

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E  
TECNOLÓGICA**

---

**LEILA INÊS FOLLMANN FREIRE**

**PENSAMENTO CRÍTICO, ENFOQUE EDUCACIONAL CTS E O ENSINO DE  
QUÍMICA**

---

**FLORIANÓPOLIS – SC**

**2007**

**LEILA INÊS FOLLMANN FREIRE**

---

**PENSAMENTO CRÍTICO, ENFOQUE EDUCACIONAL CTS E O ENSINO DE  
QUÍMICA**

---

**FLORIANÓPOLIS – SC**

**2007**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

“PENSAMENTO CRÍTICO, ENFOQUE EDUCACIONAL CTS E O ENSINO DE QUÍMICA”

Dissertação submetida ao Colegiado  
do Curso de Mestrado em Educação  
Científica e Tecnológica em  
cumprimento parcial para a  
obtenção do título de Mestre em  
Educação Científica e Tecnológica

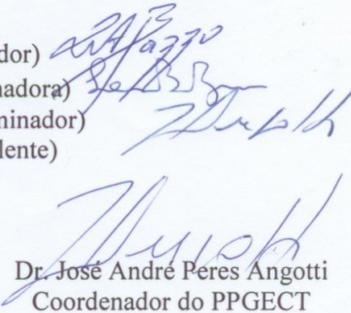
APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA em 06/11/2007

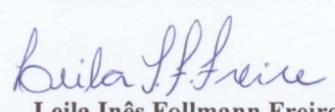
Dr. Walter Antonio Bazzo (Orientador)

Dr<sup>a</sup>. Lenir Basso Zanon (Examinadora)

Dr. José André Peres Angotti (Examinador)

Dr. José de Pinho Alves Filho (Suplente)

  
Dr. José André Peres Angotti  
Coordenador do PPGECT

  
Leila Inês Follmann Freire

Florianópolis, Santa Catarina, novembro de 2007.

## ***Dedicatória***

---

A Deus, por sua providência e benção em minha vida.

Ao meu esposo - Alex - pelo companheiro e amigo que é. Pela compreensão, incentivo e paciência que teve diante de minhas ausências e, principalmente, pelo seu amor e dedicação, o que prova a importância de uma vida a dois.

À minha filha - Maria Luiza - pelo amor construído e pelas aprendizagens diárias.

A meus pais, Darci e Erenita, que mesmo na distância estiveram sempre presentes, apoiando e não medindo esforços para que meus sonhos se realizassem.

Esse trabalho não teria se concretizado senão fosse pelo apoio de vocês.

Agradeço e que Deus os abençoe sempre!

## ***Agradecimentos***

---

Agradeço a Deus, a quem sempre recorri nos momentos de angústia e dúvida. A certeza de que um dia chegaria ao trabalho final era renovada todos os dias por uma força que independia de mim.

Aos meus pais, pelo grande incentivo dado em todas as decisões tomadas em minha vida, e principalmente pelas palavras de apoio e pelo carinho dado.

Aos meus alunos envolvidos, pelos momentos de ensino-aprendizagem.

À minha amiga de mestrado Nadir Boing Maestri pelos momentos de confidências que partilhamos.

Aos meus colegas de mestrado, que souberam se fazer presente em muitos momentos especiais, de aprendizado e de descontração.

Ao prof. Dr. Walter Antonio Bazzo, pela dedicação, paciência e contribuição, qualidades decisivas num orientador que ama o que faz e confia naquele que orienta.

Aos professores e coordenadores do curso de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, pelos subsídios e aconselhamentos fornecidos durante todo o curso e, principalmente, por acreditar em minhas capacidades.

E a todos que contribuíram direta ou indiretamente com o desenvolvimento deste trabalho.

**Este trabalho tem muito de todos vocês.**

***Menor que meu sonho, não posso ser.***

Lindolf Bell, poeta.

## Resumo

---

Neste estudo aponto o Ensino de Química com enfoque CTS como uma das possibilidades de desenvolver junto aos alunos o pensamento crítico em relação à Ciência e à Tecnologia.

É possível perceber uma relação muito grande entre o enfoque educacional Ciência, Tecnologia e Sociedade e a perspectiva de Pensamento Crítico (PC) desenhada para esta pesquisa. Ela está alicerçada nos pensamentos de Carraher (1983), Lipman (1995) e Freire (1986; 2000). A partir destes autores, o PC passa a ser entendido como a capacidade de analisar profundamente, questionar, discutir problemas e buscar soluções racionais adequadas, levando em consideração as diferentes opiniões sobre um mesmo assunto. Aliado ao Ensino de Química num enfoque CTS o desenvolvimento do Pensamento Crítico ganha aplicação prática na sala de aula. Neste sentido, realizei um trabalho empírico com duas turmas de estudantes do ensino médio, com atividades voltadas ao desenvolvimento do PC.

