedentes os movimentos contra a cultura, a favor de tecnologias alternativas e as diversas correntes ecológicas e pacifistas, que surgiram na mesma época. Algumas das principais questões que deram início a estas reflexões foram a preocupação com questões como a tecnologia a serviço da indústria armamentista, a proliferação da energia nuclear e o uso indiscriminado de pesticidas químicos (na época, o DDT). Voltados a estas preocupações, os principais temas explorados pelos autores desta tradição tratavam da história da cultura tecnológica, a filosofia geral da tecnologia, a ética na ciência e na tecnologia, os temas referentes à autonomia da tecnologia e o determinismo tecnológico, a crítica política da tecnologia, a avaliação e o controle social, a crítica religiosa à tecnologia, entre outros.

Os autores desta tradição foram influenciados por diversas correntes, como a fenomenológica, existencialista e pragmatista. Segundo GARCIA *et al.*(1996), alguns dos autores que podem ser considerados antecedentes da tradição americana nos estudos CTS são:

Ortega (Meditação da Técnica – 1939), que segue a linha fenomenologia-existencialista, destacou-se pelo tratamento filosófico da tecnologia. “*A técnica tem a função de satisfazer as necessidades humanas, de adaptar o meio ao sujeito (mais que adaptar o sujeito ao meio)*” (GARCIA *et al.*, 1996: 96). Nesta mesma linha temos ainda, Martin Heidegger defensor da teoria em que a natureza deixa de ser o objeto e passa a se tornar o recurso.

Já na linha pragmatista, enquadram-se autores como Paul Durbin, Larry Hickman e John Dewey. Segundo esta linha “... *o método científico e a compreensão da tecnologia são os meios para alcançar uma sociedade mais livre, harmônica e igualitária.*” (GARCIA *et al.*, 1996:97). Ainda para Hickman

“... os problemas relacionados com o desenvolvimento tecnológico não se devem a própria tecnologia, mas a interferência de interesses particulares ou ideologias que desviam a investigação; a solução não é, então, menos tecnologia senão mais tecnologia e mais compreensiva.” (GARCIA *et al.*1996:98).

A obra de Jacques Ellul, com orientação mais sociológica que filosófica, é bastante pessimista.

“A tecnologia, diz Ellul, é antropomórfica porque os seres humanos tornaram-se completamente tecnomórficos: estão condicionados pela civilização tecnológica. Como saída, Ellul, defende uma ética do não-poder segundo a qual os seres humanos devem aceitar não levar a prática tudo aquilo que são capazes e realizar, deste modo a humanidade poderá libertar-se da escravidão tecnológica e buscar novas atitudes vitais não determinadas pela tecnologia.” (GARCIA, *et al.* 1996:98).

Dentro desta mesma tradição, serão apresentados ainda, alguns autores mais atuais, que continuam a defender uma análise das conseqüências do crescimento científico-tecnológico sobre a sociedade, além das suas propostas para que o público possa ter acesso a estas formas de reflexão.

WINNER: em suas obras mais antigas (1977) propõe reflexões sobre formas para impor limites para as mudanças tecnológicas, no sentido de que estas mudanças estejam articuladas às necessidades sociais e, até mesmo, com a capacidade de assimilação, pela sociedade, dessas mudanças. Já em 1987, WINNER sugere uma filosofia da tecnologia que tem o objetivo de avaliar criticamente as contribuições da tecnologia para a humanidade.

PACEY (1990) aborda mais o campo educacional, ressaltando a importância do ensino em ciência e tecnologia, não apenas para os profissionais da área, mas para a formação do cidadão. O que torna importante uma revisão do sistema educacional como um todo. Propõe que as disciplinas sejam trabalhadas de forma interdisciplinar e contextualizadas, para que se possibilite o desenvolvimento de uma visão integrada da prática tecnológica.

POSTMAN (1994) é bastante radical ao afirmar que a “educação secular moderna está fracassando” por não ter nenhum centro moral, social ou intelectual. Mas talvez a melhor forma para que se chame a atenção seja tomando atitudes radicais. Mas ele vê na (nova) educação uma alternativa para escaparmos ao tecnopólio (sermos dominados pela tecnologia). Não a educação fracassada, mas uma educação repensada, que trabalhe cada matéria (e todas as matérias) como um estágio do desenvolvimento da humanidade, o que envolverá o estudo da filosofia da ciência, a história da linguagem, da tecnologia, religião e artes (questões fundamentais para o desenvolvimento da humanidade, da ciência e da tecnologia). O autor acredita que os estudantes devam ser capazes de participar, ativamente, de discussões sobre tecnologia e desenvolvimento, refletindo sobre o futuro da sociedade dentro do contexto da evolução científico-tecnológica, e se é este o futuro que desejamos para nossa sociedade. Para isto propõe incluir dois temas aos currículos: a história da tecnologia e a religião.

BUARQUE (1994) é um autor nacional que aborda de forma bastante clara a realidade brasileira. Ressalta que inovações, no Brasil, não são devidamente amadurecidas, no sentido de avaliar suas vantagens e desvantagens, pensa-se apenas no retorno financeiro. Sugere que além da técnica, deva-se buscar uma sociedade ética, de valores bem estabelecidos e objetivos sociais definidos. Somente a partir disso procurar as tecnologias adequadas a este contexto. Sem um modelo de crescimento consciente e crítico, o país enfrentará sérios problemas de exclusão social (ricos modernos e pobres atrasados).

BAZZO (1998) é um forte defensor do crescimento científico-tecnológico vinculado ao desenvolvimento social. Para isto defende um ensino que não vise à formação eminentemente técnica (formação do profissional), mas também, que forneça elementos que favoreçam a reflexão das consequências políticas, econômicas, sociais e ambientais dos produtos destas áreas técnicas (tecnologia). Propõe uma nova atitude epistemológica dos professores, que levará a uma reestruturação das práticas didático-pedagógicas.

“Acreditando que seja necessário estabelecer planejamentos e estratégias de ensino não apenas calcados nas técnicas atuais já sacramentadas, imagina-se que deveríamos pensar em sistemas que instiguem os alunos a buscar aquilo que de mais relevante uma escola pode oferecer: oportunidades de vivenciar não só os conceitos,

regras e padrões, mas também princípios, procedimentos e atitudes.” (BAZZO, 1998:261)

Ou seja, o autor defende o incentivo ao questionamento, à reflexão, e isto só é possível a partir de uma nova postura do professor e uma nova relação professor-aluno. Afinal, é bastante cômodo apenas entrar em sala de aula apresentando respostas prontas e problemas que têm apenas um resultado, porém, também é bastante irreal. O mundo nos oferece inúmeras alternativas e a desinformação é inaceitável, além de gerar exclusão, dificulta uma tomada de decisão rápida e consciente.

“O forte desenvolvimento da tecnologia e da ciência gera uma desinformação constante que nos induz a impasses seguidos. Então, é preciso construir com os alunos compreensões, sínteses, análise, comparações, razões indutivas, dedutivas e analógicas, processos de pensamento, capacidades e atitudes para que eles enfrentem com razoável discernimento ético, político, social e técnico sua futura profissão. Mas só se consegue converter promessas em realidades frutíferas se houver definição de metas, linhas de ação, qualidade nos serviços realizados, cobranças conscientes e juízos de valor que decorram de reflexões maduras.”(BAZZO, 1998:262).

Podemos observar que o que se torna comum as propostas de todos estes autores é a necessidade de uma mudança cultural e de atitude frente às tecnologias, a mudança do modelo adotado por aqueles envolvidos no processo de criar, desenvolver e aplicar a tecnologia. E no Brasil, além das necessidades de mudança anteriores, torna-se necessário uma mobilização da população, como um todo, no sentido de diminuir este enorme abismo social entre os ricos e os pobres que se torna cada vez mais evidente e mais grave. Uma maneira de diminuir este abismo é através da educação do povo, pois com os avanços da ciência e da tecnologia as pessoas que não têm acesso à educação acabarão sendo excluídas por não conseguir mais ler e entender o mundo que os cerca.

A contribuição que a tradição americana traz a este estudo está no sentido de incentivar a reflexão sobre a influência que o desenvolvimento da ciência e da tecnologia têm sobre a sociedade e o ambiente. Mudanças na estrutura social, nas relações sociais, na comunicação, na convivência, na rotina de uma sociedade.

Resumidamente é possível colocar as diferenças essenciais entre ambas as tradições conforme o quadro sugerido por GARCIA *et al.* (1996:69)

Quadro 1 - Diferenças entre as duas tradições

Tradição Européia	Tradição Americana
Institucionalização acadêmica na Europa (em sua origem).	Institucionalização administrativa e acadêmica nos Estados Unidos (em sua origem).
Ênfase nos fatores sociais antecedentes	Ênfase nas conseqüências sociais.
Atenção à ciência e, secundariamente à tecnologia.	Atenção à tecnologia e, secundariamente, à ciência.
Caráter teórico e descritivo.	Caráter prático e valorativo.
Marco explicativo: ciências sociais.	Marco avaliativo: ética, teoria da educação, etc.

3.3.3. Repercussões e Perspectivas para o Brasil

No Brasil o movimento CTS, inclusive no Ensino Médio, ainda é bastante incipiente. Existem grupos isolados que trabalham nesta linha, mas não se caracteriza numa massa crítica que possa ser discutida a fundo. Os principais grupos de trabalho nesta área estão dentro das Universidades que trabalham desenvolvendo materiais de apoio, pesquisas, inclusive livros que visam uma nova abordagem, objetivando a participação dos estudantes. Pode ser citado o Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, da Universidade Federal de Santa Catarina, que antes era vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Educação. Este programa tem um direcionamento neste sentido, apresentando uma produção de dissertações, teses e artigos bastante intenso nesta área. Pode-se citar ZYLBERSZTAJN, *et al.* (1994), SOUZA CRUZ (2001), BAZZO (1988), AULER (2001).

Existem outras Universidades que têm trabalhos desenvolvidos dentro desta perspectiva, como a UNIJUÍ, UNICAMP, USP, UnB, instituições em que surgiram grupos como o GEPEQ (Grupo de Estudo e Pesquisa do Ensino de Química), PROQUIM (Projeto de Ensino de Química para o 2º Grau), entre outros. Os próprios Congressos e Conferências na área da educação têm apresentado inúmeros debates, trabalhos, minicursos em que o foco central é a preocupação com a cidadania, a ética e o ensino contextualizado (SANTOS E SCHNETZLER, 2000).

A SBQ (Sociedade Brasileira de Química) em seus periódicos, Química Nova e Química Nova na Escola, aborda este tema com frequência.

Podemos contar ainda com a existência de publicações impressas denominados livros de apoio didático, ou paradidáticos, que não têm compromisso direto com o currículo. A finalidade destes livros é a discussão de temas de relevância social, como energia, lixo, combustíveis, drogas, alimentação, atmosfera, entre outros. São livros que podem ser úteis, desde que atualizados, mas que, assim como vários livros didáticos, apresentam todo o conteúdo e, ao final trazem um questionário para checar a compreensão do assunto.

As perguntas do questionário não favorecem a reflexão, nem a discussão. Mas se o professor introduzir outro tipo de questões, ao longo do texto, para que o estudante interrompa sua leitura e reflita sobre o que leu até então, poderíamos obter um aproveitamento maior deste material.

Além destes livros de apoio, as pesquisas dentro das Universidades têm produzido livros didáticos com estruturas bastante animadoras. Podem ser citados os livros de MORTIMER e MACHADO (2003), MOL, SANTOS, *et al.* (1998). Além de materiais didáticos para ensino de ciências (Química) Projeto Unidades Modulares de Química (AMBROGI *et al.*, 1987); coleção de livros do GEPEQ (1993, 1995, 1998); o livro Química, Energia e Ambiente (MORTIMER, MACHADO e ROMANELLI, 1999), o livro Educação em Química (SANTOS e SCHNETZLER, 2000), entre outros.

Talvez alguns destes trabalhos, livros ou projetos não possam, ainda, ser enquadrados como enfoque CTS, mas representam um passo nesta direção e contribuem com a superação de limitações, como por exemplo formas alternativas de desenvolver os conteúdos, dentro do nosso modelo de ensino.

Além de publicações impressas sob diversas formas pode-se contar hoje com uma infinidade de textos disponíveis na *internet* que podem ser úteis na busca por informações mais atuais para complementar conteúdos disciplinares.

É importante destacar que não adianta apenas inserir temas sociais ao longo das disciplinas, mas estas inserções devem vir acompanhadas de mudanças na prática e nas concepções pedagógicas. Deve haver uma compreensão do papel social do ensino de ciências para que os temas sociais não virem novamente exemplos ao final de um capítulo.

Já, na Europa e Estados Unidos existem diversos grupos organizados, que tem bastante clara a importância da inserção de CTS não só no Ensino Médio, mas em todos os níveis de ensino. Mas ainda existe uma grande discussão em torno de como seria melhor fazê-lo. Nas referências consultadas o número de projetos que envolvem os estudos CTS é enorme e os grupos envolvidos em sua elaboração e desenvolvimento também. Pode-se citar o Grupo Argo da Espanha, Association for Science Education – ASE – nos E.U.A., entre outros.

As formas de inserção destas discussões no ensino, segundo estes grupos, podem ser efetuadas basicamente de três formas: através de enxertos, através de estruturação dos conteúdos a partir de CTS ou através de uma disciplina CTS pura. Estas metodologias serão apresentadas no capítulo seguinte.

Independente do tipo de enfoque utilizado para abordar os temas CTS é importante lembrar que os cursos CTS ou com enfoque CTS são organizados segundo uma abordagem interdisciplinar do ensino de ciências, o que o difere dos cursos de ciências convencionais que visam, geralmente, a transmissão dos conhecimentos científicos acumulados pela humanidade. A perspectiva CTS procura estudar a natureza da ciência, da tecnologia e da sociedade, além das suas inter-relações, com a finalidade de que o aluno compreenda a interdependência deste componentes em uma perspectiva social.

Apresentarei um quadro que representa os principais aspectos das inter-relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade.

Quadro 2: Nove aspectos da abordagem de CTS

Aspectos CTS	Esclarecimentos
1. Natureza da ciência.	1. Ciência é uma busca de conhecimentos dentro de uma perspectiva social.
2. Natureza da Tecnologia.	2. Tecnologia envolve o uso do conhecimento científico e de outros conhecimentos para resolver problemas práticos. A humanidade sempre teve tecnologia.
3. Natureza da Sociedade.	3. A sociedade é uma instituição humana na qual ocorrem mudanças científicas e tecnológicas.
4. Efeito da Ciência sobre a Tecnologia.	4. A produção de novos conhecimentos tem estimulado mudanças tecnológicas.
5. Efeito da Tecnologia sobre a Sociedade.	5. A tecnologia disponível a um grupo humano influencia grandemente o estilo de vida do grupo.
6. Efeito da Sociedade sobre a Ciência.	6. Através de investimentos e outras pressões, a sociedade influencia a direção da pesquisa científica.
7. Efeito da Ciência sobre a Sociedade.	7. Os desenvolvimentos de teorias científicas podem influenciar o pensamento das pessoas e as soluções de problemas.
8. Efeito da Sociedade sobre a Tecnologia	8. Pressões dos órgãos públicos e de empresas privadas podem influenciar a direção da solução do problema e, em consequência, promover mudanças tecnológicas.
9. Efeito da Tecnologia sobre a Ciência.	9. A disponibilidade dos recursos tecnológicos limitará ou ampliará os progressos científicos.

Extraído de McKavanagh e Maher, 1982:72; tradução, Santos e Schnetzler, 2000:65.

Apesar desta caracterização apresentada, SANTOS E SCHNETZLER (2000) chamam a atenção ao fato de que nem todas as propostas de ensino que recebem a denominação CTS estão centradas nos nove aspectos descritos no quadro acima. Isto leva ao estabelecimento de várias classificações dos cursos CTS, conforme o foco central que é enfatizado.

De fato, o que se conhece como Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) poderia tratar sobre estes três conceitos: *ciência, tecnologia e sociedade*, ou seja, poderia não apontar nada novo sobre as próprias disciplinas resumidas pelas três palavras que compõem o acrônimo. Inclusive, quando CTS toma parte dos currículos educativos como conteúdo ou matéria diferenciada, poderia considerar-se como redundante. Já não existem no sistema educativo matérias ou disciplinas de ciências? Não se ensina também tecnologia? Não se estudam, além do mais, diversas disciplinas de ciências sociais ou humanidades, que se centram na compreensão do que chamamos sociedade? O que apresenta de novo, então, CTS?

Se CTS fosse somente a soma de uns resumos comprimidos destes três conceitos, as objeções anteriores estariam justificadas e não haveria, quiçá, sentido sua presença educativa diferenciada. No entanto, CTS é algo mais que o resumo destes três termos. Supõe uma nova aproximação ou perspectiva sobre esses conceitos que põe um acento em suas relações recíprocas, nas complexas interações que, especialmente na atualidade, se dão entre a *sociedade*, a *tecnologia* e a *ciência*.

4. O Movimento CTS e o Ensino de Ciências

É interessante observar que no século XX temos presenciado algo muito especial com relação ao avanço da ciência e da tecnologia, não que outras áreas do conhecimento e atividade humana não tenham evoluído também. Mas em especial as áreas relacionadas à ciência e à tecnologia têm experimentado uma transformação muito significativa que tem afetado radicalmente as formas de vida social. Se pararmos um pouco para pensar nas grandes descobertas ocorridas nesse século, teremos uma pequena noção desta evolução. Por exemplo, os bebês de proveta, a inseminação artificial, os transgênicos, os clones, o projeto genoma, as vacinas, os meios de transporte, o avanço na conquista do espaço, a evolução dos medicamentos, dos meios de comunicação. Como era a vida antes disso? As opiniões em relação a esta proliferação de idéias e criações são diversas. Há os que acreditem que esta seja a salvação da humanidade, mas também existe o outro extremo, os que acreditam que este será o fim da nossa espécie.

O que se sabe, no entanto é que nada que viva em sociedade pode escapar ao efeito (positivo ou não) do desenvolvimento que tem sido produzido pela ciência e pela tecnologia ao longo do século passado. A previsão é que este desenvolvimento atinja maior magnitude ainda nesse século, e segundo DYSON (1998) a área de maior concentração de pesquisas será a biologia, devido ao grande interesse demonstrado por trabalhos como o Projeto Genoma Humano, a clonagem, os métodos de reprodução na Engenharia Genética, os transgênicos, entre outros.

Acredito que a vida da população tem sido, de certa forma, melhor e alcançado maior longevidade graças à diversidade de equipamentos e artefatos de que se dispõe, e melhores que os anteriores, que liberam os humanos dos trabalhos mais duros e monótonos. É fato que os grandes avanços da medicina contribuem muito para este aumento na longevidade e qualidade de vida. A erradicação de algumas doenças através da vacinação, o transplante de órgãos, são exemplos destes avanços. Contudo, todo este desenvolvimento traz consigo aspectos negativos, e um dos que considero principal, é a desigualdade com a qual se distribui.

Enquanto uma parcela muito pequena da população desfruta destas vantagens, a maioria vive na pobreza quase absoluta, sem acesso, sequer, à água tratada e saneamento básico. Mesmo em países economicamente mais desenvolvidos, esta realidade persiste. Existem parcelas da população que não são alcançadas pelos benefícios do progresso tecnocientífico. De modo geral, os avanços da ciência e da tecnologia têm contribuído para aumentar a brecha que existe

entre grandes nações e países que ainda buscam seu desenvolvimento. Ou mesmo entre as classes de maior poder aquisitivo e os excluídos sociais.

Por isto é importante observar que além dos artefatos e produtos materiais derivados do desenvolvimento da ciência e da tecnologia (que podem ser comprados, adquiridos) que proporcionam bem estar às sociedades (ou parte delas), existem outros efeitos da ciência e da tecnologia que são menos visíveis, e por isso mesmo passam despercebidos, mas nem por isso são menos importantes para nossa vida. Segundo GORDILLO *et al* (2001), existem outras máquinas e outros artefatos tecnológicos que não têm natureza material, mas que são tão artificiais e tão construídos quanto os artigos que podem ser vistos ou tocados. As chamadas máquinas sociais são também produtos tecnológicos (neste caso das tecnologias de organização social) que afetam a vida em sociedade tanto quanto os artefatos tecnocientíficos tangíveis.

Podem-se citar como exemplos de máquinas sociais, a divisão em hierarquias e a organização das funções entre os trabalhadores, engenheiros, supervisores e administradores no caso de uma fábrica, que são tão importantes ou mais que a qualidade dos artigos materiais que se disponha. A organização é fundamental ao bom desempenho de uma máquina social. Sem esta organização seria difícil produzir algo de boa qualidade e em grandes quantidades. Outros exemplos de máquinas sociais ou tecnologias de organização social que afetam diariamente nossas vidas são os restaurantes de comida rápida, as igrejas, os parques de diversão, os centros comerciais e até mesmo as escolas são cenários artificiais nos quais as tecnologias de organização social produzem notáveis efeitos sobre as formas de vida dos seres humanos.