Realizei sondagens iniciais e finais sobre o nível de pensamento crítico dos participantes e pude evidenciar que após a aplicação de seqüências didáticas, estruturadas sob a perspectiva CTS-PC, a capacidade de pensamento deles melhorou. As atividades realizadas em ambas as turmas durante as seqüências didáticas se basearam em casos simulados, uma atividade típica do enfoque CTS, e atividades dirigidas à educação do pensamento.

Com resultados principais apresento as metodologias utilizadas e os seus desdobramentos. Concluo apontando os principais avanços que os estudantes tiveram em sua maneira de pensar a Ciência e a Tecnologia e o desenvolvimento que as atividades trouxeram para o pensamento crítico.

**Palavras-chave:** Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), Pensamento Crítico, Ensino de Química.

## Abstract

---

In this study I point the Teaching of Chemistry with focus CTS as one of the possibilities of developing the students close to the critical thought in relation to the Science and to the Technology.

It is possible to notice a very big relationship among the focus education Science, Technology and Society and the perspective of Critical Thought (PC) drawn for this research. She is found in the thoughts of Carraher (1983), Lipman (1995) and Freire (1986; 2000). Starting from these authors, PC passes to be understood as the capacity to analyze deeply, to question, to discuss problems and to look for appropriate rational solutions, taking into account the different opinions on a same subject. Ally to the Teaching of Chemistry in a focus CTS the development of the Critical Thought wins practical application in the classroom. In this sense, I accomplished an empiric work with students' of the medium teaching two groups, with activities returned to the development of PC.

I accomplished initial and final surveys on the level of the participants' critical thought and I could evidence that after the application of didactic sequences, structured under the perspective CTS-PC, the capacity of thought of them got better. The activities accomplished in both groups during the didactic sequences were based in simulated cases, a typical activity of the focus CTS, and activities driven to the education of the thought.

As main results present the used methodologies and their unfoldings. I conclude the main progresses that the students had in his/her way of thinking the Science and the Technology and the development that the activities brought for the critical thought appearing.

**Key words:** Science-technology-society (CTS), Critical Thought, Teaching of Chemistry.

## Lista de Tabelas e Quadros

---

<b>Quadro-resumo das categorias analíticas CTS</b>	71
<b>Quadro-resumo das categorias analíticas PC</b>	76
<b>Quadro-resumo das categorizações CTS para as Opiniões dos questionários iniciais e finais</b>	79
<b>Tabela 1: Respostas ao questionário inicial das quatro turmas</b>	81
<b>Tabela 2: Respostas ao questionário inicial da terceira série</b>	89
<b>Tabela 3: Somatório das categorias PC no questionário inicial – 3ª série</b>	91
<b>Tabela 4: Respostas ao questionário final da terceira série</b>	99
<b>Tabela 5: Somatório das categorias PC no questionário final – 3ª série</b>	106
<b>Tabela 6: Respostas ao questionário inicial da segunda série</b>	108
<b>Tabela 7: Somatório das categorias PC no questionário inicial – 2ª série</b>	110
<b>Tabela 8: Respostas ao questionário final da segunda série</b>	120
<b>Tabela 9: Somatório das categorias PC no questionário final – 2ª série</b>	126

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b>	11
<b>RAZÕES DESTA PESQUISA</b>	14
<b>1 EDUCAR O PENSAMENTO</b>	19
1.1 O pensar	19
1.2 O pensar por si próprio	20
1.3 Educação para o pensar	21
1.4 O pensamento crítico	26
1.5 O papel do professor no desenvolvimento do pensamento crítico	29
<b>2 AS IMAGENS DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA</b>	32
2.1 A Ciência como objeto de estudo	32
2.1.1 Concepções internalistas e externalistas da Ciência	33
2.1.2 Os valores da Ciência e na Ciência	35
2.2 A Tecnologia como objeto de estudo	37
2.2.1 Sobre a Tecnologia	38
2.2.2 O processo tecnológico	39
2.3 E agora?	42
<b>3 O ENFOQUE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS)</b>	44
3.1 Origens do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade	44
3.2 O enfoque CTS na educação	46
3.3 O enfoque CTS no ensino de Química	49
<b>4 PREMISSAS AO DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO CTS</b>	52
4.1 Níveis de consciência, pensamento crítico (PC) e CTS	52
4.2 Educação em Ciências: porque aliar CTS e Pensamento Crítico (CTS-PC)?	57
<b>5 QUESTÕES METODOLÓGICAS</b>	60
5.1 Instrumentos para a coleta de informações	64
5.2 Categorias de análise dos questionários iniciais e finais	68
5.2.1. Categorias e subcategorias CTS de análise dos questionários	68
5.2.2. Categorias PC de análise dos questionários	71
<b>6 PLANO DE AÇÃO CTS-PC</b>	77
6.1 A idéia sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade de estudantes do nível médio	81
6.2 O trabalho com a terceira série	89
6.2.1 Análise do questionário inicial	89
6.2.2 Seqüência didática baseada num caso simulado	92
6.2.3 Análise do questionário final	98