DYSON (1998) concorda com a existência de estruturas sociais geradas a partir do desenvolvimento científico:

“Devido à ciência, máquinas tomaram o lugar de trabalhadores manuais pouco qualificados e computadores tomaram o lugar de funcionários administrativos pouco qualificados em todos os ramos da indústria e do comércio. Devido à ciência, a classe média tradicionalmente conservadora constituída por operários especializados bem pagos quase deixou de existir. ...” (1998: 81)

Sinto que ao longo de seu raciocínio, este autor acaba sendo bastante catastrófico, com certeza chama a atenção para a capacidade que a ciência (e a tecnologia) têm de direcionar a evolução social. Assim como ele citou alguns exemplos da influência que a ciência e a tecnologia tiveram na indústria, eu poderia continuar citando a importância (benéfica ou não) delas, na vida social atual, por várias páginas. A mídia, em geral, é uma fonte inesgotável desta importância, o cinema não se cansa de fazer projeções de um mundo futuro totalmente modificado pela ação do desenvolvimento científico e tecnológico.

Para GORDILLO *et al.* (2001), a população, de modo geral divide-se em dois grupos em relação a visão sobre a ciência e a tecnologia. Há os que acreditam que atingiremos a completa felicidade no futuro graças ao progresso tecnocientífico, e os que cada vez mais são adeptas a uma *volta à natureza* prescindindo de tudo o que é artificial e tecnológico.

Para ele, o único aspecto que parece unir esses dois pontos de vista, otimista e pessimista, sobre a tecnociência é que tanto os *tecnófilos* (que pensam que todos os problemas serão resolvidos pelos avanços científico-tecnológicos) como os *tecnófobos* (que consideram que todos os problemas são provocados pelas tecnologias) entendem que a sociedade e os indivíduos pouco podem fazer ante a ciência e a tecnologia, que não seja admirá-las ou detestá-las. Assim *tecnopocalípticos* e *tecnointegrados* coincidem no fato de que os cidadãos não podem intervir na orientação do desenvolvimento da ciência e da tecnologia, já que tais decisões estão nas mãos de uma minoria dominante que se baseiam nos argumentos técnicos elaborados por tecnólogos e cientistas (tecnocracia).

Frente a estas imagens tópicas e radicalizadas da ciência e da tecnologia, a perspectiva CTS defende que as relações da sociedade com elas não devem reproduzir as tradicionais relações dos profanos com a sagrada divindade (seja esta um deus – para os tecnófilos – ou um demônio – para os tecnófobos). A aproximação CTS às relações entre ciência, tecnologia e sociedade pretende introduzir uma racionalidade “laica” ao analisar a interação entre estes três âmbitos.

Favorecer uma percepção mais ajustada e crítica dos temas de ciência e tecnologia, assim como das suas relações com a sociedade, é, em geral, um dos primeiros objetivos da perspectiva CTS. O segundo, de caráter mais prático, é promover a participação pública dos cidadãos nas decisões que orientam o desenvolvimento da ciência e da tecnologia, a fim de delegar à sociedade as responsabilidades sobre seu futuro. Na realidade, diversos autores têm proposto objetivos ou metas para os enfoques CTS, porém, IGLESIA (1997), citando Rubba e Wiesenmayer, acredita que o objetivo final da integração CTS no ensino de ciências seja alcançar cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados, capazes de tomar decisões informadas e ações responsáveis. AIKENHEAD (1987) acrescenta outro objetivo; alcançar pensamento crítico e independência intelectual.

É comum que entre a ciência, a tecnologia e a sociedade existam diversas relações. De fato, os tópicos tecnófobos e tecnófilos mostram algumas das percepções mais habituais sobre essas relações. A perspectiva CTS pretende superar essas visões manipuladas da ciência e da tecnologia unindo-as à sociedade para promover a participação cidadã nas decisões mais importantes sobre as controvérsias relacionadas com estes temas

Para que a participação pública na avaliação de tecnologias seja efetiva e as decisões sobre seu desenvolvimento sejam realmente democráticas, é indubitável que devem ser tomadas ações educativas que permitam a formação de um público preparado para a participação nestes assuntos. Só a existência de uma população culta, em relação a estes temas, pode garantir um controle efetivo do desenvolvimento tecnocientífico. A finalidade do enfoque CTS na educação é a formação de cidadãos críticos e ativos, capazes de participar de modo consciente nas complexas controvérsias sobre as implicações e as repercussões sociais da tecnociência.

No que se refere ao ensino com uma abordagem CTS é preciso que se tenha em mente que apesar das nove características citadas no Quadro 2, é preciso reconhecer que existem cursos com esta perspectiva, que se preocupam mais com a motivação do aluno do que com a formação do cidadão (SANTOS E SCHNETZLER, 2000). Inclusive Holman (In SANTOS E SCHNETZLER, 2000:67) reforça esta perspectiva ao afirmar que:

“Para alguns, a principal importância de CTS é como um meio de assegurar justiça social: para eles o aspecto chave é fornecer aos estudantes meios para considerar julgamentos concernentes a temas relativos à sociedade. Outros enfatizam a importância de CTS para tornar a ciência mais acessível para os estudantes de todas as habilidades e aptidões, uma abordagem adotada, por exemplo, pelos projetos Salters na Inglaterra. Ao relacionar a ciência aos seus aspectos sociais e tecnológicos, argumenta-se que a ciência ficaria mais significativa para aqueles que têm pouco interesse por esta matéria” (Tradução SANTOS E SCHNETZLER, 2000)

Outra forma de compreender o ensino com enfoque CTS é através da comparação com o ensino da ciência tradicional.

Quadro 3: Aspectos enfocados no ensino clássico de ciências e no ensino de CTS

Ensino clássico de ciência	Ensino CTS
1. Organização conceitual da matéria a ser estudada (conceitos de física, química, biologia).	1. Organização da matéria em temas tecnológicos e sociais.
2. Investigação, observação, experimentação, coleta de dados e descoberta como método científico.	2. Potencialidades e limitações da tecnologia no que diz respeito ao bem comum.
3. Ciência, como um conjunto de princípios, um modo de explicar o universo, com uma série de conceitos e esquemas conceituais interligados.	3. Exploração, uso e decisões são submetidas a julgamento de valor.
4. Busca da verdade científica sem perder a praticabilidade e a aplicabilidade.	4. Prevenção de conseqüências a longo prazo.
5. Ciência como um processo, uma atividade universal, um corpo de conhecimento.	5. Desenvolvimento tecnológico, embora impossível sem a ciência, depende mais das decisões humanas deliberadas.
6. Ênfase à teoria para articulá-la com a prática.	6. Ênfase à prática para chegar à teoria.
7. Lida com fenômenos isolados, usualmente do ponto de vista disciplinar, análise dos fatos, exata e imparcial.	7. Lida com problemas verdadeiros no seu contexto real (abordagem interdisciplinar).
8. Busca principalmente, novos conhecimentos para a compreensão do mundo natural, um espírito caracterizado pela ânsia de conhecer e compreender.	8. Busca principalmente implicações sociais dos problemas tecnológicos; tecnologia para a ação social.

Extraído de Zoller e Watson, 1974: 110; traduzido por Santos e Schnetzler, 2000:62

É possível observar no quadro 3 as principais diferenças entre o ensino *clássico* de ciência e uma abordagem deste ensino através do enfoque CTS. Pode-se perceber que o ensino CTS caracteriza-se por uma organização conceitual com uma preocupação em temas sociais, procura desenvolver atitudes que favoreçam o julgamento, através do estudo da ciência, voltada aos interesses sociais, buscando a compreensão das implicações sociais do conhecimento científico e tecnológico.

Já o ensino *clássico* da ciência tem como característica a organização curricular preocupada com o conteúdo específico destas disciplinas, apresenta, em geral, uma ciência universal, neutra, uma constante busca pela verdade; a ciência possui valor por si mesma, não pelas suas aplicações sociais. Este ensino tem reforçado

“... uma visão da ciência como algo estático, um conjunto de verdades imutáveis, de estruturas conceituais congeladas no tempo. Muitas vezes, não tem nenhuma relação com os contextos históricos, sociais e tecnológicos em que a ciência é construída e aplicada.” (MORTIMER e MACHADO, 2003:7)

Para SANTOS E SCHNETZLER (2000), esta diferença entre os dois enfoques do ensino de ciência pode ser sintetizado por Barrentine (1996, In SANTOS E SCHNETZLER, 2000) a respeito do ensino *através da ciência* e do ensino *para a ciência*. O ensino *através da ciência*, no qual se enquadra o ensino de CTS, refere-se à preparação de cidadãos, a partir do conhecimento mais amplo da ciência e das suas implicações na vida do indivíduo e da sociedade. E no ensino *para a ciência* busca-se a formação do especialista em ciência, por meio do domínio do conhecimento científico geral, necessário para sua atuação profissional. Porém nem todos os estudantes do Ensino Médio seguirão a carreira científica, neste aspecto é importante repensar o ensino de modo que não prejudique estes estudantes, que também utilizarão o conhecimento científico mas com outra intensidade. Cabe ao Curso de Nível Superior formar os especialistas, não o Ensino Básico.

Nesta perspectiva, é interessante que se desenvolvam estratégias para favorecer a educação em ciências de modo a não prejudicar nenhum dos grupos que frequentam o Ensino Médio (os futuros cientistas e os não cientistas). Mas deve lembrar-lhes que a base científica é necessária e importante para todos para facilitar sua convivência social, a leitura e interpretação do mundo que nos cerca. Então, acredito que a utilização de episódios deste mundo que nos cerca para fundamentar a educação em ciências, deverá se mostrar interessante tanto aos estudantes que pretendam seguir a carreira científica, pois apresenta a aplicação e a interpretação da ciência em situações corriqueiras. E, por outro lado também satisfará a necessidade dos

estudantes não cientistas, apontando a participação das ciências no seu dia-a-dia, e a forma como seu conhecimento pode facilitar a interpretação e resolução de inúmeras situações.

Esta utilização de questões cotidianas em sala de aula, no sentido de contribuir com o desenvolvimento dos conteúdos, é a idéia central do que se denomina *enxertos CTS*. Porém, o sucesso dessa prática depende da escolha dos casos CTS a serem utilizados, estes devem, sem dúvida despertar o interesse dos estudantes.

Não existem critérios rígidos ou precisos de demarcação que estipulem o que é um caso CTS e o que não é. A própria origem crítica e alternativa dos planejamentos CTS tanto no âmbito acadêmico como entre os movimentos sociais, fazem com que não tenha sido motivo de preocupação em seus estudos a determinação dos âmbitos temáticos específicos para os casos CTS.

De fato, o caráter interdisciplinar que pretende ter este enfoque afasta o estabelecimento de fronteiras rígidas e excludentes entre seus diversos temas. Aproximadamente poderia se dizer que nos casos CTS há decisões explícitas ou implícitas sobre assuntos de importância social, que essas decisões se referem a assuntos relacionados com conhecimento ou artefatos tecnocientíficos e que sobre elas cabe uma controvérsia legítima enquanto incorporam também interesse, opiniões e valores distintos. Os casos CTS seriam, por tanto, assuntos nos quais as questões tecnocientíficas têm relevância social e comportam a interação com valores. Nestes os elementos epistêmicos (conhecimentos) e axiológicos (valores) se unem em uma típica rede que tem como protagonistas atores dos mais diversos tipos (peritos e leigos, promotores e afetados, cidadãos e administradores...).

As controvérsias de ordem social, política, econômica, histórica que têm tendência (força) para gerar casos de *enxertos CTS* na educação estão diariamente nos noticiários, ainda que não sejam identificados pela denominação explícita de CTS. Podem ser citados como exemplo casos recorrentes na mídia nos últimos tempos: efeito estufa e camada de ozônio, a escassez da água potável, a falta de energia elétrica, as disputas no Oriente Médio e os combustíveis, o desenvolvimento da engenharia genética (clonagem, transgênicos).

Estes casos citados são de ordem mundial, mas podem ser escolhidos temas bem mais próximos da realidade do estudante, temas que o obriguem a se posicionar. Como por exemplo o impacto ambiental, social, político, econômico da implantação de uma hidrelétrica no Rio Itajaí-Açú, na Região do Vale do Itajaí. O fim que se deve dar aos frascos dos agrotóxicos utilizados pelos plantadores de fumo, a reciclagem das lâmpadas fluorescentes ou o impacto ambiental do descarte de pilhas ou baterias no lixo comum.

No entanto, quando se pretende expor ordenadamente diversos casos CTS parece conveniente contar com algum critério sistemático para classificá-los. Especialmente para a

seleção de conteúdos CTS com fins educativos, é importante dispor de algum critério de classificação para que a panorâmica de temas possíveis seja o mais plural.

Com esta orientação de caráter prático para seu uso educativo se podem apresentar alguns âmbitos nos quais cabe agrupar os diversos exemplos de temas CTS. Para definir esses âmbitos GORDILLO *et al.* (2001) sugerem dois critérios inspirados em oposições muito relevantes em relação com estes temas, (i) Natureza x Cultura; (ii) Entorno x Indivíduo.

O primeiro caso, Natureza *versus* Cultura, é uma das distinções mais clássicas da história da filosofia ocidental. A distinção entre um âmbito a princípio não construído pelo ser humano, a natureza, que se apresenta como dado e outro âmbito em que a ação transformadora tem seu cenário privilegiado, a cultura, que tem, além do mais, implicações na própria classificação das ciências e das tecnologias.

Outra oposição significativa para distinguir diversos âmbitos nos casos CTS é a que se estabelece em relação a dimensão Entorno *versus* Indivíduo. A oposição entre o entorno (território, habitat ou meio) e a dimensão estritamente individual (física – corpo – ou anímica – psique) das vidas humanas recolhe também planejamentos filosóficos significativos recordando, de certo modo, a dualidade entre o filogenético e o ontogenético¹². O entorno se impõe aos indivíduos e os transcende.

Portanto, para GORDILLO *et al.* (2001), se a oposição entre natureza e cultura recorre aos aspectos epistêmicos relevantes em CTS, a oposição entre entorno e indivíduo estabelece, além do mais, o caráter das controvérsias valorativas próprias de cada campo. Cruzando ambas oposições podem determinar-se quatro âmbitos específicos dos quais podem chamar-se casos CTS significativos que incorporam tanto os diversos tipos de disciplinas tecnocientíficas como os distintos níveis de análise valorativos. O meio ambiente (a natureza), o meio humano (a cidade, as redes...), a saúde (o corpóreo) e a educação (e também a organização do trabalho) seriam quatro âmbitos em que se pode encontrar numerosas controvérsias CTS suscetíveis a um tratamento educativo.

4.1 O Ensino CTS na Europa e América do Norte

Na Europa e na América do Norte (Canadá e EUA) o ensino CTS está cada vez mais presente em vários níveis de ensino, principalmente através de projetos. Estes projetos podem ser divididos de acordo com a abordagem, ou a forma como as questões CTS são inseridas. Podem

¹² Filogenético: que vem filogenia; sucessão genética das espécies orgânicas.

ser basicamente de três formas distintas: 1) através de *enxertos CTS*; 2) através de *ênfase CTS* e 3) através de *CTS puro*.

Uma das formas que propiciam a introdução de temas ou elementos CTS no ensino consiste em incorporar, com maior ou menor intensidade, estes temas em cursos de ciências sem alterar os programas tradicionais, chama-se *enxertos CTS*. Trata-se de fazer um adendo temático tipo CTS nas disciplinas de ciências do currículo, especialmente relacionado com aspectos que levam os estudantes a ser mais conscientes das implicações da ciência e da tecnologia. Os projetos SATIS (Ciência e Tecnologia na Sociedade) e Ciência através da Europa fazem uso deste tipo de abordagem.

A aproximação didática utilizada é a de inserir aplicações e temas relevantes para os alunos em momentos adequados do currículo de ciências. Este enfoque é gradual e pragmático, e pode ser ilustrado através do seguinte diagrama. (OBACH, 1995:40)

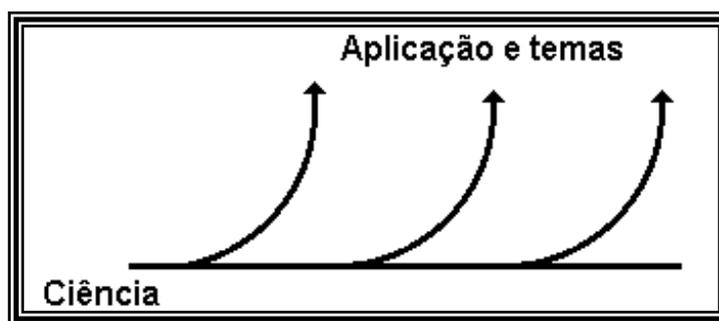


Figura1: diagrama ilustrativo de *enxertos CTS*

Pelo fato de ser menos “radical” pois não requer mudanças na estrutura das disciplinas, conteúdos ou currículos, acredito que seja uma boa forma de iniciar a utilização do enfoque CTS no Ensino Médio brasileiro. Esta perspectiva exige apenas a participação do professor, que deverá avaliar em que momento, e de que forma, é mais interessante incluir a aplicação ou o tema do *enxerto* referente ao conteúdo. Não há critérios que estabeleçam em que parte do conteúdo deve ser feito o *enxerto*, mesmo porque esta intervenção será distinta para os diversos conteúdos, além de depender do interesse dos estudantes. Neste aspecto, o professor deverá definir o melhor momento para aplicá-lo e desenvolvê-lo.

Gostaria de chamar a atenção de que os *enxertos CTS* não interferem no currículo, nem na seqüência dos conteúdos. Isto é um fator importante, uma vez que os currículos e conteúdos são estruturados de acordo com o Vestibular, ou vice-versa. Assim a adoção desta

metodologia não tem a tendência de influenciar negativamente no desenvolvimento das disciplinas. Ao contrário, pretende torná-la mais fácil, fluente.

SANTOS E SCHNETZLER (2000) acreditam que o ensino para a cidadania é caracterizado por uma apresentação inicial de um tema social, a partir do qual serão introduzidos os conceitos científicos que, em seguida serão utilizados para uma melhor compreensão da problemática envolvida. Segundo estes autores,

“(…), tal abordagem propicia a contextualização do conteúdo, pela associação direta com o cotidiano e desenvolve no aluno a capacidade de tomada de decisão, uma vez que ele é estimulado a buscar informações antes de emitir um parecer final a respeito do problema em estudo.” (SANTOS E SCHNETZLER, 2000:114).

Este tipo de abordagem está mais de acordo com outra forma de inserção de CTS no ensino através de projetos que buscam o ensino de ciências através de um *enfoque CTS*. Ensina-se mediante a estruturação dos conteúdos das disciplinas de tipo científico, a partir de CTS ou com orientação CTS. Esta estrutura pode ser realizada por disciplinas isoladas, como por meio de disciplinas pluridisciplinares, inclusive por linhas de projetos pedagógicos interdisciplinares. Ou seja, estruturam-se problemas básicos relacionados com os papéis futuros do estudante (como consumidor, como cidadão e como profissional); a partir daí seleciona-se e estrutura-se o conhecimento científico e tecnológico necessário para que o estudante esteja capacitado para entender um artefato, tomar uma decisão ou entender um ponto de vista sobre um problema social relacionado de algum modo com a ciência e a tecnologia. Exemplos de projetos que se utilizam do enfoque CTS são SALTRS', PLON (Projeto de Desenvolvimento Curricular em Física), NMVEO. Segundo OBACH (1995), no projeto SALTERS' as aplicações da ciências ou os temas com um forte componente social são utilizados como ponto de partida nos quais se desenvolvem, à medida que surgem as idéias científicas.

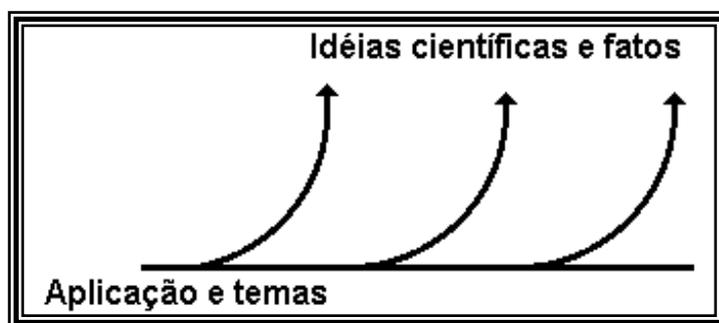


Figura 2: diagrama ilustrativo do *enfoque CTS*

E uma terceira forma de utilização de CTS no Ensino Médio seria o CTS puro, ou seja ensinar CTS, deixando ao conteúdo científico um papel subordinado. Em alguns casos o

conteúdo científico é incluído para enriquecer a explicação dos conteúdos CTS, em outros, as referências aos temas científicos ou tecnológicos se mencionam mas não se explicam. Nos países em que é utilizada esta forma de abordagem, através do projeto denominado SISCON (Ciência no Contexto Social), usa a história da ciência e a sociologia da ciência e da tecnologia para mostrar como foram abordados, no passado, questões sociais vinculadas à ciência e à tecnologia, ou como se chegou a uma certa situação problemática no presente. Segundo GARCIA *et al.* (1996), esta forma de tratar CTS pode cumprir certas funções. Quando não se conta no currículo com outros elementos CTS, esta versão pode ser útil para tentar remediar esta situação na medida do possível. Porém sobre tudo pode ser de grande ajuda nos cursos e disciplinas de humanidades e ciências sociais que em geral não podem ocupar-se de questões sociais, políticas ou morais relacionadas com a ciência e a tecnologia.

Para este tipo de situação existe uma série de publicações que propõem a estruturação da disciplina CTS que está se tornando uma realidade em diversas escolas da Espanha, por exemplo.

Segundo TORTAJADA (1997) as diretrizes que regem a disciplina CTS permitem que esta seja desenvolvida de modo que o aluno inicialmente aprofunde seus conhecimentos na história da ciência e da tecnologia em sua dinâmica social. Em segundo lugar, aborda a sociedade tecnológica contemporânea, em terceiro lugar, avalia as principais repercussões sociais, políticas e econômicas que surgem da construção da nova sociedade tecnológica. Em quarto lugar considera o controle social da atividade científica e tecnológica, apresentando os diversos modelos de desenvolvimento científico e tecnológico. E, finalmente, traça uma reflexão crítica sobre o conjunto da sociedade tecnológica emergente, apresentando as diversas perspectivas filosóficas e éticas para que se possa interpretar a realidade tecnológica atual.

Ainda segundo TORTAJADA, os objetivos gerais que podem ser esperados a partir desta formação CTS seriam: permite compreender o caráter próprio do conhecimento científico e tecnológico, percebendo sua interdisciplinaridade, e seu caráter social; facilita a compreensão dos riscos fundamentais da sociedade tecnológica, possibilitando sua participação crítica, construtiva e democrática, no desenvolvimento e melhoria do seu entorno social, e no futuro da sociedade como tal; ajuda a consolidar seu amadurecimento e juízo crítico, capacitando-o para abordar as contradições, riscos e vantagens da moderna sociedade tecnológica na qual desenvolve sua vida, favorecendo sua liberdade e amadurecimento; aprofunda o estudo das raízes da sociedade atual, e no papel que a ciência e a técnica tem desempenhado na construção da mesma ao longo da história.

PALÁCIOS (1996) direciona o conteúdo de seu livro mais para a área da filosofia da tecnologia, acredita que a temática própria deste novo campo epistemológico ainda está muito distante de estar claramente delimitada e justifica isto pelo caráter interdisciplinar da mesma.

Por este motivo optou por oferecer uma visão eclética que incorpore os diversos enfoques e tradições sob uma perspectiva genérica de caráter filosófico. Ainda segundo, PALÁCIOS, os objetivos que viriam a satisfazer através da abordagem adotada em seu livro seriam os seguintes: analisar e avaliar criticamente as realidades do mundo contemporâneo e fatores antecedentes que o influenciaram; compreender os elementos fundamentais da investigação e do método científico; consolidar um amadurecimento pessoal, social e moral que lhes permita atuar de forma responsável e autônoma; participar de forma solidária no desenvolvimento e melhoria de seu entorno social; dominar os conhecimentos científicos e tecnológicos e as habilidades básicas próprias da modalidade escolhida.

SANZ (1996) afirma que a disciplina CTS goza de um currículo aberto e concorda com os autores anteriores no que se refere a interdisciplinaridade da disciplina e acredita que é uma disciplina que se adapta a vários cursos não só aos vinculados às áreas de filosofia. Mas deve obedecer a alguns eixos conceituais gerais claramente definidos: reflexão filosófica sobre a ciência e a técnica e conhecimento da história da ciência e da técnica.

Pode-se concluir, com base nestes três autores de livros texto para disciplina CTS, que esta tem por objetivo básico favorecer a reflexão em relação à ciência e à tecnologia no contexto histórico, demonstrando que existe a influência da sociedade em seu desenvolvimento. O momento político, econômico, religioso em que se desenvolve é determinante na evolução da ciência e da tecnologia.

Acredito que, entre as três opções para inserção de CTS no ensino brasileiro, a que se mostra mais propícia para aplicação imediata seriam os *enxertos CTS*. Esta opção se justifica por depender apenas da disponibilidade do professor, além dos outros motivos anteriormente citados.

4.2 CTS no Ensino Médio Brasileiro

Além das funções básicas da escola (que sofrem ampliações ano após ano), acrescentou-se também a formação para a cidadania, em princípio no Ensino Fundamental, e depois estendida ao Ensino Médio. Além da preparação para o ingresso no Ensino Superior, ou a formação profissional, cabe à escola preparar o cidadão que integrará a sociedade.

Sabe-se que a cidadania está diretamente vinculada à participação do indivíduo na sociedade e, para tanto é necessário que este indivíduo seja informado nas mais diversas áreas.

Podemos citar como exemplo a participação num plebiscito que decidirá pela instalação ou não de uma hidrelétrica no Rio Itajaí-Açú. Além de deter as informações, torna-se necessário que se saiba como e quando utilizá-las. Para o Programa de Avaliação Seriada para o ingresso na Universidade de Brasília (PAS) o processo de ensino deve criar condições para a formação de um cidadão capaz de selecionar criteriosamente e gerenciar criticamente as informações e não apenas acumulá-las. (SANTOS E SCHNETZLER, 2000).

As ciências tornam-se a cada dia mais relevantes na formação do cidadão, uma vez que vivemos em uma sociedade em que os produtos dos avanços tecnológicos atingem mais e mais cidadãos. Segundo SANTOS E SCHNETZLER (2000), neste sentido é necessário que estes cidadãos saibam como utilizar estes produtos no seu dia-a-dia, bem como se posicionarem criticamente com relação aos efeitos da utilização da ciência e da tecnologia, e quanto às decisões referentes aos investimentos nestas áreas, a fim de buscar soluções para os problemas sociais que podem ser resolvidos com a ajuda do seu desenvolvimento.

Por isto é importante que repensemos as formas como os conteúdos são abordados no Ensino Médio, que no momento, busca apenas o ingresso no Ensino Superior. Uma escola é tanto melhor quanto maior seu índice de aprovação no Vestibular e, deste modo,

“Estamos fugindo do fim maior da educação básica, que é assegurar ao indivíduo a formação que o habilitará a participar como cidadão na vida em sociedade. Isso implica um ensino contextualizado, no qual o foco não pode ser o conhecimento científico, mas o preparo para o exercício consciente da cidadania.”(SANTOS E SCHNETZLER, 2000:50)

Esta busca por um ensino de ciências mais reflexivo e contextualizado está em sintonia com o movimento CTS, que persegue também objetivos como a formação de cidadãos conscientes e críticos, capazes de interagir com a sociedade. A educação científica pode contribuir para preparar este cidadão, torná-lo apto a tomar decisões, com consciência do seu papel na sociedade, como indivíduo capaz de provocar mudanças sociais na busca de melhor qualidade de vida para todos.

Poderíamos então concluir, que o objetivo do ensino para a formação do cidadão seja a preparação do indivíduo, para que ele possa compreender e fazer uso das informações básicas das ciências necessárias para a sua participação efetiva na sociedade tecnológica. Para que isto seja possível seria importante que se tivesse um ensino centrado na relação entre as informações científicas e o contexto social.

Com vistas a este objetivo da educação, busco uma alternativa para o ensino que vise à explicitação do papel social da ciência e da tecnologia, o que contribui também para que se

desenvolva a idéia de que a ciência é mais uma atividade humana, fruto de um processo de construção social, e por isso mesmo sujeita a falhas. Acreditando que esta alternativa não vá contra os objetivos gerais do ensino apresentadas pela Lei e Diretrizes que regem a educação nacional, e mais, não vá prejudicar o desenvolvimento dos conteúdos não interferindo negativamente na preparação para a realização de provas de seleção futuras (Vestibular). Mesmo porque já foi mencionado em inúmeras oportunidades ao longo do desenvolvimento desta dissertação sobre as mudanças que vêm sofrendo esta forma de seleção; sutis, mas importantes.

Pode-se concluir, assim, que o papel do ensino atual, de modo geral, é bastante diferente do que vinha sendo até há algum tempo. Sabendo que os alunos hoje têm acesso a todo tipo de informação, um destes papéis é ajudá-los a proceder uma seleção e organização destas informações para que possam futuramente ser utilizadas. Além do que, estas alternativas de ensino não vêm com o intuito de prejudicar o acesso ao Ensino Superior, muito pelo contrário, uma vez que o objetivo é que os conteúdos sejam mais facilmente assimilados pela apresentação de sua aplicabilidade no cotidiano do estudante, e não simplesmente memorizados.

Além disso, “Se quisermos que a tecnologia seja usada criativamente para benefício da humanidade como um todo, precisaremos de um público esclarecido e apto a avaliá-la imparcialmente... algo que não temos atualmente”. (KNELLER, 1980:269).

O que deve ser cuidadosamente avaliado é a forma como CTS será, ou poderá ser, introduzido no Ensino Médio brasileiro. Acredito que a utilização de currículos, metodologia ou até mesmo projetos prontos, que serão simplesmente traduzidos e repassados para aplicação em sala de aula não representam uma alternativa ideal.

Um dos possíveis obstáculos à implantação de qualquer programa que privilegie discussões CTS no Ensino Médio será a formação dos professores, formação esta que em sua maioria é disciplinar. Além do mais, os professores costumam mostrar-se resistentes a novas metodologias simplesmente impostas, mesmo que lhes seja evidente a necessidade de alguma mudança. Esta adaptação não poderia de maneira nenhuma restringir-se à adequação de fatos descontextualizados da nossa realidade, mas exigiria uma redefinição dos temas sociais para que fizessem jus ao contexto nacional, ou uma reelaboração dos temas já disponíveis, de modo que se adaptassem a nossa realidade. Este processo exigiria a revisão de conteúdos, procedimentos metodológicos e recursos didáticos envolvidos. Ou seja, reforçando a idéia de que não se trata simplesmente de adotar projetos que deram certo em outros países, mas utilizá-los como referência para adaptá-los, reelaborá-los e aproveitar o que for adequado à realidade brasileira.

Mas, independente do tipo de material ou intervenção planejada, a implementação e aplicação é responsabilidade dos professores. E este aspecto normalmente representa um obstáculo a qualquer proposta educacional, pois os professores, em geral não se sentem

preparados para tal tarefa. Normalmente os projetos vêm prontos e devem ser simplesmente aplicados, sem muito espaço para debates e discussões que facilitem este trabalho.

Assim, parece importante que além do desenvolvimento de materiais, o contato com professores, e o debate entre eles sobre questões e temas envolvidos, formas de utilizá-los e tratá-los, troca de experiências, assim como cursos e treinamentos serão importantes para o sucesso de um projeto mais abrangente.

“Os professores sabem que a existência de um clima de aula atitudinalmente positivo é essencial para favorecer uma melhor aprendizagem e interesse pelo ensino de ciências. Os próprios professores de ciências são os primeiros a perceber a existência deste problema didático. É freqüente ouvir que os alunos chegam desmotivados e sem interesse às aulas de ciências. No entanto, é difícil encontrar em nossos programas referências diretas ou indiretas a objetivos ou atividades de tipo atitudinal que ajudem a atenuar este problema. Ou seja, o professor reconhece a importância vital da motivação e das atitudes como motores que impulsionam a aprendizagem das ciências mas, uma vez em sala, se ‘esquecem’ delas” (VILCHES; FURIÓ, 2002:2).

Então os professores devem se convencer de que esta nova atitude frente aos conteúdos é uma das possíveis formas de resgatar o interesse dos estudantes ao ensino de ciências. Pois a utilização de CTS no Ensino Médio não se reduz somente a mudanças organizativas e de conteúdo curricular, alcança também a metodologia educativa. Parte-se do princípio de que o objetivo geral do professor é a promoção de uma atitude criativa e crítica ao invés de conceber o ensino como um processo de transmissão de informação através de macetes e memorização.

Para que se atinja este tipo de formação será necessária uma nova postura frente aos conteúdos a serem estudados. Afinal, a pretensão do ensino CTS é buscar e incentivar a participação dos estudantes e minimizar a participação do professor.

O momento para esta proposta se mostra propício devido à abertura concedida pela nova LDB e os PCN's. a primeira estabelece a possibilidade da inclusão de disciplinas diversificadas de acordo com a região. A segunda estabelece como objetivo do Ensino Médio a formação de cidadãos.

Esta pesquisa não visa a inserção da disciplina CTS no Ensino Médio pelo tempo que isto demanda e até mesmo pelos objetivos que buscamos com a utilização destas questões neste nível de ensino. Porém, esta possibilidade não é necessariamente descartada para o futuro, uma vez que a própria legislação abre esta possibilidade.

É possível que iniciemos a inserção imediata de discussões CTS no Ensino Médio através dos enxertos anteriormente definidos. Mesmo porque, acredito que a adaptação seja mais

fácil, tanto para o professor quanto para o aluno. Penso que o professor não se sentirá tão ameaçado, além de não se mostrar tão resistente, se esta introdução se der de forma gradativa.

4.3. Uma sugestão para o ensino de química

A Química é comumente vista como uma grande vilã. Segundo DYSON (1998) na época da Primeira Guerra Mundial, o público culpava os cientistas em geral, e os químicos em particular, pela invenção de explosivos e de gases venenosos que mataram ou deixaram cicatrizes em toda uma geração de jovens ingleses.

O que diria este mesmo público em relação a Segunda Guerra Mundial, e a Guerra do Vietnã? E atualmente dos conflitos no Oriente Médio?

A responsabilidade pelos efeitos de poluentes no solo, na água e no ar recaem exclusivamente sobre a Química. O poder de destruição cada vez maior dos países desenvolvidos também recai sobre a Química. Esta é a visão que os alunos têm sobre esta disciplina, a sua presença no dia-a-dia em alimentos, roupas, medicamentos e tantos outros aspectos não é lembrada. O ensino praticado atualmente não contribui para a mudança desta visão pessimista da disciplina, já que concentra esforços na memorização de fórmulas de ácidos, propriedades periódicas ou configurações eletrônicas.

Os PCNEM esperam mudar estas concepções propondo o direcionamento do ensino de Química para assuntos mais significativos e relevantes como ferramentas para a interpretação e utilização do mundo físico.

“O aprendizado de Química pelos alunos de Ensino Médio implica que eles compreendam as transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada e assim possam julgar com fundamentos as informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola e tomar decisões autonomamente, enquanto indivíduos e cidadãos. Esse aprendizado deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas.” (BRASIL, 1999, p.240)

A educação em química no Ensino Médio permite a abordagem de diversos assuntos bastante frequentes na mídia, e que acabam por despertar o interesse dos estudantes. É interessante então aproveitar esta curiosidade para introduzir conceitos científicos que justifiquem, expliquem e facilitem a compreensão destas questões.

Para tal propomos a utilização de enxertos CTS. Assim, pode-se utilizar estas situações apresentadas na mídia (televisão, jornais, revistas, entre outros) para contextualizar os assuntos de sala de aula, criando um ambiente para debates, já que neste caso os estudantes estarão dispostos a satisfazer sua curiosidade.

Segundo OSÓRIO M. (2002) para implementar os enxertos, os estudos de caso, sejam estes reais ou simulados, são uma ferramenta importante para problemas relacionados com aspectos que levam os estudantes a serem mais conscientes das implicações da ciência e da tecnologia. Acredito que tais estudos de caso deveriam estar relacionados com situações que envolvam um conhecimento local dos problemas.

Uma verdadeira educação CTS não seria completa se não afrontasse além dos aspectos mais acadêmicos ou teóricos relacionados com a interação entre ciência, tecnologia e sociedade, as vertentes mais práticas destas interações promovendo a aprendizagem social efetiva da participação pública nos temas de ciência e tecnologia.

Para GORDILLO *et al.* (2001), a delimitação educativa de casos CTS concretos resulta singularmente relevante. Na seleção dos casos CTS suscetíveis de um tratamento educativo e a organização das estratégias metodológicas para seu desenvolvimento na aula podem distinguir-se, ao menos, em três enfoques ou direcionamentos diferenciados: os casos históricos, os casos atuais e os casos simulados.

Casos CTS históricos: trata de estudar controvérsias históricas sobre temas CTS em algum contexto. É indubitável que este tipo de caso tenha a vantagem de referir-se a controvérsias fechadas pela história e, portanto, bem definidas. Dependendo do contexto eleito, podem ter certa relevância educativa, e precisamente por serem casos já encerrados sobre os quais se fará estudos prévios, resultarão de fácil manejo didático em sala de aula, sendo acessível a informação. Entre os inconvenientes destacaria o fato de tratar-se de assuntos escassamente motivadores já que abordariam polêmicas que não são de nossa época, mas de outras já desaparecidas.

Casos CTS atuais: os meios de comunicação nos oferecem a cada dia exemplos de possíveis temas CTS de algum interesse educativo. No entanto, os casos em tempo real, ao abordar polêmicas abertas e que estão em constante redefinição, resultam muito difíceis de manejar em aula, não por escassez de informação, mas por excesso. Nestes tipos de casos o grande interesse e a palpante atualidade dos assuntos pode acabar inundando o trabalho em aula impedindo uma adequada perspectiva sobre o tema. Isso se, esse tipo de tema resultam altamente motivadores para os alunos por levar para aula os assuntos que também preocupam fora dela.

Casos CTS simulados: trata de casos que tentam combinar as vantagens dos dois casos anteriores evitando seus inconvenientes. Seriam controvérsias fictícias sobre decisões

tecnocientíficas perfeitamente verossímeis, ainda que não reais. Nestes, as polêmicas estariam abertas (como nos casos reais), mas bem definidos (como nos históricos) já que a realidade não inunda a situação senão de forma controlada. Os casos simulados não perderiam nada da relevância própria dos reais já que, mesmo que a controvérsia seja fictícia, tanto o tema como as informações que se utilizam são reais. Trata-se portanto de casos muito apropriados para o manejo na aula e altamente motivadores, já que inclusive permitem um certo jogo criativo ao relacionar ludicamente os planos da realidade e da ficção.

Os casos simulados têm as vantagens das duas outras alternativas prescindido de seus inconvenientes. Como os casos históricos são fáceis de manejar em aula. Como os casos em tempo real, abordam questões relevantes e sobre temas em que há o interesse social claro; porém resultam pedagogicamente mais manejáveis, ao fixar-se com clareza a natureza da controvérsia e o papel dos atores participantes. De fato, tematicamente os casos simulados CTS não são diferentes dos que aparecem nos periódicos, o que se simula são só as condições concretas nas quais se desenvolve a controvérsia a fim de tornar viável seu tratamento na sala de aula. A estratégia pedagógica dos casos simulados guarda com a realidade das controvérsias CTS uma relação muito similar com a que se dá entre a investigação com variáveis controladas e a própria realidade na qual estas variáveis resultam incontroláveis. A investigação no laboratório não deve perder sua validade por simplificar e tornar manejáveis as situações sobre as que se investiga. Do mesmo modo, as simulações em aula seguem sendo relevantes para a aprendizagem da participação democrática nas controvérsias reais ainda que não suponha a imersão direta nelas. Uma vantagem adicional é que, ao não tratar de casos reais, deixam-se de lado prejuízos dominantes neles; deste modo, é mais possível que os alunos cheguem a ser conscientes da diversidade de argumentos e a flexibilidade interpretativa presente no assunto debatido.

Importa menos a decisão final que se adota no caso simulado que o nível de debate público e o contraste racional de informações, argumentos e valores que acabam sendo desenvolvidos ao longo do processo. Ao final, a educação CTS pretende distanciar-se do mero doutrinamento (seja tecnóforo ou tecnófilo) e aposta pela racionalidade dialógica como o melhor instrumento para a elucidação e tomada de decisão sobre questões que, como as que se baseiam em CTS, tem um caráter essencialmente aberto e problemático.

O professor, como desempenha muito mais o papel de orientador, deve tomar cuidado, pois se por um lado a participação individual é importante para a discussão, por outro lado um dos objetivos do enfoque CTS é justamente o trabalho em grupo, a discussão com os colegas para a busca de um consenso. Além disso, no grupo, o aluno tem a oportunidade de confrontar suas opiniões com as de outros estudantes que podem, por vezes, ser contraditórias. Há que se considerar, também, que o aluno não se sente constrangido em expor suas idéias aos

colegas do grupo, algo que poderia ocorrer em uma discussão com a classe inteira. Nesta atividade, desenvolvem-se habilidades como a de negociar, ouvir, argumentar, aceitar ou não, respeitar e procurar justificar. Habilidades que hoje são muito valorizadas no mercado de trabalho.

O quadro 4, a seguir, apresenta uma comparação entre as abordagens tradicional e CTS em relação a uma unidade de estudo dentro da química, os metais.

Quadro 4 – Ensino de ciência tradicional e o ensino CTS (Exemplo para estudo dos metais)

Uma abordagem tradicional da ciência em relação à unidade metais	Uma abordagem CTS em relação à unidade metais
1. Classificação e propriedades dos metais e não-metais	1. Diversidade e funções de materiais metálicos de uso diário (incluindo problemas de desperdício e de desuso).
2. Desenvolvimento dos conceitos de maleabilidade, dureza, densidade, ductibilidade, etc.	2. Produção de materiais referentes às propriedades e aplicações dos metais.
3. Estudo das propriedades físicas e químicas e das aplicações de metais selecionados, e.g. chumbo, ferro, cobre	3. Visão histórica da descoberta dos metais e ligas metálicas, bem como dos efeitos sobre a tecnologia e a sociedade.
4. Estrutura atômica e cristalina, propriedade e uso.	4. Pesquisa sobre metais, ligas e processos, os quais têm estimulado o desenvolvimento de novas tecnologias.
5. Principais conquistas que ocorreram nas pesquisas com metais, especialmente no campo de ligas metálicas, e novos meios que estão sendo pesquisados atualmente para extração de metal	5. Interpretações atuais sobre metais e ligas metálicas e a busca de novos conhecimentos.

Extraído de McKavanagh e Maher, 1982, p. 71; tradução Santos e Schnetzler, 2000:63.