<b>6.3 Trabalho com a segunda série</b>	107
<b>6.3.2 Atividades direcionadas ao desenvolvimento do PC</b>	111
<b>6.3.3 Caso simulado/real: apresentação, discussão e análise</b>	117
<b>6.3.4 Análise do questionário final</b>	119
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	128
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	134
<b>Anexo 1: Questionário inicial CTS-PC</b>	139
<b>Anexo 2: Situação inicial para discussão de inter-relações CTS</b>	143
<b>Anexo 3: Cronograma de aulas</b>	144
<b>Anexo 4: Respostas na íntegra de todas as turmas ao questionário inicial (CD)</b>	CD
<b>Anexo 5: Detalhamento das categorizações PC 3ª série (questionário inicial)</b>	152
<b>Anexo 6: Notícia inicial do caso simulado</b>	153
<b>Anexo 7: Questionário final CTS-PC 3 serie</b>	154
<b>Anexo 8: Respostas na íntegra da 3ª serie ao questionário final (CD)</b>	CD
<b>Anexo 9: Detalhamento das categorizações PC 3ª série (questionário final)</b>	158
<b>Anexo 10: Detalhamento das categorizações PC 2ª série (questionário inicial)</b>	159
<b>Anexo 11: Textos: Carvão, Petróleo bruto, Gás natural</b>	160
<b>Anexo 12: Experimento: produtos da combustão de diferentes combustíveis</b>	166
<b>Anexo 13: Texto Química Ambiental: O Ser Humano e a Atmosfera</b>	167
<b>Anexo 14: Textos de alunos sobre Aquecimento Global, Efeito Estufa e queima de combustíveis fósseis. (CD)</b>	CD
<b>Anexo 15: Experimento: decomposição de matéria orgânica e velocidade de reação</b>	169
<b>Anexo 16: Experimento: fatores que influenciam na velocidade das reações</b>	170
<b>Anexo 17: Questionário Final CTS-PC 2ª serie</b>	171
<b>Anexo 18: Respostas na íntegra da 2ª serie ao questionário final (CD)</b>	CD
<b>Anexo 19: Detalhamento das categorizações PC 2ª série (questionário final)</b>	174

## INTRODUÇÃO

A partir da promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional em 1996 - Lei 9.394/96 (Brasil, 1996), o Ensino Médio passou a ser considerado como parte da Educação Básica. Sendo assim, é direito de todo cidadão e constituiu-se como base comum para a formação da cidadania.

Outro caráter atribuído ao ensino médio (EM) através da LDB é o de terminalidade, ou seja, o ensino médio como etapa final da Educação básica. Assim, esse ensino médio deve contribuir para a formação da pessoa humana de modo que esta consiga inserir-se na sociedade atual. Pelo *Art. 1º § 2º da Lei 9.394/96*, o EM deve:

...aprimorar o educando como pessoa humana; [...] garantir a preparação básica para o trabalho e a cidadania; dotar o educando de instrumentos que o permitam 'continuar aprendendo', tendo em vista o desenvolvimento da compreensão dos 'fundamentos científicos e tecnológicos dos processos produtivos' (Brasil, 1999:22).

Estas características que o educando deve desenvolver durante a educação básica requerem uma formação além dos conhecimentos próprios de cada disciplina cursada. Formar o educando como pessoa humana implica em discutir valores, atitudes e normas próprias de uma sociedade. Tudo isso contribui para a formação da cidadania. A preparação para o trabalho requer além de normas, valores e atitudes, desenvolvimento interpessoal e aprimoramento de conhecimentos técnicos.

Continuar aprendendo depois que é dada por encerrada a etapa da educação básica, é fundamental em um mundo de mudanças contínuas. Dotar o educando de instrumentos que o permitam continuar aprendendo não é uma tarefa simples, mas todo o contexto do ensino (ambiente escolar, atores, materiais...) pode contribuir para desenvolver essa capacidade nos jovens.

Neste estudo, penso ser importante discorrer sobre o "*desenvolvimento da compreensão dos fundamentos científicos e tecnológicos dos processos produtivos*".

Em primeiro lugar, é preciso entender que os fundamentos científicos e tecnológicos dos processos produtivos não são trabalhados na escola. O que se trabalha são conteúdos isolados, que são importantes para a compreensão do todo, porém, se não houver a integração dos conhecimentos, eles ficam sem sentido e servem apenas para “preencher cadernos”. É preciso tornar o ensino menos fragmentado para que ele possa ser útil ao estudante em sua vida de trabalho, em sociedade e para exercer sua cidadania. Além dos processos produtivos, os processos sociais poderiam e deveriam ser trabalhados na escola. Isto porque, a formação que é idealizada pelos documentos oficiais no Brasil prevê a formação integral do jovem.

No PCN+ (Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio) encontramos:

Num mundo como o atual, de tão rápidas transformações e de tão difíceis contradições, **estar formado para a vida** significa mais do que reproduzir dados, denominar classificações ou identificar símbolos. (Brasil, 2002:9) (Grifo meu).

Esse ‘estar formado para a vida’, preconizado pelos PCN’s como uma necessidade para o jovem contemporâneo, está em sintonia com a finalidade do ensino médio definida na LDB (como descrito nos parágrafos anteriores), porém, fica distante da realidade encontrada nas escolas. Esta, ainda é marcada pelo excesso de conteúdos abstratos, quase ausência de desenvolvimentos atitudinais, morais e éticos, deficiência no desenvolvimento de habilidades de pensamento, de interpretação, de argumentação. Não estou<sup>1</sup> querendo afirmar que os conteúdos não são importantes, mas que aliado a eles faz-se fundamental o desenvolvimento de valores e habilidades que tornem aqueles conhecimentos teóricos válidos para a vida do jovem.

A meu ver ‘estar formado para a vida’ é, falando simplificada, ser capaz de enfrentar situações cotidianas que envolvem conhecimentos científicos e tecnológicos, valores éticos e morais, e posicionar-se criticamente frente a elas. Para isso, é necessário ter uma fundamentação de conteúdos em ciências, humanidades, literatura, artes... O ensino médio deve oferecer essa fundamentação em conteúdos, mas sem dissociá-los do contexto em que surgiram e no qual serão utilizados.

---

<sup>1</sup> Utilizarei a primeira pessoa do singular no decorrer do texto nos momentos que estiver descrevendo uma idéia própria, não necessariamente inédita, mas única no contexto desta pesquisa.

A proposta dos Parâmetros Curriculares Nacionais dá um indicativo de como se fará essa formação para a vida no ensino médio:

Mais que uma simples reformulação de conteúdos ou tópicos, pretende-se promover uma mudança de ênfase, visando à vida individual, social e profissional, presente e futura, dos jovens que freqüentam a escola média (Brasil, 1999:236).

Concordo com esse dizer de que a mudança de ênfase é necessária para chegar à formação idealizada pelos documentos oficiais e que, de um modo geral, me parece bem fundamentada. Acredito que a reformulação de conteúdos deva se dar em alguns cortes e outros acréscimos, mas que, por si só, não trarão as desejadas mudanças. Somente a mudança de ênfase no ensino pode alcançar isso.

A proposta deste projeto de pesquisa é, além de propor uma maneira viável de chegar a essa mudança, promovê-la ativamente em sala de aula, mais especificamente nas aulas de Química. Tenho consciência de que somente as aulas de Química não são suficientes para dar a formação necessária ao jovem. Mas como eu, pesquisadora, sou professora dessa disciplina, tenho formação específica para essa atuação e, mais importante, entendo a Química não somente como um fragmento do conhecimento humano, mas como uma conexão com toda a aprendizagem que um cidadão deve construir em sua vida, acredito serem válidas ações desta natureza. Embora o ideal seja que todo o ensino fosse trabalhado sob essa perspectiva, as contribuições individuais têm sua importância reconhecida.

Essa mudança de ênfase pode ser realizada de várias maneiras, através da utilização de metodologias e pedagogias alternativas. Mas por detrás disso, certamente, está uma postura epistemológica do professor e daqueles que atuam na educação. Assim, parece que o problema é anterior aos conteúdos e à ênfase que lhes é dado na escola, e está no modo como é encarado o processo de ensino pelos seus agentes. Mas isso já é outra história. A preocupação aqui são os alunos e sua relação com o processo de ensino. O que apresento nesta pesquisa como uma possibilidade de contribuição para a solução aos problemas citados é a utilização de um enfoque CTS (Ciência Tecnologia e Sociedade) no ensino de Química como forma de promover a 'mudança de ênfase' e formar o jovem e – porque não dizer também o professor? – para atuar criticamente na sociedade em que se situa, principalmente em relação às questões que envolvem Ciência e Tecnologia.

Outro fator importante, que considero como um pressuposto pessoal (apesar

de já existirem alguns pesquisadores que apontam para isso<sup>2</sup>), é que um enfoque educacional CTS requer muito mais do que trabalhar com temas e assuntos científicos e tecnológicos socialmente relevantes. Requer, igualmente, desenvolver o pensamento crítico com os alunos<sup>3</sup>, de modo a auxiliá-los a desmitificar muitas situações que envolvem Ciência e Tecnologia, observar os fatos cotidianos sob diferentes pontos de vista, sem render-se ingenuamente às modas pré-fabricadas de pensamento, aos jargões e chavões de opinião coletiva, aos modismos e ao consumo sem reflexão e crítica.

## **RAZÕES DESTA PESQUISA**

Diversas leituras e análises da sociedade nos mostram que o ensino no Brasil nunca foi de excelência. Várias circunstâncias já demonstraram isso. A baixa avaliação dos alunos brasileiros em testes de avaliação internacionais, como o PISA e as olimpíadas internacionais de matemática e ciências, são bons exemplos. Poderia discorrer sobre esses eventos e testes, como eles ocorrem, o que priorizam, que assuntos são abordados, mas não é este o interesse que tenho. Apenas, é importante lembrar que nestes testes os alunos precisam ter muito conhecimento específico e saber articulá-lo a situações diversificadas.