A abordagem CTS visa a construção de conceitos e não a pura e simples definição de propriedades e características. MORTIMER E MACHADO (2003) acreditam que na maioria dos currículos tradicionais, os conceitos são confundidos com definições, que o aluno passa a usar de maneira mecânica em problemas de tipos bem determinados.

No caso da densidade, por exemplo, o conceito é introduzido apresentado-se, em uma única linha (na maioria dos livros didáticos), a fórmula da densidade, como $d = m/V$. Em seguida são resolvidos exercícios em que se aplicam esta fórmula. Trabalhando desta forma, quando é solicitado ao aluno que explique o funcionamento dos densímetros utilizados em postos de gasolina para determinar se o álcool vendido como combustível está dentro das especificações, descobrimos que, em geral, ele não é capaz de reconhecer que esse problema pode ser resolvido utilizando, para isso, o “conceito” de densidade. Na verdade este aluno não

aprendeu o conceito, mas apenas sua definição, já que o conceito implica a relação com objetos e outros conceitos.

4.3.1 Enxertos CTS na Aula de Química

O momento e a forma como os enxertos serão incluídos no currículo dependem exclusivamente do professor e da sua turma, mas para OSÓRIO (2002), os enxertos CTS não precisam fazer do currículo um assunto difícil e complexo para poder ser implantado. Se inserem sub-repticiamente sob modalidades tão acessíveis como podem ser pequenos debates, por exemplo, sobre a contaminação atmosférica que obriga uma grande cidade como São Paulo a instituir o rodízio de carros, ou a análise em sala sobre os efeitos e responsabilidades dos desmoronamentos e alagamentos provocados por depósitos de lixo e esgotos de uma cidade ou ainda, o desemprego causado pelo fechamento de uma fábrica por não conseguir competir no mercado com produtos importados devido à globalização dos últimos anos. Estes enxertos podem ser feitos por qualquer professor do Ensino Médio sempre que queira, sem que para isto seja necessária uma mudança muito drástica na estrutura das aulas ou a perda de conteúdo.

Na disciplina de Química, os temas que favorecem os enxertos CTS são inúmeros, normalmente os próprios alunos tendem a direcionar seus questionamentos neste sentido. Em dados obtidos através de várias pesquisas, sintetizadas por SANTOS E SCHNETZLER (2001), são apresentados oito áreas que são abordadas com maior frequência nos cursos CTS. São eles: saúde; alimentação e agricultura; recursos energéticos; terra, água e recursos minerais; indústria e tecnologia; ambiente; transferência de informação e tecnologia; ética e responsabilidade social. E os principais temas sociais enfatizados por alunos, professores e profissionais liberais (engenheiros, cientistas...) são: qualidade do ar e atmosfera; fome mundial e fontes de alimentos; guerra tecnológica; crescimento populacional; recursos hídricos; conservação de energia; substâncias perigosas; saúde humana e doenças; uso da terra; reatores nucleares; animais e plantas em extinção; recursos minerais.

Neste caso específico, o tema escolhido para estruturar o exemplo da aplicação de CTS, na disciplina de Química é a Radioatividade. Este conteúdo do currículo da Terceira Série do Ensino Médio abrange vários dos temas citados acima, porém no ensino tradicional de ciências muito pouco se apresenta sobre eles. Os principais temas que poderiam ser envolvidos neste conteúdo são: alimentação (irradiação de alimentos), guerra (armas nucleares e contaminação), conservação de energia (reatores nucleares como fontes alternativas) e saúde (radioisótopos e contaminação). Outros temas, além dos citados podem ainda ser incluídos, mas acredito que os de maior relevância estão citados.

O motivo da escolha deste tema é justamente o destaque que tem tido na mídia ultimamente o risco (real ou não) de um ataque nuclear por parte de Israel ou dos E.U.A., e a iminência de uma guerra de proporções inimagináveis. Esta situação se estabeleceu após o incidente ocorrido nos E.U.A. em 11 de setembro de 2001, quando um avião atingiu dois prédios neste país e o atentado foi assumido por um terrorista iraquiano. A curiosidade dos alunos referente a estas questões é o combustível que direcionará o desenvolvimento do conteúdo.

Acredito que para facilitar o aprendizado do tema proposto (assim como de qualquer tema) é importante que se saiba, antes de mais nada, qual o conhecimento que os estudantes têm sobre ele. Neste caso, a contribuição que o construtivismo vem dar é muito importante, as concepções que os estudantes trazem para as aulas de ciências, normalmente, são muito diferentes daquelas “cientificamente autorizadas” e isto interfere na aprendizagem dos conceitos científicos. Muitas vezes, esse fato é evidenciado nas dificuldades que o aluno tem para internalizar os modelos explicativos das ciências e aplicá-lo corretamente. Posto isso, fazer com que os estudantes exponham suas idéias e concepções e depois confrontá-las com a forma de pensar das ciências pode contribuir com o aprendizado.

Com este objetivo, sugiro que se inicie a aula questionando os alunos sobre o assunto. Esta primeira etapa é importante, segundo o Grupo de Pesquisa em Educação Química (GEPEQ) no sentido de criar uma ponte entre o que o aluno já sabe e aquilo que precisa conhecer, relacionando-os e, assim, facilitando a aprendizagem significativa, além de exprimir a relevância da idéia já existente para o novo conceito aprendido. Esta atitude inicial é o que o GEPEQ chama de *organizadores*. Outras possibilidades de *organizadores* seriam os textos complementares, figuras, experimentos, ou até mesmo uma frase.

Parece óbvio que nem todos os alunos manifestarão sua opinião, mas a participação de um debate como este, mesmo no papel de espectador, fará com que seus conhecimentos sejam confrontados. Deve-se, contudo, tomar cuidado para não inibir os alunos fazendo perguntas muito difíceis (que envolvam um conhecimento muito apurado) o que poderia tornar o diálogo um desastre completo. Na verdade este levantamento prévio acaba se tornando uma conversa amigável, onde ocorre uma troca de idéias muito interessante, além de gerar questões importantes para serem debatidas em outras ocasiões. A utilização de textos de abertura ou experimentos, que expressem a idéia geral do tema também mostra-se bastante produtiva, desde que acompanhados de questões para reflexão e discussão posterior. Porém, imagino que é muito mais interessante iniciar um tema por uma lista de questões, que levem os estudantes a pesquisar. Assim as respostas diversas e, às vezes divergentes, também serão motivo de confronto de idéias e exigirá um posicionamento dos estudantes.

Fornecer um texto pronto logo no início das atividades, para que se efetue uma leitura e posterior interpretação é algo com que os alunos estão bastante acostumados. Os estudantes precisarão de um “motivo” para se interessarem realmente pela leitura, caso contrário será só mais um texto jogado no lixo ao final da aula

Com este trabalho inicial, além de determinar quais os conceitos prévios que os alunos possuem, aproveita-se para estimular sua curiosidade em relação ao tema, o máximo possível para que eles sintam necessidade de pesquisar para saciar sua curiosidade. Segundo MORIN, manter a curiosidade é importante para o desenvolvimento de um ensino crítico e consciente. Normalmente, durante esta conversa inicial os alunos acabam fazendo mais perguntas que o professor, desde que o tema tenha despertado seu interesse. E estas novas perguntas levarão ao desenvolvimento do conteúdo de cunho científico, pois em geral as dúvidas dos alunos levam nesta direção.

É interessante que, ao final do trabalho, seja apresentada uma síntese que tem a função de reintegrar os conceitos específicos à idéia geral, destacando a importância dos novos conhecimentos adquiridos para a compreensão de problemas sociais.

Como exemplo, seguem algumas sugestões de perguntas que com frequência utilizo para iniciar o diálogo com os alunos referente ao tema radioatividade. Com base em minha experiência posso antecipar que há total participação dos alunos, logo o professor precisa estar preparado para as mais diversas questões.

Não acredito na necessidade de se responder todas as questões no momento em que são feitas, mesmo porque algumas delas exigirão algum conhecimento mais aprofundado sobre o tema, o importante é que nenhuma delas fique sem resposta. Sugiro para isso que um aluno tome nota das perguntas que ficaram pendentes para que possam ser respondidas a medida em que o conteúdo é desenvolvido permitindo maior compreensão, tanto do tema quanto do conhecimento científico.

1. Qual o significado deste símbolo?



2. O que se entende por radioatividade?
3. Qual (quais) as imagens que tem sobre o tema?
4. Onde se aplica a radioatividade?
5. O que é energia nuclear?
6. Quais as aplicações da energia nuclear?
7. Você já viu este símbolo em algum lugar? O que significa?



8. Qual a posição brasileira em relação a radioatividade e energia nuclear?
9. Qual a relação entre a radioatividade e a saúde humana?

Para complementar, ou aumentar ainda mais a discussão do tema proposto pode-se apresentar um ou mais artigos, dependendo do engajamento da turma, que discutam a questão em nível mundial e nacional. Como sugestões importantes, as reportagens de periódicos de circulação nacional, livros texto e *sites* da internet (Anexos) que podem ser muito úteis. A televisão também é uma importante fonte de informação a qual praticamente todos os estudantes têm acesso. Fazer uso da televisão é uma ótima forma de buscar temas de discussão em sala de aula, mesmo porque pesquisas (SOLOMON, 1992) apontam que este meio de comunicação é uma das principais fontes de informação da população em geral. Além de destacar que tanto jovens quanto adultos sentem necessidade de discutir os programas de televisão para alcançar maior entendimento.

O mais importante é que sempre haja uma reflexão sobre o material fornecido, qualquer que seja.

O tema radioatividade normalmente gera um debate inicial bastante interessante e conta com a participação da maioria dos alunos que querem saber tudo sobre a bomba atômica, os raios-X; mas que, em geral, não sabem que o Brasil já foi palco de um acidente envolvendo o elemento radioativo Césio-137; nem que a aplicação da radioatividade vai muito além de armas e produção de energia. Sua aplicação na indústria, na medicina e na agricultura é praticamente desconhecida.

O mais importante é que os alunos busquem o máximo de informações que puderem. Pode-se dividir a sala em equipes que pesquisarão, em paralelo, temas relacionados ao assunto como por exemplo o Projeto Manhattan, o acidente de Chernobyl, o acidente de Goiânia, entre outros que se achar conveniente. Estes trabalhos levarão ao assunto seguinte que estuda a cinética radioativa, o que justifica por que regiões da antiga URSS ainda são inabitáveis, ou por que a água, o leite, as frutas de regiões próximas aos acidentes não podem ser consumidas por um longo período de tempo.

O efeito das radiações sobre o corpo humano é outro aspecto que desperta o interesse dos estudantes, uma vez que sua referência são os filmes de cinema que, em geral, não tem a finalidade de esclarecer, mas somente entreter.

No momento seguinte discute-se os benefícios que a energia nuclear e a radioatividade trouxeram para a sociedade na medicina, na agricultura, na geração de energia. E uma possível previsão para o futuro. É importante destacar em que situação está o Brasil frente à Radioatividade (energia nuclear, reatores, bombas, enfim temas relacionados)

Para finalizar penso ser interessante a projeção de um filme que elucide mais o tema. Particularmente sugiro algum que se refira a Goiânia, como por exemplo o filme Césio-137 que apresenta de forma aproximada o que a ignorância, a falta de informação, pode fazer com uma população inteira. No Anexo 8 há a indicação de outros filmes que podem contribuir.

5. Para não Concluir

Particularmente entendo a importância do estudo das relações CTS como uma forma de fazer com que os cidadãos percebam qual a sua importância na participação social. É muito difícil viver em uma sociedade que deixa nas mãos do governo todas as decisões referentes ao desenvolvimento científico, tecnológico, político, econômico, social, etc.; ou que confia que estas decisões devam ser tomadas somente por eles. Imaginar que todos os problemas contemporâneos serão solucionados pela evolução da ciência e da tecnologia e acreditar que os governantes estão sempre pensando no bem-estar social é uma utopia. E, mais que isso, algumas vezes falta de responsabilidade nossa como cidadãos.

É perigoso que as pessoas ignorem o que significa a contaminação atmosférica, o aquecimento global, a extinção de espécies, os problemas associados ao uso de diferentes fontes de energia, a segurança, as comunicações, a busca pela cura de enfermidades diversas, as condições de vida das classes menos favorecidas, enfim, tudo o que se relaciona a humanidade. Assim como é inadmissível que a comunidade não tome parte de decisões que venham a afetar diretamente sua rotina.

A população deve assumir sua parcela de responsabilidade e agir no sentido de contribuir, participando de decisões e na busca por soluções. É assim que imagino ser fundamental o entendimento das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, como uma forma de conscientizar os cidadãos de que estas interações dizem respeito a todos, uma vez que a sociedade tanto influencia o desenvolvimento da ciência e da tecnologia como é influenciada por este desenvolvimento. A escola é um ambiente favorável ao desenvolvimento deste tipo de reflexões já que forma os cidadãos que integrarão esta sociedade. É importante que além de aprenderem ciência, os alunos também a entendam e sejam capazes de avaliá-la de maneira crítica.

Mas, como este é um campo relativamente novo no ensino de muitos países, não existem muitos estudos que indiquem até que ponto a inserção de CTS no Ensino Médio pode contribuir no sentido de tornar o ensino mais dinâmico e interessante. Ainda não se sabe muito se esta forma de abordagem consegue despertar os estudantes para a importância do ensino em geral e do ensino de ciências especificamente. Sabe-se apenas que os poucos estudos já realizados para avaliar até que ponto esta inserção no ensino pode ser útil, mostram-se bastante animadores.

PENICK E YAGER (In VILCHES E FURIÓ) afirmam que em análise de cursos de ciências considerados excelentes realizados por estudantes norte-americanos, destacaram que as relações ciência, tecnologia e sociedade, constituíam uma parte central dos cursos mais valorizados. Comprovaram, inclusive, que cursos com estas características além de favorecer o interesse, melhoram os resultados dos exames oficiais (no nosso caso, as provas do Vestibular). Caberá a nós, educadores pesquisadores, envolvidos na criação e desenvolvimento de novas metodologias, posturas, materiais, entre outros, determinarmos esta validade.

Como professora do Ensino Médio, acredito que a utilização de questões CTS neste nível de ensino seja uma forma de despertar o interesse dos estudantes, uma vez que os assuntos que serão discutidos dizem respeito à sua vida. Me parece que uma das maiores dificuldades na implantação de CTS no Ensino Médio brasileiro possa ser a resistência por parte de alguns professores. Por este motivo proponho que esta inserção seja feita de maneira sutil, a partir de enxertos discretos que com o tempo, e a percepção de sua validade, possam ser ampliados e ganhar maior destaque, podendo, inclusive, virar projetos que envolvam a escola e a sociedade na busca pela solução de seus problemas. Não adianta que se imponha uma estratégia de ensino, por melhor que esta possa ser, a obrigatoriedade torna-se uma barreira. Conforme já foi mencionado, os professores sentem e sabem que a postura influencia muito na dinâmica da aula, mas tem sentem dificuldade ou até mesmo “medo” de mudar.

Outros fatores que podem originar certa resistência em relação à adoção da prática educativa CTS no Ensino Médio, segundo Iglesia, são:

- A formação disciplinar dos professores, que se choca com o enfoque interdisciplinar da perspectiva CTS;
- Conceitos prévios de estudantes e professores sobre ciência, cientistas e tecnologia;
- A falta de resultados claramente práticos sobre a utilização de CTS no ensino;
- A influência negativa da ausência do enfoque CTS nos exames externos habituais em muitos sistemas educativos;
- Um certo temor dos professores de ciências em perder sua identidade, que vem definida pelo seu papel de iniciadores dos estudantes à ciência;
- Sua falta de identidade devido a sua natureza multidisciplinar;
- O favorecimento ao ensino do componente social e tecnológico em detrimento do ensino de ciências.

Outra grande preocupação é o comprometimento de resultados acadêmicos posteriores pela redução do número de conceitos científicos assimilados, ao dedicar menos tempo a estas tarefas.

O que nós, professores, temos que ter em mente é que o objetivo do Ensino Médio não é formar cientistas, mas despertar nos jovens o interesse e o gosto pela ciência, para que daí sim, ele opte pela carreira científica. Penso que o ensino de ciências que se faz hoje, em muitas escolas, ao contrário de formar cientistas, gera indiferença, quando não repúdio dos estudantes, que acabam por buscar carreiras na área das ciências humanas e letras. Não que esta opção não seja desejável, mas o ensino de ciências atual faz com que alunos optem por estas áreas para “escapar” das disciplinas das ciências da natureza (especialmente química e física).

Porém, para que se possa discutir com maior profundidade outras formas de inserção de CTS no Ensino Médio brasileiro, ou mesmo a criação da disciplina CTS, existem algumas questões que devem ser pesquisadas. Por exemplo, qual as concepções que os professores têm sobre Ciência, Tecnologia e suas relações? O que significam para os professores as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade? Como podemos preparar os professores para lidar com estas relações em sala de aula, sem que haja um ensino tendencioso? Qual a visão que professores e alunos têm sobre ciência e cientistas? O que professores e alunos pensam do Ensino Médio atual e o que sugerem para suas mudanças?

Com algumas destas respostas em mãos ficará certamente mais fácil discutir formas alternativas de inserir CTS no Ensino Médio. Com base em minha experiência me arrisco a dizer que os enxertos são úteis ao ensino no sentido de despertar o interesse e a participação dos estudantes nas aulas de ciências. Ao longo deste último ano tenho inserido de maneira bastante sutil algumas destas questões na disciplina de Química e percebi que a resposta dos estudantes foi bastante encorajadora em todas as turmas.

Foi possível perceber que a postura do estudante mudou, é como se tivesse mudado a disciplina, ou seja, não era mais a disciplina de Química, mas uma outra que de alguma forma ajudava a encontrar respostas para algumas questões da sua vida. Quando o tema trata do dia-a-dia do aluno, ele, de certa forma, se sente obrigado a participar, tenho a impressão de que suas inquietações o impedem de se calar ou de ficar calado.

Além disso, aluno se sente valorizado, podendo expressar sua opinião e suas concepções, sem que esteja sendo avaliado por isso. Sente-se mais seguro ao poder expor seu ponto de vista e confrontá-lo mais tarde. Mas, saber se esta abordagem é suficiente para atingir a todos os objetivos do ensino brasileiro requer muito mais pesquisas.

Além disso, para que a implementação do enfoque CTS torne-se efetiva na educação brasileira serão necessários estudos sobre projetos curriculares, determinação de conteúdos,

elaboração de estratégias de ensino e procedimentos de avaliação. Também é necessária a formação contínua dos professores, que envolve o desenvolvimento de conteúdos específicos relacionados às questões das interações entre ciência, tecnologia e sociedade, e metodologias tanto para o desenvolvimento do conteúdo quanto para avaliação. Outra característica desta formação contínua será desenvolver no professor uma atitude de investigação das concepções de seus alunos para que a metodologia de trabalho possa ser adaptada às características de cada turma. Ou seja, o professor deve ser também pesquisador, no sentido de determinar qual a melhor maneira de inserir as questões CTS em cada turma, uma vez que as reações de cada classe serão distintas, exigindo do professor adaptações e até a utilização de novas estratégias.

Pode-se citar como algumas estratégias que são inerentes do enfoque CTS no ensino, por exemplo, o trabalho em grupo, a aprendizagem cooperativa, as discussões centradas nos estudantes, as simulações, o debate e controvérsias. Ou seja, estratégias que envolvam os estudantes, que os façam participar, como as propostas desta dissertação

Talvez assim possamos contribuir para formar cidadãos que serão responsáveis pelas decisões que construirão o futuro.

Outro aspecto que me ocorreu, e que é importante para a sustentação desta forma de ensinar Ciência é a sua divisão ao longo da vida escolar do estudante. Já foi mencionado em capítulo anterior que o primeiro contato formal do aluno com as disciplinas de Química e Física ocorre na oitava (8^a) série do Ensino Fundamental, quando poderia acompanhá-lo ao longo de toda a sua jornada escolar.

Por que não inserir, já nas primeiras séries do Ensino Fundamental pequenos projetos que envolvam estas disciplinas? É nesta fase que as crianças estão ainda muito curiosas em relação a tudo que os cerca, e esta é uma oportunidade de incentivá-los a buscar, com a ajuda do professor as respostas a estas suas curiosidades. É neste momento que o aluno tenta explicar e entender seu mundo e sua vida, se estas explicações não vierem da escola, possivelmente virão do senso comum.

Assim para não concluir, faço minhas as palavras de SANTOS E SCHNETZLER,

“Enquanto nos limitarmos a uma educação científica pura e neutra, desvinculada dos aspectos sociais, a nossa contribuição será muito pouca para reverter o atual quadro da sociedade moderna. Essa educação alienante e defeituosa tem até mesmo reforçado o sistema de dominação humana.” (2001:130)

Ou seja, está em nossas mãos, ou melhor em nossas salas de aula a possibilidade de fazermos alguma diferença na formação de nossas crianças e jovens. Nós educadores podemos e devemos questionar o modelo educacional existente. Só assim encontraremos novas

possibilidades para trabalhar em sala de aula, novas posturas frente aos conteúdos e aos alunos, inúmeras possibilidades que contribuam com o ensino no sentido de formar cidadãos críticos, curiosos, questionadores, e quem sabe pessoas melhores em uma sociedade com menos desigualdade, mais justa e ciente das suas responsabilidades para com todos os seus cidadãos.

Este é, segundo minha perspectiva, o fim maior da educação, seja ela escolar ou familiar. Utopia ou não, acredito que vale lutar para chegar lá, de qualquer forma talvez possamos chegar um pouco mais perto deste objetivo.