Mas há que se ter certo cuidado ao tratar destes testes e eventos. A posição que assumo diante do ensino que forma o cidadão e não apenas o adestra para responder questões puramente técnicas, não aponta estes testes como referência em educação. Porém, é importante que essa realidade seja exposta. Se os documentos oficiais não priorizam a formação puramente conceitual, e aludem a nuances mais humanísticas, sociais e pessoais, somente com conhecimentos específicos não chegaremos a ela.

Parte desse fracasso em testes mundialmente reconhecidos se deve ao descaso dos governos. E é o ensino público que sofre mais acentuadamente as

---

<sup>2</sup> Cachapuz, Praia e Jorge, 2000; Iozzi, 1987; Tal et al., 2001; Bybee e DeBoer, 1994; Vieira e Martins, 2005.

<sup>3</sup> Quando no decorrer do texto utilizo a palavra 'aluno' é preciso entender que esta não traz consigo uma conotação pejorativa, no sentido de ser ele alguém "sem luz", sem sabedoria, como muitos textos apontam. Por força do hábito de professora de chamar os estudantes de alunos, e porque inúmeros textos e estudos também reconhecem os estudantes como alunos, utilizarei neste texto a palavra aluno como sinônimo de estudante.

mazelas da falta de interesse dos governos pela educação. Mas, precisamos admitir que nem tudo está tão ruim assim, algumas poucas ações vêm sendo realizadas no decorrer dos anos. Cada novo ministro da Educação que toma posse procura reformar a educação, porém, esse trabalho requer mais do que ações meramente pontuais e de ordem dos grandes escalões da política. Alguns passos já foram dados. Com a promulgação, em 1996, da Lei 9.394 das Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), em 1999 com a publicação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e de todos os seus desdobramentos, como o PCN+ Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais publicados em 2002 e das Orientações Curriculares Nacionais do Ensino Médio (Brasil, 2006). Embora a passos lentos, a educação, encarada como política pública, vem sendo reformulada. O ensino de Ciências que segue as mesmas linhas gerais da Educação nacional vem sofrendo mudanças, ainda que lentas, no sentido mais restrito de reformular as abordagens dadas aos conteúdos.

A Educação em Ciências extremamente conteudística/conceitual à qual os alunos estão sendo submetidos não consegue conduzir os jovens a observarem e analisarem criticamente a sociedade em que estão inseridos, o que os torna menos cidadãos, menos preparados para o mundo do trabalho e menos aptos para continuar aprendendo no decorrer da vida. Aliás, a educação demasiadamente conteudística/conceitual em qualquer disciplina não forma o jovem que a LDB e os PCN's propõe.

Então, para que serviram todos os anos de banco de escola? Para acumular bagagem científica que o jovem não é capaz de articular à sua vida? Talvez sirvam para desenvolver capacidades de raciocínio matemático e/ou de alfabetização. Mas para isso não são necessários tantos anos de investimento (ou seria desperdício?) na criança e no adolescente. Basta! Não é nisso que acreditamos! A Educação tem um potencial enorme para desenvolver o jovem e dar subsídios a ele para ser uma pessoa mais formada e informada. Só nos resta promover o que nos dispomos a fazer nesta pesquisa: desenvolver o pensamento crítico nos alunos.

Um dos pontos que é bastante detalhado, principalmente nos PCN's, é a educação para o trabalho e para a vida em sociedade. Para isso os Parâmetros propõe que os educandos devam entender e opinar sobre as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (relações CTS).

O enfoque CTS trata, grosso modo, das inter-relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Apesar das diferentes nuances no contexto mundial, 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 convergirem nele 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” (BAZZO, LINSINGEN & PEREIRA: 2003:125).

Porém, o ensino de Ciências, incluindo a Química, que vem ocorrendo nas escolas não tem em sua prática momentos de discussões sobre as relações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade. Aliás, não se fala nem sobre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade separadamente. Como já salientamos, o que se tem é um ensino fragmentado e conteudista.

No decorrer do texto dos PCN's, é possível encontrar várias vezes nas entrelinhas, ou mesmo declaradamente, orientações para a inclusão de inserções/abordagens CTS no Ensino Médio. Falando do que o educando de ensino médio precisa saber ao terminar essa etapa da Educação, encontramos:

...cabe compreender os princípios científicos presentes nas tecnologias, associá-las aos problemas que se propõe solucionar e resolver os problemas de forma contextualizada, aplicando aqueles princípios científicos a situações reais ou simuladas (Brasil, 1999:34).

No Brasil os estudos sobre o enfoque CTS na Educação ainda são recentes. Nos Estados Unidos e em alguns países europeus essa tradição já é muito mais antiga, até pelo fato de o movimento CTS ter tido sua origem nestas regiões.

Mas em nosso país os estudos que existem sobre CTS na Educação são bastante aplicados. Em sua tese de doutorado, Pinheiro (2005) faz um apanhado breve dos trabalhos em Educação CTS aqui publicados.