6. Referências Bibliográficas

- AIKENHEAD, G. S. High-school graduates' beliefs about science-technology-society. The characteristics and limitations of scientific knowledge. Science Education. v. 71, n. 2, p. 459-487, 1987.
- _____. An analysis of four ways of assessing student beliefs about STS topics. Journal of Research in Science Teaching. V. 25, n. 8, p. 607-629, 1988.
- AIKENHEAD, Glen S.; RYAN, Alan G. The development of a new instrument: "views of science-technology-society" (VOSTS). Science Education. v. 76, n.5, p. 477-491, 1992.
- ALONSO, Ángel Vásquez. Innovando la enseñanza de las ciencias: el movimiento ciencia-tecnología-sociedad. Revista CDL. N. 8
- ARANHA, Maria Lucia de Arruda. História da Educação. São Paulo: Moderna, 1996.
- AULER, Décio. Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de ciências. Florianópolis, 2002. Tese de Doutorado, universidade Federal de Santa Catarina.
- AULER, Décio; BAZZO, Walter Antonio. Reflexões para implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. Ciência e Educação. São Paulo: Escrituras. V. 7, n. 1, p. 1-13. 2001.
- BARROS, Fernando Valeika de. O núcleo do futuro. Revista Super Interessante. Jan. 1997. p. 32-37.
- BAZZO, Walter Antonio. Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica. Florianópolis: Editora da UFSC, 1998.
- BAZZO, Walter Antonio, PEREIRA, L. T. V. e von LINSINGEN, I. Educação tecnológica: enfoque para o ensino de engenharia. Florianópolis: Editora da UFSC, 2000.
- BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei nº 9.394, de 20/12/1996
- BRASIL. Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio. Resolução CEB nº 03 de 26 de junho de 1998.
- BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília: Ministério da Educação, 1999.
- BORREGUERO, P.; RIVAS, F. Una aproximación empírica a través de las relaciones ciencia-tecnología-sociedad (CTS) en estudiantes de secundaria y universitarios valencianos. Enseñanza de las Ciencias. v. 13, n. 3, p. 363-370. 1995
- BUARQUE, Cristovam. A revolução das prioridades: da modernidade técnica à modernidade ética. São Paulo: Paz e Terra, 1994.
- BURDICK, Alan. Face a face com a bomba. Revista Super Interessante. Set. 1993. p. 68-69.
- BURGIERMAN, Denis Russo. Alerta Vermelho. Revista Super Interessante. Nov. 1999. p. 44-45.
- CAAMAÑO, Aureli. La educación CTS: una necesidad en el diseño del nuevo curriculum de Ciencias. Alambique. Año 2, n. 3, p. 4-6. Jan. 1995.

- CASALDERREY, M. L. Actividades de integración ciencia-tecnología (INCITEC) en las clases de física y química de la enseñanza secundaria. Enseñanza de las Ciencias. Número extra, III Congreso, tomo 2. p. 172-4. 1989
- CASALDERREY GARCIA, M. L. La integración ciencia-tecnología en el desarrollo del programa de física y química de segundo curso de bachillerato. Enseñanza de las Ciencias. Número extra, p.169-170. 1987
- Centro de Ciências Sociais, Departamento de Biblioteconomia. Métodos e técnicas de estudo e pesquisa bibliográfica. São Luiz: Corsup/Edufma. P. 30-39. 1990.
- CHASSOT, Attico. Para que(m) é útil nosso ensino de química. Espaços da Escola. Ijuí, v. 2, n. 5. P. 43-51, jul./set. 1992.
- _____. et al. Química do cotidiano: pressupostos teóricos para elaboração de material didático alternativo. Espaços da Escola. Ijuí, v. 3, n. 10, p. 47-53, out./dez. 1993.
- _____. Alfabetização científica: questões e desafios para a educação. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2000
- CHAVES, Eduardo O. C. O paradoxo da transformação da sociedade pela educação: a propósito do trabalho de Leonardo Waks. Endereço eletrônico: <http://www.chaves.com.br/TEXTSELF/EDTECH/waks.htm>
- COLOMBO, Ciliana R.; BAZZO, Walter A. Educação tecnológica contextualizada, ferramenta essencial para o desenvolvimento social brasileiro. <http://www.campus-oei.htm>
- COMO funcionam os abrigos antinucleares? Revista Super Interessante. Set. 2001.
- DÍAZ, J. A. Acevedo. La tecnología en las relaciones CTS. Una aproximación al tema. Enseñanza de las Ciencias. v. 14, n. 1, p. 35-44, 1996.
- _____. Cambiando la práctica docente em la enseñanza de las ciencias através de CTS. Endereço eletrônico: <http://www.campus-oei/salctsi/acevedo2.htm>. 2002a.
- _____. La formación del profesorado de enseñanza secundarias para la educación CTS: una cuestión problemática. Endereço eletrônico: <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo9.htm>. 2002b.
- DYSON, Freeman. Mundos Imaginados – Conferências Jerusalém – Harvard. Trad. Claudio Weber Abramo. São Paulo: Companhia da Letras, 1998.
- DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Construindo conhecimento científico na sala de aula. Química Nova na Escola. São Paulo: SBQ. Trad. Eduardo Mortimer. N. 9, 1999
- ESTEVES, Bernardo. Lixo no paraíso. Revista Super Interessante. Jun. 2000. p.50-54.
- Experiências e Visões sobre Educação em Ciência. Seminário Educação em Ciências no Século XXI. Endereço eletrônico: <http://www.cnpq.br/sem-edu-cie/contribuicoes.htm>
- FLEMING, Reg. Literacy for a technological age. Science Education. v. 73, n.4, p. 391-404, 1989
- FERREIRA, Lusimar Silva; FERRO, Rubem Rodrigues. Técnicas de pesquisa bibliográfica e elaboração de monografias. São Luiz:APBEM. p. 41-54. 1983.
- FIOD, Edna Garcia Maciel. Ensino de 2º grau, hoje: a reafirmação do óbvio. Perspectiva. Ano 1, n. 1, p. 85-98. ago./dez. 1993.
- FRANÇA, Martha San Juan. Está na mesa. Revista Super Interessante. Out. 1998. p. 64-68.
- _____. A promessa da fusão. Revista Super Interessante. Ago. 1989. p. 18-23.
- FREITAG, Bárbara. Escola, estado e sociedade. São Paulo: Editora Moraes. 1986.

- GARCIA, Marta González; CERREZO, José A. López; LÓPEZ, José L. Luján. Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología. Madrid: Editorial Tecnos, 1996.
- GARCIA, Marta González; CERREZO, José A. López; LUJÁN, José Luis. Ciencia, tecnología y sociedad: Lecturas seleccionadas. Barcelona: Editorial Ariel S.A., 1997
- GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 3ª Edição. São Paulo: Atlas, 1991.
- GIL, Antonio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. 5ª edição. São Paulo: Atlas, 1999.
- GORDILLO, Mariano Martín; *et al.* Ciencia, tecnología y sociedad: materiales para la educación CTS. Asturias: Grupo Editorial Norte, 2001
- IGLESIA, Pedro Membiela. Una revisión del movimiento educativo ciencia-tecnología-sociedad. Enseñanza de las Ciencias. v. 15, n. 1, p. 51-57, 1997.
- JAPIASSU, Hilton. As paixões da ciência: estudos de história das ciências. São Paulo: Letras e Letras, 1991.
- JOVER, Jorge Núñez. La ciência y la tecnología como procesos sociales: lo que la educación científica no debería olvidar. Ciudad de la Habana: Editorial Félix Varela. 1999.
- KANITZ, STEPHEN. Aprendendo a pensar. Revista Veja. São Paulo, p. 20, 7 de agosto, 2002.
- KNELLER, G. F. A ciência como atividade humana. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1980.
- LEMBO, Cláudio. Palestra sobre a análise da educação no Brasil. Endereço eletrônico: <http://www.mackenzie.com.br/reitoria/artigos/palestravalladolid.pdf>. Outubro/2001.
- LUFTI, Mansur. Consumo e educação em química. Educação e Sociedade. Campinas, v. VII, n. 21, p. 150-153, maio/ago. 1985.
- _____. O cotidiano e o ensino de química. Contexto e Educação. Ijuí, v. 6, n. 22, p. 38-45. Abr./jun. 1991.
- MACHADO, Nílson José. Conhecimento e ação docente: considerações sobre o processo cognitivo. In:_____. Epistemologia e Didática: as concepções de conhecimento e inteligência e a prática docente. São Paulo: Cortez, 1995. Parte 2, p.28-79.
- MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta. Química para o ensino médio. São Paulo: Editora Scipione. 2002.
- Manual do aluno-candidato. SAEM 2002. Associação Catarinense das Fundações Educacionais (ACAFE)
- MELLO, Guiomar Namó de. O ensino médio brasileiro: os números, os problemas e as oportunidades. Endereço eletrônico: www.unesco.cl/pdf/publicac/guiomarensino.pdf. 18 de out. 2002.
- MORIN, Edgar. A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.
- NARDI, Roberto. Ensino de ciências no Brasil: a prática comum e os desafios a serem vencidos. Endereço eletrônico: <http://www.cnpq.br/sem-edu-cie/cont-roberto.htm>
- OBACH, Damià. El proyecto SATIS. Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales. Barcelona, año II, n. 3, p. 39-44, Enero 1995.
- OLIVEIRA, Renato José de. De romances e solilóquios, sobre o que (não) há de novo no ensino de ciências. Espaços da Escola. Ijuí, v. 1, n. 4, p. 16-22, abr./jun. 1992

- OSORIO M., Carlos. La educación científica y tecnológica desde el enfoque en ciencia, tecnología y sociedad: aproximaciones y experiencias para la educación secundaria. Endereço eletrônico: <http://www.campus-oei.org/revista/rie28a02.htm>, 2002.
- O que aconteceria se um avião seqüestrado se arremessasse sobre uma usina nuclear? Revista Super Interessante. Dez. 2001.
- PACEY, Arnold. La cultura de la tecnología. México: Fondo de Cultura Económica, 1990.
- PALACIOS, Fernando Álvarez; OTERO, Germán Fernández Posse; GARCIA, Teresa Ristori. Ciencia, tecnología y sociedad. Madrid: Ediciones del Laberinto. 1996
- PALÁCIOS, E. M. Garcia; GALBARTE, J. C. González; CERESO, J. A. Lopes; LUJÁN, J. L. Gordillo; OSÓRIO, C.; VALDÉS, C. Ciência, tecnologia e sociedade: uma aproximação conceptual. Madrid: OEI, 2001.
- PILETTI, Nelson. Estrutura e funcionamento do ensino de 2º grau. 2ª Edição. São Paulo: Editora Ática, 1993.
- POSTMAN, Neil. Tecnopólio: a rendição da cultura à tecnologia. São Paulo: Nobel, 1994.
- QUEIROZ, Clara Barros. A mitificação da tecnologia. Endereço eletrônico: <http://belem.presidenciairepublica.pt/pt/biblioteca/outros/educacao/5.html>
- Revista Química Nova na Escola.**
- RIBEIRO, Maria Luisa Santos. História da educação brasileira: a organização escolar. 4 ed. São Paulo: Moraes, 1982.
- RICARDO, Elio Carlos. As ciências no ensino médio e os parâmetros curriculares nacionais: da proposta à prática. Dissertação de Mestrado, UFSC. 2002
- SALVADOR, Ângelo Domingos, Métodos e técnicas de pesquisa bibliográfica. Porto Alegre: Livraria Sulista Editora, 1971. p. 45-89.
- SAMPAIO, Marisa Narcizo, LEITE, Lígia Silva. Alfabetização tecnológica do professor. Petrópolis: editora Vozes, 2000.
- SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Aspectos sócio-científicos em aulas de química. Tese de Doutorado. UFMG. Belo Horizonte, 2002.
- SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos, SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Educação em química: compromisso com a cidadania. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2000.
- SANZ, Mariano A.; MORATALLA, Tomás D.; GÓMEZ, Yolanda H.; GONZÁLEZ, Agustín R. R. Ciencia, Tecnología y sociedad. Madrid: editorial Noesis, 1996
- SILVA, Rose Neubauer da. 2º grau: é preciso enfrentar o desafio. Cadernos de Pesquisa. São Paulo: editora Cortez. n. 74, p. 76-9, agosto 1990.
- SOUZA, Gerson de, et al. O projeto peqs e o material didático “química na sociedade”. Ago. 1999. Endereço eletrônico: <http://www.moderna.com.br/escola/prof/art67.htm>
- SOLBES, J.; VILCHES, A. El modelo constructivista y las relaciones ciencia/técnica/sociedad (C/T/S). Enseñanza de las Ciencias. v. 10, n. 2, p. 181-186. 1992
- SOLBES, J; VILCHES, A. El modelo de enseñanza por investigación y las relaciones C/T/S. Resultados de una experiencia llevada a cabo con alunos de BUP y COU. Enseñanza de las Ciencias, p. 133-134. 1993, Número Extra (IV Congreso),
- SOLBES, Jordi; VILCHES, Amparo. El profesorado y las actividades CTS. Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales. Barcelona, año II, n. 3, p. 30-38, Enero 1995.

- SOLOMON, Joan. The classroom discussion of science-based social issues presented on television: knowledge, attitudes and values. International Journal of Science Education, v. 14, n. 14, p. 431-444.
- _____. Teaching about the nature of science in the british national curriculum. Science Education. v. 75, n.1, p. 95-103, 1991.
- SOLOMON, Joan; et al. Pupils' images of science epistemology. International Journal of Science Education. v. 16, n. 3, p. 361-373, 1994.
- 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.
- STREHL, Afonso; FANTIN, Nelson Danilo. Ensino médio: identidade em crise. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1994.
- TAGLIEBER, José Erno. O ensino de ciências nas escolas brasileiras. Perspectiva. Ano 2, n. 3, p. 91-111. jul./dez. 1984.
- Tecnologias e a sociedade pós-industrial. Endereço eletrônico: <http://www.cav.iscte.pt/~gustavo/links/realidadesoc.htm>
- TOBIAS, José Antônio. História da Educação Brasileira. 2^a. ed. São Paulo: Juriscredi, 1972.
- TORTAJADA, José F. T.; PELÁEZ, Antonio L. Ciencia, tecnología y sociedad. Madrid: Editorial Sistema, 1997.
- TUNDISI, José Galizia. Educación em ciências para o século XXI: desafios para o Brasil. Endereço eletrônico: <http://www.cnpq.br/sem-edu-cie/pal-tundisi.htm>
- UM cemitério para o lixo atômico. Revista Super Interessante. Set. 1990. p. 38-43.
- VÁSQUEZ, Guillermo H., et all. La educación en valores en iberoamérica: Foro Iberoamericano sobre Educación en Valores. Montevideo: OEI. Out. 2000
- VILCHES, Amparo; FURIÓ, Carlos. Ciencia, tecnología, sociedad: implicaciones en la educación científica para el siglo XXI. Endereço eletrônico: www.campus-oei.org/salactsi/ctseduacion.htm
- VOMERO, Maria Fernanda. Pilhas usadas são lixo radioativo? O que fazer com elas?. Revista Super Interessante. São Paulo, mar. 2002.
- WAKS, Leonard J. Value judgment and social action in technology studies. International Journal of Technology and Design Education. V. 4, p. 35-49, 1994.
- WINNER, L. La ballena y el reactor: una búsqueda de los límites en la era de la alta tecnología. Barcelona: Gedisa, 1987.
- ZIMAN, John. Enseñanza y aprendizaje sobre la ciencia y la sociedad. Mexico: Fondo de Cultura Económica, 1985.
- ZYLBERSZTAJN, Arden. *et al.* Aprendizagem centrada em eventos: uma experiência no ensino de ciência tecnologia e sociedade. Atas do IV EPEF. Florianópolis, 1994.
- ZOLLER, Uri; et al. Teacher' beliefs and views on selected science-technology-society topics: a probe into STS literacy versus indoctrination. Science Education. v. 75, n. 5, p. 541-561, 1991.
- ZOLLER, Uri; et al. Goal attainment in science-technology-society (S/T/S) education and reality: the case of Britisc Columbia. Science Education. v. 74, n. 1, p. 19-36, 1990.

Anexos

Anexo 1. O Veneno Persiste

Alexandre Mansur

Revista Veja, 24 de maio 2000

Diferentemente do previsto, contaminação continua alta na Europa catorze anos depois de Chernobyl.

A radioatividade espalhada pelo acidente nuclear na usina ucraniana de Chernobyl mantém-se em níveis preocupantes em várias partes da Europa, apesar de terem decorrido catorze anos. Trabalhando separadamente, duas equipes de pesquisadores, uma inglesa e outra holandesa, chegaram à mesma conclusão – a de que a queda nas taxas de contaminação pode demorar 100 vezes mais do que o previsto na época do acidente. A recomendação dos pesquisadores é que diversos alimentos produzidos em certas regiões da Inglaterra, da Escandinávia e dos países bálticos continuem proibidos para consumo humano por mais quinze anos. Trata-se basicamente de carne de ovelha, porque o animal pasta nos campos contaminados. Os bovinos nesses países são alimentados em estábulos.

Ao explodir no dia 26 de abril de 1986, o reator número 4 da usina de Chernobyl liberou uma nuvem de substâncias radioativas que os ventos espalharam pela Europa Ocidental. As conseqüências mais traumáticas foram na própria Ucrânia. O Ministério da Saúde ucraniano estima que 3,5 milhões de pessoas adoeceram por causa da radiação, um terço das quais eram crianças. Os cientistas acreditavam que a concentração de césio radioativo nos alimentos e na água caísse em poucos anos. Teoricamente, o césio deveria fixar-se no solo e em pouco tempo deixaria de ser absorvido pelas plantas e animais. Não foi o que ocorreu. Nos primeiros cinco anos após o acidente, tudo parecia ir bem: a contaminação caiu para um décimo do que era antes. Porém, depois do rápido declínio inicial, ela se mantém praticamente inalterada há quase uma década. “O meio ambiente não está se livrando da poluição no ritmo esperado”, diz o pesquisador Jim Smith, do Centro de Ecologia e Hidrologia, que coordenou o estudo inglês “À medida que o tempo passa, os níveis de radioatividade caem cada vez mais devagar.” A reviravolta nas expectativas tem conseqüências mais severas nas áreas mais próximas à usina de Chernobyl. O consumo de frutas silvestres, cogumelos e peixes em certas regiões da antiga União Soviética continuará desaconselhável pelos próximos cinquenta anos.

Anexo 2. O Brasil e a Energia Nuclear

Olímpio Salgado Nóbrega

Temas: Radioatividade, Energia Atômica, Termoquímica

Artigos: - Plano prevê 8 novas usinas nucleares no País

Introdução

O artigo indicado é excelente para motivar uma discussão sobre o tema radioatividade e energia nuclear. A discussão sobre se o nosso país tem ou não necessidade de mais usinas nucleares é da maior importância diante da permanente busca de novos suprimentos de energia. A formação, por parte dos alunos, de opiniões fundamentadas a respeito deste tema permitirá que participem de eventuais debates sobre a construção de novas usinas nucleares no país, e assumam seu papel de cidadãos, inclusive no que se refere a assuntos estratégicos de interesse nacional.

Verificação de leitura

Peça que os alunos leiam o artigo indicado como tarefa de casa e respondam um questionário de verificação de leitura, como o que segue:

- a) Quem preparou o estudo com o objetivo de reativar o programa de usinas nucleares no Brasil? A quem o estudo visa convencer?*
- b) Qual a proposta do grupo de estudo do programa nuclear?*
- c) Quais as críticas ao estudo realizado pelos técnicos?*
- d) Quais as justificativas do grupo de estudos para a reativação de programas nucleares de geração de energia elétrica?*
- e) Qual a outra opção para geração de energia proposta pelo membro do Greenpeace citado no artigo?*

É provável que algumas dessas questões, e outras que o professor formule, fiquem sem respostas. Sua elucidação em classe permitirá que os alunos compreendam melhor a notícia e, no final do trabalho, poderão defender ou não a construção de mais usinas nucleares no Brasil.

Para trabalhar em classe

A seguir estão relacionadas algumas questões que poderão ser trabalhadas em classe, logo após a verificação de leitura:

- O que chamamos de radiação?*
- Quais são os tipos de radiação?*
- O que diferencia um elemento estável de um elemento radioativo?*
- O que se entende por estabilidade nuclear e estrutura nuclear?*
- O que é fissão nuclear?*
- Qual é a diferença entre fissão e fusão nuclear?*

Pesquisa bibliográfica e na Internet

Temas como os que seguem poderão ser sugeridos para pesquisa dos alunos. Como orientação, o professor deve disponibilizar uma bibliografia para consulta e endereços na Internet.