No Brasil, Zylberstajn e Cruz (1994), Bazzo (1998), Auler (1998, 2002), Leal e Gouveia (1999), Mion et al. (1999), Peruzzi e Tomazello (1999), Auler e Delizoicov (1999), Bazzo e Colombo (2001), Cruz (2001), Koepsel (2003), Santos e Mortimer (2000), Santos e Schnetzler (2003) desenvolveram estudos que culminaram em propostas aplicadas em sala de aula, principalmente voltadas para o ensino de ciências, como também pesquisas direcionadas à formação de professores em ciências.(p. 93)

De acordo com a autora, esses trabalhos demonstraram ser possível e vantajosa, em termos de desenvolvimento de atitudes e posicionamentos críticos, a utilização do enfoque CTS na Educação (Pinheiro, 2005).

Silva (2005) em sua pesquisa de mestrado relacionou diversos pesquisadores na área de CTS no campo educacional que apontam à possibilidade do desenvolvimento de habilidades e conhecimentos relativos ao pensamento crítico a partir do referido enfoque. Eles<sup>4</sup> afirmam que o Ensino de Ciências na perspectiva CTS favorece o desenvolvimento de habilidades de investigação e comunicação (tais como a leitura e interpretação, busca e análise de informações, discussão e confronto de idéias, tomada de decisões individuais e coletivas para a resolução de problemas reais), auxilia no desenvolvimento da comunicação escrita e oral, do pensamento lógico e racional para solucionar problemas, estimula o aprendizado colaborativo/cooperativo, responsabilidade social, exercício da cidadania, aumenta o interesse por atuar em questões sociais, além de favorecer o desenvolvimento do pensamento crítico e independência intelectual.

Sepka (2004) dá um indicativo de como os estudos CTS podem auxiliar o educando do Ensino Médio:

...em termos de ensino médio, os estudos CTS procuram esclarecer o que é ciência, o que é tecnologia, promover uma tomada de consciência sobre a sociedade em que vivemos, suas inter-relações e imbricações, com fins a capacitação do estudante para tomada de decisões. (Sepka, 2004:19).

A tomada de consciência e, posteriormente, de decisões que um educando faz em sala de aula, e na vida, pode ter várias influências: da família, da sociedade, do professor, dos meios de comunicação, entre outros. O que é preciso para que o educando tenha mais autonomia nessas decisões é desenvolver nele um espírito crítico próprio.

Neste mesmo sentido, no artigo 35º da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, encontramos as finalidades da educação básica, da qual o ensino médio faz parte. Uma destas finalidades é descrita como “o *aprimoramento do educando*

---

<sup>4</sup> Os autores apresentam tais afirmações em artigos publicados em revistas especializadas. Os principais autores citados por Silva (2005) são Caamaño,1995; Hofstein, Aikenhead e Riquarts,1988; Aikenhead, 1987, apud Iglesia, 1995. Estes artigos encontram-se referenciados ao final deste trabalho.

*como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico” (Brasil, 1996).*

Levando em consideração a necessidade de tornar o pensamento do estudante de Ensino Médio mais autônomo, mais consciente sobre a sociedade e as relações que a Ciência e a Tecnologia estabelecem com ela, com base em diversas leituras sobre o enfoque CTS na Educação, defini minha questão de pesquisa:

***Como trabalhar conteúdos de Química num enfoque CTS visando desenvolver um pensamento crítico em relação à Ciência e Tecnologia com estudantes de Ensino Médio?***

Vale lembrar que este é apenas um fragmento dentro de um todo muito maior que é a educação crítica. A educação crítica, ou a educação feita (no sentido de fazer, de ser um ato, ação) com o objetivo de educar criticamente o jovem envolve muitas outras áreas, além da Química. Esta educação deveria ser, a meu ver, o objetivo maior da escola. Mas, mesmo assim, realizada em uma disciplina é de grande valia a sua contribuição.

Para elucidar melhor o problema acredito ser necessário verificar se o ensino de alguns conteúdos de Química com enfoque CTS propicia o desenvolvimento do pensamento crítico no estudante de ensino médio em relação à Ciência e à Tecnologia. Para atingir esse objetivo proponho alguns objetivos específicos:

- 1) verificar se os alunos de Ensino Médio têm alguma concepção sobre a relação entre C, T e S;
- 2) elaborar uma situação pedagógica onde os termos Ciência, Tecnologia e Sociedade sejam discutidos, bem como as relações imbricadas;
- 3) formular uma abordagem para alguns conteúdos de Química com enfoque CTS, orientada para o desenvolvimento do pensamento crítico;
- 4) verificar se esta abordagem didática permite o desenvolvimento de um pensamento crítico no estudante em relação a questões sociais que envolvem Ciência e Tecnologia;
- 5) verificar se a postura epistemológica dos alunos do ensino médio em relação à CTS evolui depois da aplicação da seqüência didática.

## 1 EDUCAR O PENSAMENTO

Diversos autores como Lipman (1995), Tishman et al (2001), Carraher (1983), Buzzi (1995), Freire (1986) enfatizam a necessidade de estimular o aluno a pensar sobre a realidade, sobre o mundo a sua volta. Para que isso se torne uma virtude evidente, é necessário estimular e desenvolver cada vez mais o uso da razão e a capacidade de um raciocínio criterioso, o desenvolvimento do senso crítico<sup>5</sup>.