- Quais os diferentes tipos de usinas geradoras de energia elétrica implantadas no Brasil?*
- Como a energia elétrica é gerada nas diferentes usinas?*
- Como se obtém o combustível nuclear?*
- Que problemas devem ser resolvidos quando se utiliza a energia nuclear na geração de eletricidade?*
- Quais os perigos do lixo radioativo produzido pelas usinas nucleares?*
- Que tipo de poluição ambiental está associada a cada forma de geração de energia elétrica?*
- Há possibilidade de gerarmos energia elétrica de forma totalmente limpa?*

Seguem alguns sites da Internet que apresentam informações que contribuirão para possíveis trabalhos. Vale ressaltar que o primeiro da lista, o site do IPEN, permite que o interessado envie perguntas que serão respondidas por especialistas da área.

a) <http://www.ipen.br/> - Informações sobre radiações e suas aplicações, rádio-isótopos, energia nuclear e uma seção de dúvidas (é aqui que o internauta pergunta e um especialista responde).

b) <http://www.memoria.net/pastas/pasta10.htm> - Informações sobre o acidente em Goiânia com o Césio 137.

c) <http://www.ax.apc.org/~aben/aben1.htm> - Na apresentação deste site, que é da Associação Brasileira de Energia Nuclear - ABEN, você saberá que: "A ABEN é uma entidade

técnico- científica que tem por objetivo divulgar a importância da energia nuclear para o desenvolvimento soberano do Brasil. Convicta de que o nosso país pode e deve desenvolver o uso da energia nuclear com fins pacíficos, a ABEN se empenha em assegurar à nossa sociedade acesso a informações corretas e qualificadas sobre o emprego da energia nuclear e da radioatividade na produção de energia, na conservação e melhoria de alimentos, na qualidade industrial, na medicina e saúde, na defesa do meio ambiente, na formação de recursos humanos e em vários outros campos de atividade”.

d) [http://www. uddo.com/mednuc5.htm](http://www.uddo.com/mednuc5.htm) - Informações sobre rádio-isótopos usados na medicina. O uso terapêutico das radiações ionizantes tem sido bastante freqüente.

e) <http://www.ep.a.gov/radiation/> - Site da Agência Americana de Proteção ao Meio Ambiente. Informações sobre proteção contra as radiações, segurança e tratamento de lixo radioativo.

Atividade complementar

Como atividade complementar o professor pode sugerir que os alunos organizem-se para propor um debate sobre a questão nuclear, ou sobre a questão energética de maneira geral, através do Estadão na Escola. Basta entrar no serviço Debate do site e seguir as instruções. Eles podem deixar contribuições em discussões já em andamento ou propor temas novos.

Plano prevê 8 novas usinas nucleares no País (29/08/1998)

Estudo visa a convencer Eletrobrás a incorporar projetos a médio prazo

EUGÊNIO MELLONI

Técnicos da área nuclear brasileira produziram secretamente, no ano passado, um estudo com o objetivo de reativar a construção de usinas nucleares no País nos moldes do acordo firmado entre Brasil e Alemanha. Preparado por engenheiros da extinta Nuclen - absorvida pela Eletronuclear, a estatal federal que herdou os ativos da área nuclear -, o estudo visava a convencer a Eletrobrás a incorporar ao seu planejamento estratégico de médio prazo, conhecido como Plano 2015, os projetos de, no mínimo, oito usinas nucleares em série - um protótipo e sete unidades de 1.500 megawatts (MW) cada. Cada usina, considerando-se a padronização dos equipamentos, teria um custo médio de US\$ 2,610 bilhões.

Assessores da Eletronuclear reduzem a importância do documento, intitulado Proposta para um Programa de Centrais Nucleares Pós-Angra 3, garantindo que se trata de estudos preliminares, que tiveram como consequência a inclusão de projetos de duas usinas

nucleares no Plano 2015. Nem mesmo a busca por melhores resultados financeiros, meta das estatais que ficaram de fora do programa federal de privatização, justificaria tantos projetos, segundo um assessor da empresa. "Com Angra 2 vamos duplicar a receita anual da empresa (R\$ 220 milhões), proporcionada pela operação de Angra 1, sem elevarmos os custos", assinalou.

A Eletrobrás não se pronunciou sobre o estudo. Mas o assessor da Diretoria de Planejamento da estatal, Jorge Trinkenreich, afirmou que os planos quinzenais procuram considerar todas as alternativas de geração disponíveis. "Os projetos somente serão bancados se houver viabilidade financeira e se oferecerem segurança em relação aos riscos ambientais", afirmou. "Não existe nem mesmo uma decisão sobre a retomada de Angra 3."

"O pessoal da Nuclen se embriagou; eles querem reativar um projeto que foi abandonado em 1990", reagiu, com incredulidade, o professor José Goldemberg, ex-ministro da Ciência e Tecnologia. O modelo proposto pelo trabalho é exatamente o formato inicial previsto pelo acordo Brasil-Alemanha, que ficou restrito às usinas de Angra 2 e 3, depois que os custos dos projetos atingiram valores estratosféricos, graças a juros contratuais proporcionados por sucessivas paralisações. Angra 2, com capacidade de geração de 1,3 mil MW, recebeu, neste ano, um novo vigor, com a definição de um orçamento de R\$ 630 milhões e a previsão é a de que os primeiros testes serão realizados até dezembro. A Eletrobrás incluiu a Usina de Angra 3 em seu plano decenal, que prevê o início de sua operação em 2005.

De acordo com um técnico do setor elétrico que teve acesso ao estudo, "apesar de os militares estarem deixando o programa nuclear, os métodos não mudaram; os planos neste segmento continuam sendo feitos como na época da ditadura, sem a devida discussão com a sociedade".

O trabalho informa também que a Nuclen estabeleceu um convênio com a Eletrobrás para o financiamento das duas primeiras etapas do projeto de desenvolvimento da chamada Usina Nuclear Padrão Brasileiro (UNPB): a elaboração de requisitos e de um documento conceitual, orçada em US\$ 13 milhões. A UNPB teria as características de Angra 2 e 3, acrescidas de algumas inovações tecnológicas. De acordo com o documento, a Eletrobrás deveria adiantar estes recursos por meio de empréstimos ou contratos de execução.

O trabalho revela também que a Secretaria de Assuntos Estratégicos (SAE), encarregada de coordenar órgãos e empresas com atividades no setor nuclear, pretendia preparar planos estratégicos decenais para a área nuclear. A SAE já se havia reunido, em maio de 1996, com as entidades interessadas na geração nucleoeletrica (Nuclen, Furnas, Nuclep, entre outras) para estabelecer um programa de referência para centrais nucleares coincidente com o Plano 2015 - o plano quinzenal da Eletrobrás. O secretário de Assuntos Estratégicos, Ronaldo Sardenberg, admitiu em 1996, em entrevista ao jornal O Globo, que a secretaria estava

verificando o potencial de consumo de energia elétrica no País para avaliar a importância da geração nuclear diante do quadro de déficit na oferta de energia. O estudo arrola várias justificativas para a reativação de projetos nucleares de geração, como o domínio, pela indústria nacional, de boa parte da tecnologia de construção de usinas do tipo PWR - o mesmo de Angra 2 e 3 -, reservas de urânio suficientes para atender às necessidades das usinas, além do esgotamento do potencial hidrelétrico dos rios e o aumento do efeito estufa pela geração térmica de eletricidade à base de combustíveis fósseis. Mas não cita alternativas para o depósito do lixo nuclear produzido pelas usinas.

De acordo com o trabalho, o custo da energia elétrica gerada pelas UNPB poderia ser reduzido dos US\$ 60 previstos pelo Plano 2015 para oscilar entre US\$ 52,10 e US\$ 40,82 o MW. O valor médio do custo de geração atual é de cerca de US\$ 34 o MW. Goldemberg suspeita desses valores. "Acredito que seja possível gerar com esses valores no Japão e na França; aqui não", afirmou.

O Greenpeace questiona os benefícios do modelo nuclear e preocupa-se com o destino a ser dado ao lixo nuclear produzido pelas centrais brasileiras. "Há outras soluções mais baratas, mais eficientes e menos perigosas do ponto de vista ambiental", diz o diretor-executivo da ONG, Roberto Kishinami. Ele lembra que o lixo resultante do combustível nuclear está sendo depositado na piscina de Angra 1, "que estará cheia na próxima década e não há ainda uma solução em vista para esse problema".

Ele considera a energia solar uma alternativa ambientalmente mais adequada, que tende a transformar-se também em uma opção viável financeiramente. "Na Europa, o custo dessa tecnologia já caiu, em cinco anos, de US\$ 15 mil para US\$ 3,2 mil por quilowatt instalado", afirmou.

Armazenamento mais seguro de rejeitos nucleares

Zirconato de gadolínio pode conter radiação do plutônio por 30 milhões de anos

O plutônio leva 24.500 anos para dissipar metade de sua radiação

Uma solução pode ter sido encontrada para o armazenamento do plutônio, um problema ambiental mundial. Após avaliar a resistência à radioatividade de vários compostos, cientistas da Universidade de Michigan, nos Estados Unidos, estimaram que o zirconato de gadolínio pode conter a radiação do plutônio por até 30 milhões de anos. Esse elemento é um dos rejeitos altamente radioativos produzidos por usinas nucleares, com meia-vida de 24.500 anos - esse é o tempo necessário para que metade de sua radioatividade se dissipe.

Os pesquisadores de Michigan avaliaram também a resistência do titanato de gadolínio - cerâmica que estava sendo cogitada para a contenção de radioatividade. Os resultados indicam que esse material seria danificado pela radiação em menos de mil anos - o que inviabiliza sua utilização com esse propósito.

Paralelamente à descoberta da possível eficácia do zirconato de gadolínio na contenção de radioatividade, uma outra equipe de pesquisadores, do Laboratório Nacional de Los Alamos (Estados Unidos), descobriu que um composto similar - o zirconato de érbio - também pode resistir à radioatividade por milhares de anos. Esses resultados foram apresentados na edição de 2 de agosto da revista norte-americana Science . "Duas equipes independentes mostraram que materiais baseados em zirconato oferecem uma excelente solução para a questão do armazenamento de plutônio", disse ao serviço de notícias da Universidade de Michigan o cientista Rodney Ewing. "Os resultados confirmam que existem materiais resistentes à radiação e quimicamente duráveis capazes de conter o plutônio."

Esses materiais são indicados para o armazenamento de rejeitos nucleares por suportarem altos níveis de radiação sem que haja rompimento de sua estrutura atômica. "O titanato, material cogitado para conter a radioatividade, tem sua estrutura atômica totalmente desordenada quando exposto a baixos níveis de radiação", diz Shixin Wang, cientista da Universidade de Michigan. Wang apresentou os resultados do estudo na conferência Plutonium Futures 2000, em julho, nos Estados Unidos.

O armazenamento de rejeitos radioativos é um problema ambiental relativamente recente. Além do combustível usado pelas usinas nucleares espalhadas pelo mundo, ele envolve também o material físsil das armas atômicas - boa parte delas desativadas pela ex-União Soviética e pelos Estados Unidos. Só nesse país, há 40 mil toneladas de plutônio esperando um local e uma 'embalagem' definitiva para armazenamento.

Pedro Lent

Ciência Hoje/RJ

adaptado de Newswise, 12/08/00

Anexo 3. Mudança no Programa Nuclear Beneficia Saúde.

Eugênio Melloni

O Estado de São Paulo, 4 de setembro 1999.

Ipen amplia a produção de radiofármacos usados em exames médicos.

As dores voltaram fortes ao peito do aposentado J. F. N., de 71 anos. A vida regrada, livre do cigarro, de bebida e dos alimentos gordurosos e a ausência de antecedentes de doenças cardíacas na família não o pouparam da difícil experiência do enfarte, em dezembro. O bom estado de saúde garantiu ao aposentado uma rápida recuperação, mas a volta das dores trouxe suspeitas de novas complicações – angina ou estreitamento de uma artéria, entre outras possibilidades.

Para tirar todas as dúvidas dos médicos, J. F. N. aguardava apreensivo, na semana passada, um exame na câmara de cintilação tomográfica do Instituto do Coração (Incor), em São Paulo, que diagnosticaria com precisão as causas das dores e permitiria aos médicos adotar o procedimento correto para eliminá-las.

O aposentado recebeu, na corrente sanguínea, uma substância irradiada, cujo deslocamento no coração permitiria à câmara de cintilação uma avaliação do funcionamento do órgão. Novo rumo – J. F. N. não sabe, mas está sendo beneficiado, indiretamente, por uma revisão nos rumos do programa nuclear brasileiro, que vem ocorrendo, sem muito alarde, desde o início da primeira gestão de Fernando Henrique Cardoso. O produto injetado em suas veias, o tálio-201, é um dos radiofármacos – substâncias na maioria das vezes orgânicas irradiadas por radioisótopos – produzidos pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen). O órgão, que esteve atrelado profundamente ao projeto do submarino nuclear nacional, vem, nos últimos cinco anos, direcionando suas atividades principalmente para a saúde.

O mecanismo que permite, com o uso de radiofármacos, diagnosticar ou tratar uma enfermidade é simples. Os radiofármacos são produtos obtidos a partir de substâncias, em sua maior parte compostos orgânicos, irradiados por radioisótopos. Os níveis de radioatividade adquiridos pela substância são insignificantes e não afetam o organismo, mas são detectadas nas câmaras de cintilação.

Essas substâncias agem como mísseis teleguiados, ou seja, como são normalmente absorvidos por determinados órgãos do corpo humano, acabam levando consigo a radioatividade para partes específicas do corpo que se quer examinar. As câmaras de cintilação

tomográficas fazem a leitura do deslocamento da radioatividade através de imagens, produzindo um retrato do metabolismo do órgão examinado.

Os radioisótopos – a matéria-prima para a fabricação dos radiofármacos – são elementos que emitem energia pela desintegração de seus núcleos. Dos 30 radioisótopos utilizados pelo Ipen para a irradiação de radiofármacos, o principal é o tecnécio-99, cuja radiação está presente em mais de 80% dos exames. Pode ser irradiado, por exemplo, em substâncias como o enxofre coloidal, que leva sua radioatividade ao fígado, ou o pertecnetato, que vai para as glândulas salivares.

A produção de radiofármacos têm crescido à ordem de 15% ao ano, desde que se iniciou a desmilitarização do Ipen. As atividades referentes ao desenvolvimento de um reator nuclear para a propulsão de submarinos foram separados – até mesmo fisicamente – do instituto e concentradas sob administração exclusiva da marinha.

Atualmente, de acordo com os cálculos do superintendente do órgão, Cláudio Rodrigues, são atendidas anualmente 1,5 milhão de pessoas com uma oferta atual de 30 produtos diferentes, a maior parte dirigida a diagnósticos de extrema precisão. Mais de 300 hospitais utilizam os radiofármacos em exames em câmara de cintilografia.

Espaço – “Há muito espaço para crescimento nesse atendimento”, avalia Rodrigues. Segundo ele, o número de procedimentos médicos envolvendo a medicina nuclear nos Estados Unidos atinge 20 milhões de pessoas por ano.

Esta expansão do instituto é fruto de investimentos calculados em cerca de US\$ 10 milhões, efetuados entre o início de 1995 e o fim de 1998. desse total, US\$ 2 milhões foram investidos na ampliação da produção de radiofármacos. O restante foi empregado na ampliação da capacidade do reator do Ipen, de 2 para 5 megawatts (MW), e na aquisição de um novo acelerador de partículas Ciclotron. Os dois equipamentos permitem a ampliação da produção de radioisótopos e a redução das importações dessa matéria-prima.

Anexo 4. Alimento Irradiados

Luciana Christante de Mello

Farmacêutica modalidade Alimentos

Mestre em neurociência e comportamento pela USP

Jornalista Científica

Pesquisadora Associada do NIB/UNICAMP

Fonte: <http://www.epub.org.br/nutriweb/n0202/irradiados.htm>

Lembranças trágicas

Infelizmente guardamos péssimas lembranças sobre os efeitos da radioatividade. A bomba atômica sobre Iroshima e Nagasaki na segunda Guerra Mundial, o acidente nuclear de Chernobyl na ex-URSS e o desastre com o Césio 137 em Goiânia, marcaram profundamente o imaginário coletivo, associando radioatividade a malefícios à saúde e à morte. Sem dúvida, conhecer o passado nos deixa mais atentos e mais críticos em relação ao presente e ao futuro, mas é preciso ser prudente e não deixar que as trágicas lembranças provoquem cegueira e intransigência. A informação, nesse caso, pode ser um excelente colírio.

O interesse dos pesquisadores em saúde pública pela irradiação dos alimentos existe há pelo menos 100 anos. Nos Estados Unidos, o Instituto de Tecnologia de Massachussets (MIT) vem realizando pesquisas nessa área desde 1899 e na Europa, cientistas alemães e franceses mostravam interesse pelo assunto a partir de 1914. Entretanto, os resultados dessas pesquisas não foram os mais animadores porque o processo de irradiação provocava alterações que comprometiam a aceitação do produto pelos consumidores. Mas as pesquisas não pararam por aí. A partir de 1950, novos estudos começavam a revelar benefícios trazidos pela irradiação dos alimentos. Além do potencial de diminuir a incidência de intoxicações alimentares, a irradiação inibe o brotamento de raízes e tubérculos, desinfesta frutos, vegetais e grãos, atrasa a decomposição, elimina organismos patogênicos e aumenta o tempo de prateleira de carnes, frutos do mar, frutas, sucos de frutas que podem ser conservados durante muito tempo (anos) sem refrigeração.

Mas a tragédia provocada pela bomba atômica durante a segunda guerra mundial repercutiu de maneira negativa sobre os avanços que vinham sendo alcançados até então. A opinião pública se tornou mais crítica e passou a exigir uma série de explicações, tais como:

- *Os alimentos irradiados são radioativos ?*
- *A irradiação produz toxinas nos alimentos ?*
- *A irradiação acarreta a perda de nutrientes ?*
- *Quais as doses de radiação que podem ser seguras para a saúde ?*

- *Quais os efeitos da radiação sobre o sabor, cor e textura do alimento ?*
- *O processo de irradiação é seguro para o meio ambiente ?*

Essas respostas foram obtidas através de inúmeras pesquisas, grande parte delas realizadas nos EUA. Durante muito tempo, os alimentos irradiados foram servidos a voluntários, astronautas, pacientes imunodeprimidos e militares de várias partes do mundo. O objetivo deste artigo é responder a essas perguntas para informar os leitores da Nutriweb.

Entre 1964 e 1997, a Organização Mundial de Saúde acompanhou o resultados desse estudos, em conjunto com Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) e a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), através de uma série de reuniões com especialistas de diversos países do mundo. Na última reunião em setembro de 1997, a conclusão final foi divulgada: a OMS aprova e recomenda a irradiação de alimentos, em doses que não comprometam suas características organolépticas, sem a necessidade de testes toxicológicos. De lá para cá, a irradiação de alimentos foi aprovada pelas autoridades de saúde de 40 países.

O que faz a irradiação no alimento?

As formas de radiação utilizadas no processo de irradiação do alimento provocam ionização, ou seja, criam cargas positivas ou negativas; a formação dessas cargas resulta em efeitos químicos e biológicos que impedem a divisão celular em bactérias pela ruptura de sua estrutura molecular. Os níveis de energia utilizados para se conseguir esse efeito não são suficientes para induzir radioatividade nos alimentos. O alimento, em hipótese alguma, entra em contato com a fonte de radiação.

Efeitos sobre a constituição dos alimentos

A irradiação pode induzir a formação de algumas substâncias, chamadas de produtos radiolíticos, na constituição dos alimentos. Estas substâncias não são radioativas e não são exclusivas dos alimentos irradiados. Muitas delas são substâncias encontradas naturalmente nos alimentos ou produzidas durante o processo de aquecimento (glicose, ácido fórmico, dióxido de carbono). Pesquisas sobre essas substâncias não encontraram associação entre a sua presença e efeitos nocivos aos seres humanos.

Em relação aos nutrientes, a irradiação promove poucas mudanças. Outros processos de conservação, como o aquecimento, podem causar reduções muito maiores dos nutrientes. As vitaminas por exemplo, são muito sensíveis a qualquer tipo de processamento, no caso da irradiação, sabe-se que a vitamina B1 (tiamina) é das mais sensíveis, mas mesmo assim as perdas são mínimas. A vitamina C (ácido ascórbico), sob efeito da irradiação, é convertido em ácido dehidroascórbico, que é outra forma ativa da vitamina C.

Porque tantos países têm utilizado a irradiação dos alimentos?

Principalmente por uma questão econômica. Segundo a (FAO), cerca de 25% de toda produção mundial de alimentos se perde pela ação de microorganismos, insetos e roedores. A germinação prematura de raízes e tubérculos condena à lata de lixo toneladas desses produtos e é um fenômeno mais intenso nos países de clima quente, como o Brasil. A irradiação ajuda a reduzir essas perdas e também reduz a dependência de pesticidas químicos, alguns deles extremamente nocivos para o meio ambiente (ex. metilbrometo).

Entre os alimentos submetidos a esse processo estão as frutas, vegetais, temperos, grãos, frutos do mar, carne e aves. Mais de 1,5 toneladas de alimentos é irradiada no mundo a cada ano, segundo a Fundação para Educação em Alimentos Irradiados (entidade norte-americana). Embora essa quantidade represente apenas uma pequena fração do que é consumido no mundo todo, a tendência é crescer.

Quais são as doses seguras para a saúde?

De acordo com a OMS, alimentos irradiados com doses de até 10kGy não necessitam de avaliação toxicológica ou nutricional. Os alimentos irradiados consumidos no mundo não recebe mais do que essa dosagem.

A dose de radiação é medida em Grays (G) ou quilograys (kGy), onde 1 Gray=0,001 kGy= 1 Joule de energia absorvida por quilograma de alimento irradiado. Para retardar o amadurecimento de frutas, por exemplo, não é necessário mais do que 1 kGy. Para inibir o brotamento de raízes e tubérculos (batata, cebola, alho, etc.) a dose necessária varia de 0,05 a 0,15 kGy. Para prevenir que os grãos sejam infestados por insetos, 0,1 a 2kGy são suficientes.