A partir desse momento do texto desenvolvo uma seqüência de argumentações teóricas para, ao final, chegar à uma definição do que vem a ser pensamento crítico dentro da minha ótica de análise.

### 1.1 O pensar

Para dar início a este trabalho faremos<sup>6</sup> algumas considerações sobre o pensar. Definir o que é o pensamento não é uma tarefa simples. Nem me proponho a fazer isso sozinha. Muitos filósofos e pensadores já o fizeram, embora não se tenha chegado a uma conclusão definitiva.

Todos nós temos uma idéia do que é pensar porque todos fazemos isso. Somos seres humanos, dotados da capacidade de pensamento.

Hannah Arendt, em *A vida do espírito*, faz a seguinte colocação:

O pensamento [...] como uma necessidade natural da vida humana, como a realização da diferença dada na consciência, não é uma prerrogativa de poucos, mas uma faculdade sempre presente em todo mundo: do mesmo modo, a inabilidade de pensar não é uma imperfeição daqueles muitos a quem falta inteligência, mas uma possibilidade sempre presente a todos. [...] Uma vida sem pensamento é totalmente possível, mas ela fracassa em fazer desabrochar a sua própria essência - ela não é apenas sem sentido; ela não é totalmente viva (Arendt, 1995:143).

O pensamento é entendido pela autora como a “quintessência

---

<sup>5</sup> Neste texto, o termo “senso crítico” será utilizado como sinônimo de um “pensar crítico” ou “pensamento crítico”. Vale ressaltar que vários autores estabelecem essas mesmas associações.

<sup>6</sup> Utilizarei a primeira pessoa do plural no decorrer do texto em momentos que estiver compartilhando um pensamento coletivo com outros pesquisadores, docentes ou indivíduos.

desmaterializada”, ou seja, é algo essencial ao ser humano, mas vazio de materialidade.

Nesse mesmo livro Arendt (*ibidem*) ainda apresenta uma diferenciação entre pensamento e conhecimento. O pensamento está ligado à busca e produção do significado das coisas e fatos, enquanto que o conhecimento é o processo de busca da verdade.

## 1.2 O pensar por si próprio

Lorieri, em seu livro *Filosofia no ensino fundamental* aponta algumas características que a filosofia pode desenvolver nas pessoas. Acredito que essas características devem transcender apenas o ensino de Filosofia, pois adequam-se a situações que todos temos que enfrentar. Assim, desenvolver o pensamento das pessoas em diferentes disciplinas pode ser muito importante para “*aprimorar o educando como pessoa humana*” - conforme encontramos no artigo Art. 1º § 2º da Lei 9.394/96 (Brasil, 1996). Isso porque, ao desenvolver o pensamento e o pensar por si próprios estamos tornando as pessoas melhores investigadoras, mais reflexivas, críticas, rigorosas, profundas e abrangentes em seus pensamentos e atitudes (Lorieri, 2002).

Ser um bom investigador significa ter atitudes e procedimentos investigativos que proporcionem melhores respostas às indagações que se faz. Para tanto, é preciso saber observar bem, perguntar, elaborar hipóteses, argumentar bem, sustentar posições e rever posições quando isso se fizer necessário. As pessoas que sabem escutar os pontos de vista e argumentos alheios mostram que sabem ser dialógicas e, portanto, boas investigadoras.

Pensar o que já se pensou em outro momento, ou pensar de novo o mesmo pensamento, significa tornar-se alguém reflexivo. Adquirir o hábito de retomar um pensamento, de rever nossos pontos de vista, é aprimorar o que já pensamos a respeito de algo em meio à sociedade imediatista em que vivemos. As pessoas que tem o hábito de refletir sobre suas convicções evitam afirmações e atitudes impensadas.

Ser pessoas críticas, isto é, que colocam em crise seus pensamentos pode fazer a diferença no momento de tomar uma decisão. Normalmente achamos muito,

mas sabemos pouco. Precisamos aprender a checar melhor os fatos, observar por diversos ângulos uma mesma situação. Precisamos, como dizia Descartes, pôr em “dúvida” ou tentar “falsificar”, como argumentava Popper, as nossas certezas. Essa depuração do pensamento pode torná-lo mais seguro; e deve ser feita tanto a sós, quando refletimos sobre nossas certezas, como em contato com outras pessoas. Assim, os nossos pontos de vista podem ser trocados, avaliados e revistos, num processo dialógico que contribui a ser bons investigadores.

É preciso aprender a ter pensamentos, e, por conseguinte, atitudes rigorosas. Isto significa ser sistemático, ordenar os pensamentos para não pô-los a perder devido à precipitação das nossas ações. Pensar com rigor não é ser rígido, fechado, é antes aceitar e cuidar das mediações que fazemos através de nossos pensamentos.

Ser pessoas profundas, isto é, que passam da superfície na análise dos fatos e situações. São as nossas análises que vão nos dar nossos pontos de vista. Se elas forem superficiais, seremos pessoas superficiais, artificiais. É preciso ir aos fundamentos, às raízes, realizar um pensamento radical para compreender qualquer coisa.