Efeitos sobre o sabor, cor e textura

Nem todos os alimentos podem ser irradiados, um exemplo é o leite, que adquire uma sabor impalatável. Para se adotar a irradiação como um processo de conservação do alimento, é preciso que se realize um estudo das suas características organolépticas pós-tratamento. Na maioria dos alimentos, entretanto, essas alterações são mínimas ou simplesmente inexistem.

O processo de irradiação é seguro para o meio ambiente?

Sim, é um processo bastante seguro, que não produz nenhum tipo de resíduo.

Na irradiação de alimentos utiliza-se como fontes de radiação os isótopos radioativos, mais frequentemente o Cobalto 60, obtido pelo bombardeamento com nêutrons do metal Cobalto 59 em um reator nuclear. Depois que o Cobalto 60 é produzido, ele é duplamente encapsulado em tubos de aço inoxidável, o que impede qualquer vazamento de radiação. A meia-vida desse elemento é de 5,3 anos.

Os produtos a serem irradiados, embalados ou a granel, passam pela câmara de irradiação através de um sistema transportador composto por esteiras, onde são submetidos a um campo de irradiação num ritmo controlado preciso, de forma a receber a quantidade exata de energia para o tratamento. Os níveis de energia são baixos e os produtos irradiados não se tornam radioativos. O processo é monitorado eletronicamente por operadores qualificados. Quando a fonte de radiação não se encontra em uso, ela é mantida dentro de uma piscina profunda. A câmara de irradiação é composta de paredes de concreto e portas de chumbo, o que impede o vazamento da radiação. Há ainda dispositivos de travamento e alarme que impede que a fonte de radiação se eleve da piscina caso as portas da câmara não estejam lacradas.

Alimentos Irrradiados no Brasil

No Brasil, a legislação sobre irradiação de alimentos existe desde 1985 (Portaria DINAL no. 9 do Ministério da Saúde, 08/03/1985). Apenas uma empresa realiza esse serviço e está localizada em São Paulo. Em Piraciba, o Centro de Energia Nuclear para Agricultura (CENA), da Universidade de São Paulo, vem realizando pesquisas na área e presta serviço para as indústrias. O Instituto de Pesquisas Nucleares, também da USP, além de realizar pesquisas na área, realiza um trabalho junto aos produtores, mostrando os benefícios e vantagens da irradiação de alimentos.

Campanhas educativas

A experiência mostra que os consumidores, quando devidamente informados, reagem positivamente à oferta de alimentos irradiados. Um estudo realizado na Alemanha revelou que os consumidores se preocupam com o processamento dos alimentos que consomem, no entanto essa preocupação foi maior no caso dos pesticidas (55%) e conservantes (43%) do que da irradiação (38%) e embora uma parcela dos consumidores seja extremamente contrária à irradiação dos alimentos, a maioria muda de opinião após serem expostos a campanhas educativas. Na Argentina, uma campanha de esclarecimento aumentou muito a aceitabilidade das cebolas irradiadas. Na França aconteceu o mesmo depois que uma rede de supermercados colocou à venda morangos irradiados. Após o esclarecimento da população, os consumidores passaram a preferir os produtos irradiados devido a sua melhor qualidade. De fato, isso mostra que, quando bem esclarecidos, os consumidores dão a devida importância à segurança e à qualidade dos produtos que consomem.

Anexo 5 . O que é Radioterapia?

Fonte: <http://www.iradioterapia.com/pacientes/pacientes.htm>

A radioterapia é a área da medicina a qual se utiliza radiação ionizante para o tratamento de certos tipos de cânceres e algumas doenças benignas. A radiação pode ter a função de matar as células tumorais em um câncer), desinflamar um tecido em uma doença benigna certos tipos de artrite, impedir o crescimento anormal de um tecido (como um quelóide), ou ainda impedir a reobstrução de um vaso após revascularização (braquiterapia intravascular). O ponto importante é que as células doentes são "mortas" com maior rapidez e eficiência que as células saudáveis, assim obtém-se resultados positivos na eliminação total ou parcial dos tumores tratados com radiação. A radioterapia pode ser basicamente dividida em duas formas : externa, chamada teleterapia; e interna, chamada braquiterapia. Na teleterapia um feixe de radiação ionizante é apontado para a região alvo do corpo (campo), penetrando-lhe através da pele. A radioterapia externa, atualmente, utiliza, além das fontes radioativas de origem nuclear (como dos aparelhos de Cobalto-60), aceleradores lineares que produzem diferentes tipos de feixes e diferentes energias de raios X. A braquiterapia, por outro lado, utiliza fontes radioativas para implantes ou moldagens em regiões próximas ao leito tumoral. São utilizadas fontes radioativas de Césio-137, Ouro-198, Irídio-192, Iodo-125, Paládio-103 entre outros, com formas de sementes, tubos ou micro-fontes que são aplicadas por tempo determinado ou mesmo inseridas permanentemente no órgão liberando radiação a este durante um determinado tempo útil.

A seguir, esquematicamente, tem-se um resumo das divisões da radioterapia e as fases do tratamento. Também um resumo esquemático do pessoal envolvido diretamente no tratamento radioterápico e suas principais atribuições.

Indicações de Radioterapia

A radioterapia é empregada dependendo do estado e avanço da doença, assim pode ser utilizada com a finalidade de cura ou palição. Também pode ser utilizada como único recurso (exclusiva) ou como modalidade complementar a outra (cirurgia ou quimioterapia).

A seguir apresentam-se tipos de doenças e as formas mais comuns de utilização da radioterapia como indicação:

1) - Finalidade de cura com radioterapia exclusiva (somente radioterapia como modalidade de tratamento):

Colo uterino	Para estágios iniciais com o uso de braquiterapia intra-uterina e vaginal. Possibilita a cura de cerca de 60-80% dos casos. Para estágios intermediários e mais avançados utiliza-se a radioterapia externa (teleterapia) mais complemento de dose com braquiterapia. Possibilita a cura em cerca de 30-50% dos casos.
Cabeça e Pescoço	Em estágios iniciais de cavidade oral, corpo de língua, glote, retromolar, utiliza-se teleterapia. Possibilita a cura em cerca de 70-90% o que é comparável aos resultados obtidos com cirurgia. Em qualquer estágio de rinofaringe.
Próstata	Em estágios iniciais (sem comprometimento externo a glândula) através de teleterapia localizada ou braquiterapia de baixa taxa de dose com implantes de sementes radioativas; Braquiterapia com implantes de agulhas para irradiação com Alta Taxa de Dose (HDR);
Doença de Hodgkin	Em doença com comprometimento linfonodal limitada e sem sintomatologia sistêmico indica-se o tratamento por teleterapia em campos alargados. Possibilita cura de cerca de 85-95%.
Pele	Através de teleterapia com fótons e/ou elétrons em tumores espinocelulares ou basocelulares.

2) - Finalidade de cura com radioterapia associada a quimioterapia

Cabeça e Pescoço	Em tumores espinocelulares avançados de cavidade oral e laringe.
Linfomas	
Ânus e canal anal	Tumores escamocelulares de ânus ou canal anal em diagnóstico precoce.
Bexiga	Para tumores extensos ou infiltrando a parede vesical.

3)- Finalidade de cura com radioterapia associada a cirurgia

Mama	Irradiação de toda a glândula mamaria submetida a cirurgia conservadora de adenocarcinoma ou braquiterapia com implantes de cateteres... Irradiação da região mamaria submetida a cirurgia radical (extração da mama).
Cabeça e Pescoço	Irradiação do leito tumoral e/ou drenagens linfáticas quando do comprometimento linfonodal, pequena margem de segurança ou tumor residual no ato da cirurgia.
Reto	Irradiação da pélvis após a cirurgia em caso de risco de infiltração tumoral ou linfonodos positivos; Irradiação pélvica pré-operatória.
Testículo	Irradiação profilática de linfonodos para orquiectomia inguinal em seminoma.
plomone	
Sarcomas de partes Moles	Irradiação do leito cirúrgico com teleterapia ou implante intersticial (braquiterapia) para esterilização em casos de cirurgia conservadora.

4)- Finalidade paliativa com radioterapia associada a quimioterapia

<i>Esôfago</i>	<i>Braquiterapia intraluminal para controle de disfagia em tumores espinocelulares de terço superior ou em estenose (obstrução) do esôfago mediastinal.</i>
<i>Pulmão</i>	<i>Irradiação por teleterapia ou braquiterapia para melhora de sintomas (dor, tosse, dispnéia).</i>
<i>Metástases ósseas</i>	<i>Irradiação com teleterapia em campos localizados para melhora da dor e prevenção de fraturas patológicas.</i>
<i>Metástases cerebrais</i>	<i>Irradiação para controle dos sintomas neurológicos ou em associação a outra terapia.</i>

Braquiterapia***Definição***

“Braquio” (grego)= perto, curto. Tratamento com elemento radioativo “perto” dos tecidos.

Vantagens da Braquiterapia :

- *Alta dose ao tumor (pequeno volume) X baixa dose aos tecidos circunjacentes*
- *Curta duração do tratamento*

A Braquiterapia é uma modalidade de Radioterapia na qual o elemento radioativo é colocado em proximidade ou dentro do órgão a ser tratado. Para isto são utilizados elementos radioativos específicos, de pequeno tamanho e formas variadas, que são colocados na posição de tratamento através de guias chamados cateteres ou sondas. Antigamente as fontes radioativas eram colocadas dentro destes antes de sua inserção no paciente. Atualmente, com o desenvolvimento dos sistemas computadorizados, os elementos radioativos entram dentro dos guias após sua colocação no paciente, controlados por um programa de computador no qual o físico calcula a dose de tratamento prescrita pelo médico.

Um dos princípios da radioterapia é tratar o volume tumoral, ou o local onde este se encontra, preservando ao máximo as estruturas normais vizinhas. Pois bem, com a braquiterapia é possível irradiar-se volumes alvo muito pequenos com uma alta dose, pois conforme nos distanciamos do elemento radioativo a dose decai rapidamente, poupando-se portanto as estruturas normais vizinhas de receberem a dose total prescrita. A braquiterapia pode ser utilizada como um acréscimo de dose local após um curso de radioterapia externa, ou como um tratamento exclusivo; depende da doença.

É preciso porém lembrar que este tratamento não pode ser utilizado para todos os tumores nem todos os locais do corpo, e que somente alguns tumores já são comumente

tratados, pois alguns tratamentos requerem uma área tratada muito grande, na qual a radioterapia externa se sai muito melhor.

A seguir são descritas perguntas e termos gerais ligados a radioterapia:

1 – O que é um campo de radiação?

É a região demarcada pelo médico onde incidirá a radiação para fins terapêuticos. Estes campos normalmente são riscados na pele com tinta ou marcados na máscara. Para sua delimitação o médico leva em consideração o tamanho, localização e vias de disseminação do tumor, margem de segurança, forma e presença de órgãos sadios adjacentes.

2 – Quantos campos deve ter um tratamento?

O número de campos do tratamento depende da profundidade, da forma, tamanho e das estruturas próximas ao tumor. Exceto alguns tumores superficiais ou muito próximos a pele, a maior parte dos tratamentos são realizados com pelo menos 2 campos, o que se denomina “composição de campos”.

A seguir alguns exemplos comuns de composições de campos convencionais:

Ex. 1) Tratamentos de cabeça e pescoço:

1 campo anterior para irradiação de linfonodos cervicais baixos e das fossas supra e infra-claviculares mais 2 campos laterais (direita e esquerda) para irradiação do tumor facial.

Ex. 2) Colo do útero ou endométrio:

1 campo anterior, 1 posterior e dois campos laterais (direito e esquerdo) que somam-se no centro irradiando um volume em forma de “caixa” onde está o tumor.

Ex. 3) Mama:

2 campos tangenciando toda a glândula mamária, preservando o pulmão.

Ex. 4) Próstata:

1 campo anterior, 1 posterior e dois campos laterais (direito e esquerdo) que somam-se no centro irradiando um volume em forma de “caixa” onde está a próstata.

Ex. 5) Metástase em coluna:

1 campo direto posterior na região acometida.

Técnicas mais recentes recomendam o aumento do número de campos para tentar adequar, cada vez mais, a irradiação às diversas formas dos tumores, com máxima proteção de tecidos e órgãos sadios adjacentes, como é o caso da irradiação dos tumores de próstata, visto acima com 6 campos.

3 – São feitos todos os campos por dia?

Em geral, seguindo os resultados internacionais, todos os campos são tratados diariamente, fornecendo desta forma uma dose mais homogênea em todo o tumor, além de dividir as contribuições de doses devido a cada campo nas estruturas e órgãos incluídos na composição.

4 – Faltar a dias de tratamento pode prejudicar?

Os planos de tratamentos são prescritos no início, com determinado fracionamento, com doses diárias e até semanais. Desta forma quando se falta, na verdade modifica-se o intervalo entre as sessões, o que pode alterar o efeito esperado.

Em alguns tipos de tumores a interrupção de tratamento pode prejudicar em muito o resultado de sobrevida, mesmo com apenas alguns dias a mais.

Entretanto, algumas vezes é necessária a interrupção por períodos variáveis, de acordo com a avaliação do médico, para atenuar efeitos colaterais indesejáveis.

5 – Durante quanto tempo a radiação age no corpo?

A radiação age por cerca de milésimos de segundos quando incide nas células. Entretanto, seu efeito lesivo pode perdurar por dias ou meses, de acordo com a intensidade da dose.

Após cada aplicação, nenhuma fonte de radiação permanece no corpo do paciente. O fato de se dizer que o efeito da radiação é cumulativo é porque, após a ação da mesma numa célula não se pode irradiá-la novamente sem levar em consideração os danos causados na primeira irradiação.

6 – Faz algum mal permanecer próximo a pessoas que recebem irradiação?

Absolutamente NÃO. A ação da radiação se dá apenas no momento da aplicação, e apenas no local que recebeu a radiação.

Portanto NÃO FAZ MAL algum ficar próximo de pacientes, pelo contrário, só ajuda ao paciente psicologicamente. Não faz mal pegar crianças no colo, abraçar, namorar ou mesmo ter relações sexuais por causa da radioterapia.

7 – Faz algum mal consumir bebidas alcoólicas durante o período de radioterapia?

O problema do consumo de bebidas alcoólicas não está relacionado ao fato de estar sendo irradiado, mas sim à doença e seus efeitos. De acordo com o local em tratamento (trato gastro-intestinal, por exemplo), o consumo de bebidas alcoólicas, associado aos efeitos da irradiação, pode provocar um retardo na recuperação das células, pois as agressões se somam.

Os sintomas desse efeito são mais intensos que o habitual e pode inclusive haver necessidade de interrupção do tratamento, o que não é desejável. Além disso, dificuldade para se alimentar ou alteração do hábito intestinal (diarréias) também se intensificam com o álcool, podendo levar a desidratação e maior enfraquecimento.

Por outro lado, se o consumo da bebida é essencialmente “social”, não há contra-indicação formal. Por exemplo, uma irradiação na perna e o consumo apenas de uma taça de vinho num dia de festa na família não provocará nenhum dano maior.

Pergunte ao seu médico suas dúvidas a respeito, inclusive devido à possibilidade de interação do álcool com medicamentos em uso.

8 – A radioterapia faz cair cabelos ou pelos?

Sim, desde que o campo de radiação esteja na área com cabelo ou pelo. A queda de cabelo em pacientes que não irradiam o couro cabeludo não tem qualquer relação com o tratamento.

A partir de 20Gy (2.000cGy) de dose de irradiação inicia-se a queda de cabelos. Porém este limiar de dose pode variar de acordo com a pessoa e, principalmente, de acordo com outros tratamentos como quimioterapia. Normalmente os cabelos tendem a voltar com o tempo, cerca de 2 a 4 meses após o término da irradiação.

Para doses totais acima de 50Gy (5.000cGy) é provável que não mais cresça qualquer pelo ou cabelo na área irradiada, pois nessas doses, a radiação pode destruir as raízes dos mesmos. Esta dose também pode ser inferior ou superior, dependendo do paciente e mesmo de outros tratamentos simultâneos.

9 – Existem diferenças entre fazer um tratamento num aparelho de cobalto e num acelerador?

Quando o tratamento é bem planejado e executado, não deve haver diferenças importantes com relação aos resultados. O efeito da radiação é o mesmo, não importando o aparelho.

O que existe é uma diferença significativa em relação ao tipo de técnica e homogeneidade do tratamento e possibilidade de maior preservação dos tecidos normais. De acordo com a energia do acelerador, também pode haver algumas diferenças para determinados tumores.

Em tratamentos de tumores mais profundos e próximos a órgãos sadios, em geral, são mais precisos os tratamentos em aceleradores do que em aparelhos de cobalto. Já em tumores mais superficiais o resultado é muito parecido.

Outra diferença em relação ao uso de cobalto e aceleradores é que nestes, o poder de penetração maior possibilita o uso de acessórios e composições de campos mais elaboradas que, por sua vez, propiciam maior homogeneidade de doses no tumor e menores doses nos tecidos saudáveis e mesmo a pele.

10 – O tratamento é doloroso? É necessária anestesia?

Não, a radiação não dói, não se vê e não se escuta. Os sintomas que podem surgir são devidos aos efeitos do tratamento sobre as células, o que ocorre sempre após uma série de aplicações.

Geralmente só se utiliza anestesia ou sedação quando o paciente não consegue ficar imóvel durante o tratamento, mesmo com os sistemas de imobilização para fixação da posição utilizada. Crianças muito pequenas ou adultos com problemas clínicos ou psiquiátricos são um exemplo.

Anexo 6 . A visão Científica Sobre a Energia Nuclear

Entrevista realizada pelo site www.comciencia.br/reportagens/nuclear/nuclear11.htm

Perguntamos a duas das maiores autoridades sobre energia nuclear no Brasil, os físicos José Goldemberg e Rogério César Cerqueira Leite, a sua opinião sobre algumas questões centrais envolvendo o tema. Leia as respostas:

1. A energia nuclear é indispensável no país?

José Goldemberg - *Energia nuclear para a produção de eletricidade não é indispensável para o País. Ela é útil contudo na área de aplicações médicas e industriais mas para isso os reatores nucleares de pesquisa (de baixa potência) são suficientes.*

Rogério Cerqueira Leite - *A energia nuclear é uma forma primária de energia que só pode ser aproveitada, dentro dos limites atuais da tecnologia, se transformada em eletricidade que por sua vez deverá ser transformada em outra forma de energia aproveitável para a humanidade, tais como calor, energia mecânica, luz. Ela compete, portanto, com outras formas de energia primária para a produção de eletricidade (eletricidade é apenas um vetor, um meio de transporte de energia). Para decidirmos se precisamos ou não de energia nuclear devemos compará-la com outras formas de energia primária que também servem para produzir eletricidade, sob aspectos diversos tais como econômico, segurança, ecológico, sociológico, etc. Para complicar a questão, praticamente qualquer forma de energia natural dispõe de tecnologias confiáveis para transformação em eletricidade. São concorrentes da energia nuclear, sob este aspecto limitado, o petróleo, a biomassa, o carvão, o gás natural (energias químicas), os recursos hídricos, ventos, marés (energias mecânicas), a luz solar (energia luminosa) etc. Entre estes, os concorrentes tradicionais da energia nuclear são o carvão, o petróleo, o gás natural e a hídrica. Os Estados Unidos abandonaram a opção nuclear não apenas por causa dos custos, mas também porque dispõem de carvão em abundância. O carvão é mais seguro, mas questões de poluição ainda permanecem, embora o progresso recente, sob este aspecto, seja significativo. A Alemanha abandonou, recentemente, e pela segunda vez, a energia nuclear não somente pelos custos imprevisíveis dos processos de decomissionamento e armazenamento do lixo radioativo, mas também por apreensão quanto à questão de segurança. Sob nenhum aspecto parece que para o Brasil deva ser a energia nuclear preferível. Em primeiro lugar sob o aspecto financeiro. Ela é mais cara que qualquer outra tanto para grandes blocos de eletricidade, quanto para geração localizada. Esta afirmativa se torna inquestionável quando consideramos os custos de decomissionamento e de disposição dos rejeitos.*

2. Quais as alternativas energéticas do país?

Goldemberg - *As alternativas tradicionais são a energia hidroelétrica e a produção de eletricidade a partir de usinas termoelétricas a gás. Não há problemas de abastecimento no Brasil mas problemas de planejamento. Na pior das hipóteses poderá ser importada energia da Argentina. O uso das outras alternativas (vento, fotovoltaicas e biomassa) ainda são incipientes no País mas poderiam representar um maior papel.*

Cerqueira Leite - *Hoje parece evidente que muitas fontes de energia primária deveriam colaborar para suprir as necessidades nacionais de produção de eletricidade, embora também seja evidente que por muito tempo esta necessidade ainda continue a ser suprida pelo abundante potencial hídrico ainda disponível. A opção da atual administração para compensar o problema*

de geração concentrada em pontos distantes das zonas de consumo foi a adoção do gás natural. Esta opção, ao contrário da energia nuclear, tem custos de investimentos baixos, mas custos de produção elevados. É, portanto, uma escolha oportunista, pois produzirá energia elétrica a custos muito mais elevados que os atuais. Todavia, o gás natural é pouco poluente em comparação ao petróleo e ao carvão e não é mais caro que estas duas últimas alternativas. O problema é que as reservas medidas e inferidas do único fornecedor seguro, a Bolívia, são muito limitadas, o que transforma em risco econômico elevado esta opção. Uma revisão das verdadeiras potencialidades do sistema hidrológico nacional é fundamental. Outras fontes como a eólica, a solar e a biomassa (principalmente bagaço da cana) são quantitativamente limitadas, mas podem também concorrer parcialmente, pois são economicamente competitivas com a nuclear e menos poluentes.

3. Numa escala de riscos humano e ambiental, quais as fontes energéticas mais e menos seguras?

Goldemberg - Todas as fontes de energia tem problemas ambientais e ameaças de riscos a seres humanos mas uma possível ordenação na ordem crescente de problemas é: energia hidroelétrica energia termoelétrica gerada pela queima de madeira energia termoelétrica a gás energia termoelétrica a carvão ou petróleo energia nuclear.

Cerqueira Leite - Não há produção de energia que não signifique uma intervenção no meio ambiente. A captação de energia solar evoluiu e a ocupação de grandes áreas que deixam de receber o Sol é significativa. Esta sombra é uma forma de poluição. Mas esta seria a forma menos poluente que podemos imaginar. Em segundo lugar, temos a energia eólica cujo maior mal é uma redistribuição de ventos o que, portanto, se usada em larga escala, pode intervir em micro climas. Mas solar e eólica são opções absolutamente seguras. A hidroeletricidade tem como maior inconveniente a necessidade de represamento freqüente alterando o ecossistema local. Às vezes, essas alterações são benéficas mas frequentemente provocam mudanças violentas no sistema. São, entretanto, contornáveis esses danos, se houver um planejamento adequado para toda a bacia hidrológica e percepção da questão ambiental. Qualquer opção que envolva combustível fóssil resultará em aumento do efeito estufa. Por unidade de massa de gás carbônico emitido por unidade de energia produzida o carvão será pior que o petróleo, que, por sua vez, é pior que o gás natural. Quanto à poluição local devido à contaminação do combustível por enxofre e outros poluentes, a hierarquia é a mesma. A biomassa é muito menos poluente pois não contribui para o efeito estufa e emite menores índices de poluentes químicos. Quanto à segurança, as formas tradicionais e alternativas (fósseis, hídrica, biomassa, solar) de conversão para eletricidade são equivalentes e satisfatórias. A ocorrência de acidentes é comparável a qualquer outra das formas de utilização de máquinas convencionais, e depende apenas dos cuidados costumeiros na operação. É sob este aspecto que a energia nuclear difere das demais, pois as consequências são catastróficas, embora muitos especialistas acreditem que a probabilidade de acidente seja baixa. Basta um Chernobyl, qualquer que tenha sido a sua causa, para condenarmos a energia nuclear definitivamente. É claro que se houver ameaça de extinção da humanidade por falta de energia, ou de sofrimento comparável àquele provocado pelo acidente de Chernobyl, então deveríamos assumir o risco.

4. Anunciada a desativação do programa energético nuclear na Alemanha, isso pode ter alguma influência no Brasil dado que aqui foi adotado o sistema alemão?

Goldemberg - Sim porque as usinas nucleares brasileiras (Angra 2 e 3) foram produzidas na Alemanha. Com a desativação gradual da indústria nuclear alemã haverá dentro de alguns anos problemas em obter peças e equipamentos de substituição. É o mesmo que ocorre quando se compra um carro cuja linha de produção foi desativada pela fábrica que o produziu.

Cerqueira Leite - *É pouco provável que a desativação do programa nuclear alemão afete tecnicamente a operação de Angra. Devemos lembrar, no entanto, que o histórico de usinas nucleares que tiveram sua construção interrompida por tanto tempo quanto Angra, é muito ruim. Jamais operaram adequadamente, como aliás já vem ocorrendo com Angra 1 que também teve atrasos, embora não tão longos quanto os de Angra 2.*

5. Do ponto de vista econômico é possível recuperar os investimentos feitos em Angra2 até agora?

Goldemberg - *Não. Grande parte do custo foi absorvido pelo Tesouro, incluindo juros. A única coisa que é possível recuperar é o custo de operação.*

Cerqueira Leite - *Os investimentos feitos em Angra 2 (6 bilhões de dólares) dificilmente seriam recuperados nos 20 ou 25 anos de vida que têm, em média, reatores deste porte. Mas o faturamento talvez seja suficiente para pagar o decomissionamento do sistema e o tratamento do lixo nuclear.*

6. O Brasil tem efetivamente o domínio de todo o ciclo?

Goldemberg - *Não inteiramente porque as usinas de enriquecimento não atingiram ainda plena escala industrial.*

Cerqueira Leite - *O ciclo do combustível se constitui de 3 etapas, além da extração e da concentração do urânio. A primeira etapa que é aquela referente ao enriquecimento do urânio foi dominada a nível de planta piloto mas arrisca ser perdida por falta de continuidade das pesquisas. A segunda etapa, a construção de reatores, foi interrompida ainda em nível laboratorial. Decididamente, não detemos a tecnologia de produção de reatores. A terceira fase do ciclo é constituída dos processos de tratamento do combustível usado e recuperação do urânio, do plutônio e de outros derivados economicamente interessantes. Não chegamos sequer a tentar dominá-lo, exceto por algumas iniciativas extemporâneas esparsas e sem resultados tecnológicos e econômicos aceitáveis.*

7. Se fossem desativadas Angra1 e Angra2 que conseqüências isso traria para o país?

Goldemberg - *Poucas, juntas elas fornecem menos de 3% de eletricidade do País e um melhor planejamento da Eletrobras poderia suprir sua falta.*

Cerqueira Leite - *Angra 2 ainda não entrou em operação e Angra 1 não é confiável. Resta a promessa futura de uma participação no sistema elétrico nacional que seria de uns 3% em potencial instalado. Se um dia vierem a funcionar.*

8. A questão da energia nuclear tem um demônio intrínseco ou é mais uma questão de gerenciamento e gestão do sistema com normas de segurança eficazes?

Goldemberg - *Energia nuclear tem 3 demônios intrínsecos: riscos de acidentes de grande vulto como Chernobyl, o problema do armazenamento do lixo radioativo e os problemas referentes à proliferação de produtos que podem permitir a produção de armas nucleares.*

Cerqueira Leite - *Gerenciamento e normas, além de instrução adequada e consciência são fatores que podem enjaular o demônio. Mas qualquer negligência, ou erro humano pode liberá-lo, e os operadores são humanos. Às vezes até as máquinas se comportam como os humanos e se enganam. O risco sempre existirá, como em qualquer outra atividade humana por maior que seja a automatização e por melhores que venham a ser os mecanismos de salvaguarda*

Anexo 7 . Tabela Comparativa das Fontes de Energia

Devido ao aumento da população do mundo e uma continuada comparação dos padrões de vida europeus, japoneses, e norte-americanos atuais, há uma previsível demanda de mais energia elétrica. Cada fonte de geração de energia tem vantagens e desvantagens como mostrado na tabela abaixo .

Fonte	Vantagens	Desvantagens
Carvão	<ul style="list-style-type: none"> • Barato • Fácil de recuperar (nos E. U. e na Rússia) 	<ul style="list-style-type: none"> • Requer controles de alto custo de poluição do ar (por exemplo mercúrio, dióxido de enxôfre) • Contribuinte significativo à chuva ácida e a aquecimento global • Requer o sistema extensivo de transporte
Nuclear	<ul style="list-style-type: none"> • O combustível é barato • É a fonte a mais concentrada de geração de energia • O resíduo é mais o compacto de toda as fontes • Base científica extensiva para todo o ciclo • Fácil de transportar como novo combustível • Nenhum efeito estufa ou chuva ácida 	<ul style="list-style-type: none"> • É a fonte de maior custo por causa dos sistemas de emergência, de contenção, de resíduo radioativo e de armazenamento • Requer uma solução a longo prazo para os resíduos armazenados em alto nível na maioria dos países • Proliferação nuclear potencial
Hidroelétrica	<ul style="list-style-type: none"> • Muito barato após a represa ser construída • Investimentos dos governos. Ex. o oeste dos EUA investiu pesadamente na 	<ul style="list-style-type: none"> • Fonte muito limitada pois depende da elevação da água • Muitas represas disponíveis existem atualmente (não muito como uma fonte futura, dependendo do país) • O colapso da represa conduz geralmente à perda de vidas

	<p>construção de represas. No Brasil o investimento do governo também é considerável.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • As represas afetam os peixes (por exemplo as corridas dos salmões, entre outros, até a foz do rio) • Os danos ambientais para as áreas inundadas (acima da represa) e rio abaixo
Gás / Óleo	<ul style="list-style-type: none"> • Bom sistema de distribuição para os níveis de uso atuais • Fácil de obter • Melhor fonte de energia para o aquecimento de espaços 	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidade muito limitada como mostrado por faltas durante o inverno nos países frios. • Poderia ser o contribuinte principal do aquecimento global • Caro para geração de energia • A grande oscilação dos preços conforme a oferta e a demanda
Vento	<ul style="list-style-type: none"> • O vento é grátis, se disponível • Boa fonte para suprir a demanda de bombeamento periódico de água nas fazendas, como já visto em vários países no início do século. 	<ul style="list-style-type: none"> • Necessita 3x a quantidade de geração instalada para atingir à demanda • Limitado a poucas áreas . • O equipamento é caro de se manter • Necessita de armazenamento de energia de alto custo (por exemplo baterias) • Altamente dependente do clima - o vento pode danificá-lo durante fortes ventanias ou não girar durante dias, conforme a estação do ano. • Pode afetar pássaros e colocá-los em perigo.
Solar	<ul style="list-style-type: none"> • A luz solar é grátis, quando disponível 	<ul style="list-style-type: none"> • Limitado às áreas ensolaradas do mundo (muita demanda quando está pouco disponível, por exemplo no aquecimento solar) • Requer materiais especiais para espelhos/painéis que pode afetar o meio ambiente • A tecnologia atual requer quantidades grandes de terra para quantidades pequenas de geração da energia
Biomassa	<ul style="list-style-type: none"> • A indústria está em 	<ul style="list-style-type: none"> • Ineficiente se forem usadas plantas

	sua infância	pequenas
	<ul style="list-style-type: none"> • Poderia criar empregos pois plantas menores poderiam ser usadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Poderia ser um contribuinte significativo para o aquecimento global pois o combustível tem baixo índice de contenção de calor
Combustível a partir de resíduos	<ul style="list-style-type: none"> • O combustível pode ter baixo custo • Poderia criar empregos pois plantas menores poderiam ser usadas • Emissões baixas de dióxido de enxôfre 	<ul style="list-style-type: none"> • Ineficiente se forem usadas plantas pequenas • Poderia ser um contribuinte significativo para o aquecimento global pois o combustível tem baixo índice de contenção de calor • As cinzas podem conter metais como o cádmio e chumbo • Libera no ar e nas cinzas substâncias tóxicas como dioxinas e furanas
Fusão	<ul style="list-style-type: none"> • O hidrogênio e o trítio poderiam ser usados como fonte de combustível • Geração mais elevada de energia por unidade de massa do que na fissão • Níveis mais baixos de radiação associados ao processo do que em reatores baseados em fissão 	<ul style="list-style-type: none"> • O ponto rentabilidade ainda não foi alcançado após aproximadamente 40 anos de pesquisa de alto custo e as plantas comercialmente viáveis são esperadas para daqui a 35 anos.

Fonte: <http://www.cannon.net/~gonyeau/nuclear/why.htm>

Anexo 8 . Filmes Indicados

Os senhores do holocausto (Day one). EUA, 1989. Dir. Joseph Sargent. Com Brian Dennehy e Hal Holbrook.

O início do fim (Fat man and little boy) . EUA, 1989. Dir. Roland Joffé. Com Paul Newman, Dwight Schultz, Bonnie Bedelia e John Cusack.

Há 55 anos, em 6 de agosto de 1945, foi lançada dos céus de Hiroshima a primeira bomba atômica. Chamada de Fat Man, sua explosão causou a morte instantânea de 70 mil pessoas. Outras 130 mil morreram momentos depois, após uma intensa agonia. Para produzir este artefato de poder destrutivo nunca antes atingido foi criado o primeiro projeto de Big Science da ciência moderna. O projeto Manhattan reuniu físicos de todo o mundo - sob o comando do cientista J. R. Oppenheimer e do general Leslie Groves - para a criação da arma que imporia o fim da Segunda Guerra Mundial.

Os filmes O início do fim e Os senhores do holocausto contam esta história. O medo de que os alemães estivessem trabalhando com uma arma semelhante, o desconhecimento do perigo do material radioativo, os conflitos entre o método de trabalho dos cientistas e dos militares, o ambiente de sigilo e confinamento criado pelos militares e as primeiras dúvidas sobre a ética do projeto são retratados, embora de maneira diferente, em ambos os filmes. Os senhores do holocausto constrói os personagens de uma maneira mais estereotipada (o general durão, o cientista anárquico e criativo), apesar de ser mais completo por ser mais longo. O início do fim é dirigido por Roland Joffé (A missão) e mostra como a bomba era importante para os militares não apenas para a Segunda Guerra (que já estava ganha quando a bomba foi lançada em Hiroshima) mas que seria um dos instrumentos mais importantes para a Guerra Fria que se iniciava.

A síndrome da China (The China syndrome). EUA, 1978. Dir. James Bridges. com Jane Fonda, Jack Lemmon e Michael Douglas.

O acidente de Three Mile Island foi o primeiro acidente envolvendo uma usina nuclear a sensibilizar a opinião pública para os riscos que ela trazia. Lançado doze dias antes do acidente, o filme A síndrome da China retrata as dificuldades de uma equipe de reportagem, que documentou um princípio de acidente em uma usina nuclear, para trazer o documento a público. Se a filmagem se tornasse de conhecimento público, a autorização para o funcionamento de uma nova unidade da usina estaria em risco, o que faz com que os donos da

usina passem influenciar a rede de TV para que não exibam o documento. O princípio de acidente teria sido causado pela desatenção à algumas normas de segurança dispendiosas. A síndrome da China a que se refere o título é o nome do efeito que um acidente com este tipo de reator poderia trazer. O aquecimento interno tornar-se-ia incontrolável e o vaso em que o reator é contido derreteria, passando a afundar no chão até que chegasse na China. Além de ser um suspense emocionante, o filme dirigido por James Bridges é um alerta sobre como as pressões comerciais podem inibir uma preocupação séria com a segurança. No caso de uma usina nuclear, isto pode colocar a vida de um incontável número de pessoas em risco.

O filme mais recente sobre o assunto é **Césio no Sangue**, do sueco Lars Westmann, que vive atualmente na Bahia. Ele deu continuidade a um documentário que produziu na época do acidente, veiculado numa televisão estatal da Suécia, intitulado *Tenho Césio Dentro do Sangue e Tenho Medo*. O cineasta voltou a Goiânia e nos meses de outubro e novembro de 2001, rodou *Césio no Sangue*. Ele afirma ter encontrado um cenário triste, pois várias pessoas morreram, algumas estão muito doentes e a maioria permanece com medo de falar sobre o assunto.

Césio no Sangue, financiado pela empresa Westman's Film, foi apresentado no IV Festival de Cinema Ambiental (IV Fica), realizado em junho deste ano na Cidade de Goiás (GO). Um outro filme sobre o césio que concorreu no Fica é *Amarelinha*, do goiano Ângelo Lima. Apesar de não ter sido premiado no festival, o cineasta sueco segue com o seu interesse pelo assunto e dará sequência às filmagens sobre o acidente com o Césio-137. Ele ressalta que descobriu, durante o Fica, famílias de vítimas do Césio, portadoras de radiação, e deseja investigar. Apesar de produzir filmes variados, seu interesse maior é pelo problema nuclear no planeta. Ele informa que há 387 máquinas como a que causou o acidente com o Césio-137, que estão desaparecidas.

Outro filme sobre o acidente com o Césio-137, em fase de organização, é **Silêncio Azul**, uma co-produção das empresas Etnia Produções Cinematográficas, do cineasta goiano Luiz Eduardo Jorge, da Máster Cine Vídeo Produções, e de Laura Pires, viúva do cineasta baiano Roberto Pires, autor do longa-metragem *Césio-137*, lançado em 1990, que teve em seu elenco Nelson Xavier, Joana Fomm e Paulo Gorgulho. O sueco Lars Westman também participará desse novo projeto.

De acordo com Luiz Eduardo Jorge, que é professor de Antropologia Visual e Cinema da Universidade Católica de Goiás, o novo filme será uma abordagem histórica da radioatividade. Em decorrência disso, estão previstas locações na usina de Angra I, em Angra dos Reis (RJ), em Hiroshima, Nagasaki e Chernobyl, maiores vítimas mundiais de radioatividade, e em Cuba, onde algumas vítimas do Césio-137 se trataram, o que permitirá

fazer uma correlação com o acidente de Goiânia. O professor explica que Silêncio Azul terá uma narrativa lírica. Mas o filme é, segundo ele, um "docudrama", em que será evidenciado o sentimento das pessoas. "A bomba do césio e as demais já são drama pela própria natureza delas", observa.

*Para a realização do filme, serão ouvidas pessoas atingidas pelo acidente com o Césio-137, autoridades, médicos, pesquisadores e será feito um levantamento estatístico, de investigação, para saber, realmente, quantas pessoas morreram. O professor da Universidade Católica de Goiás dará sequência ao trabalho de Roberto Pires, cineasta baiano morto há pouco mais de um ano e que, entre outras filmagens, produziu o longa-metragem **Césio-137**, em 1990, um filme reconhecido pela força de denúncia que contém. Para produzir o filme Roberto Pires foi a Goiânia, ouviu os moradores atingidos e chegou a entrar no depósito do césio, em Abadia de Goiás. Para Laura Pires, sua viúva, o câncer que o matou é decorrência dos efeitos da radiação.*

Anexo 9 . Sugestão de Alguns Livros Paradidáticos e de Apoio

- CANTO, Eduardo Leite do. **Plástico: bem supérfluo ou mal necessário?** Coleção Polêmica. São Paulo: Moderna. 1995.
- _____. **Minerais, minérios, metais: de onde vêm? Para onde vão?** Coleção Polêmica. São Paulo: Moderna. 1996.
- Ciência Hoje na Escola: **Química no dia-a-dia**. Rio de Janeiro: Editora Global. V. 6. 1998.
- COTRIM, Beatriz Carlini. **Drogas: mitos e verdades**. Coleção De Olho na Ciência. São Paulo: Editora Ática. 1999.
- EMSLEY, John. **Moléculas em exposição**. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda. 2001
- GEWANDSZNAJDER, Fernando. **Nutrição**. Coleção De Olho na Ciência. São Paulo: Editora Ática. 2000.
- GIFFORD, Clive. **O frasco da perdição**. Coleção mistério da Ciência. São: Scipione. 1997.
- HELENE, Maria Elisa Marcondes; *et al.* **Poluentes atmosféricos**. Coleção Ponto de Apoio. São Paulo: Scipione. 1994.
- HELENE, Maria Elisa Marcondes. **Florestas: desmatamento e destruição**. Coleção Ponto de Apoio. São Paulo: Scipione. 1996.
- _____. **A radioatividade e o lixo nuclear**. Coleção Ponto de Apoio. São Paulo: Scipione. 1996.
- JAMES, Barbara. **Lixo e reciclagem**. Coleção Salve o Mundo. São Paulo: Scipione. 1997
- MATEUS, Alfredo Luis. **Química na cabeça**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2001.
- MELLETT, Peter; ROSSITER, Jane. **Energia do alimento**. Coleção Ciência Através da Culinária. São Paulo: Scipione. 1995.
- NOVAIS, Vera Lúcia Duarte de. **Ozônio: aliado e inimigo**. Coleção Ponto de Apoio. São Paulo: Scipione. 1998.
- SILVA, Eduardo Roberto da; SILVA Ruth Rumiko Hashimoto da. **Álcool e gasolina: combustíveis do Brasil**. Coleção Universo da Ciência. São Paulo: Scipione. 1992.
- VAITSMAN, Delmo Santiago; AFONSO, Júlio Carlos; DUTRA, Paulo Bechara. **Para que servem os elementos químicos**. Rio de Janeiro: Interciência. 2001.
- VANIN, José Atílio (Tradução). **Química**. Série Atlas Visuais. São Paulo: Editora Ática. 1997.
- WOLKE, Robert L. **O que Einstein disse a seu cozinheiro: a ciência na cozinha**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editora. 2003.

Estas obras citadas são apenas alguns exemplos de material de apoio que se dispõe para a área de química. Sua variedade é ainda muito maior, basta que se pesquise nas editoras. Mas vale lembrar que a forma como estes livros serão utilizados em sala de aula é que fará a diferença.

Os temas abordados pelos livros são bastante interessantes, mas alguns deles já são bem antigos e merecem um pouco mais de atenção. Por isso o professor deve, antes de mais nada estudá-los a fundo para que, depois, ele sejam capazes de desenvolver atividades, criar questões e gerar as discussões.

Anexo 10 . Cópias de Reportagens

Optei por utilizar reportagens da Revista Super Interessante, já que este é um dos periódicos “científicos” que os estudantes têm maior contato. Além disso também é consideravelmente acessível aos professores que não têm possibilidade de utilizar outros recursos disponíveis como Internet, ou material impresso de apoio. Nada impede, no entanto, que se utilize outros periódicos, desde que as reportagens tenham relação com o tema proposto.