Por fim, a última característica que acreditamos ser necessária ao pensamento das pessoas, assim como Lorieri (2002), é a capacidade de tornar o pensamento abrangente. Não ser parcial, buscar compreender o todo em todas as dimensões. Isso significa observar os fatos de maneira contextualizada.

### **1.3 Educação para o pensar**

Tornar os alunos pessoas investigadoras, com todas as características de pensamento já explicitadas, pode auxiliar em sua formação como pessoa humana. O aluno que não pesquisa ou que simplesmente não investiga os fatos está fadado a tornar-se um mero reprodutor de conhecimentos, sem o entendimento dos fenômenos e situações. Kant (1992:173-174) afirma que o aluno que não investiga, que apenas recebe os conteúdos prontos e acabados se torna

... portador de uma ciência de empréstimo, que nele estará, por assim dizer, apenas grudada e não desenvolvida, ao passo que suas aptidões mentais permanecerão tão estéreis como dantes, tendo-se tornado, porém, com o delírio da sabedoria, muito mais corrompidas.

Lipman (1990) também compartilha das idéias de Kant ao dizer que o “*estudante que aprende apenas os resultados da investigação não se torna um investigador, mas apenas um estudante instruído*” (p.58).

Normalmente, nossos alunos não estão habituados a serem investigadores no ato de conhecer. É mais cômodo ser um estudante instruído, que assimila os conteúdos, porém, “*o método de refletir e concluir por conta própria é aquilo cujo domínio o aprendiz está a rigor buscando, o qual também é o único que lhe pode ser útil*” (Kant, 1992:175). O estudante precisa, no entanto, de auxílio para desenvolver um pensamento investigativo. O professor pode ajudá-lo inicialmente com um trabalho dialógico-investigativo. As bases para esse trabalho, de acordo com Lorieri (2002), são o diálogo e a investigação.

A palavra diálogo significa: “logo” (palavra) e “dia” (entre). Palavra que circula entre as pessoas, onde cada participante da conversa expõe a sua palavra e os demais ouvem e a levam em consideração. Para desenvolver um trabalho dialógico-investigativo é necessário conversar de forma ordenada, com a intenção de esclarecer idéias, tanto para si, quanto para os outros participantes da conversa. É preciso levar em consideração a palavra do outro sem, necessariamente, gerar polêmica. Assim, é possível perceber diferentes pontos de vista e se for preciso, corrigir seu próprio pensamento.

Em *Educação como Prática da Liberdade*, Paulo Freire (1986) distingue diálogo de polêmica. Na polêmica discutimos com os outros a fim de convencê-los de nossos argumentos. No diálogo conversamos, expomos nosso ponto de vista e respeitamos os pontos de vista dos outros. É uma conversa organizada que pode levar-nos a mudar de opinião, sem, no entanto forçar esse acontecimento.

O exercício do diálogo em sala de aula é extremamente enriquecedor. Enriquecedor em todos os sentidos. Aprendemos coisas novas, trocamos informações, conhecemos as opiniões de outras pessoas. Quando o diálogo é conduzido com um objetivo se torna ainda mais frutífero. Para desenvolver o pensamento crítico é fundamental que haja o diálogo solto e também aquele que é conduzido pelo professor. Assim, ele deixa de ter as características de uma simples conversa e evolui para um trabalho dialógico-investigativo.

Todas as disciplinas escolares podem ter momentos para desenvolver um

trabalho dialógico-investigativo. Sejam as disciplinas das ciências humanas, ciências da natureza, artes, línguas ou matemática. O trabalho de investigação além de gerar o entendimento dos conhecimentos também desenvolve o pensamento. Arendt relata que “*a atividade de pensamento [...] gera dúvida sobre a realidade do mundo*” (1995:39). A dúvida sobre a realidade pode levar a uma busca maior de conhecimento. Para a autora “*o pensamento pode e deve ser empregado na busca do conhecimento.*” (ibid, pg.48). Marilena Chauí (1994) e José Auri Cunha (1992) exprimem o pensamento como o processo de produção de significações. Já o conhecimento é entendido como um processo de produção de interpretações “verdadeiras” da realidade (Cunha, 1992). Chauí não os diferencia, entende-os como intrinsecamente relacionados.

Essa relação íntima entre pensamento e conhecimento, descrita por vários autores, pode ser um indicativo da necessidade de que o processo educativo se empenhe em desenvolver o pensamento como prerrogativa de um “pensar bem”. Fala-se hoje em uma “educação para o pensar”, de modo que os alunos tenham subsídios necessários para “pensar por si mesmos”, que esse pensamento possa ser autônomo e ter características de pensamento reflexivo, crítico, profundo, contextualizado e criativo.

Delval, um dos pensadores atuais ligado à Psicologia e à Educação propõe que:

A capacidade de pensar se desenvolve naturalmente quando se vive em um meio social adequado e é necessária para essa vida em sociedade, já que, para participar normalmente desse contexto, é preciso pensar. O que ocorre é que a capacidade de pensar, sobretudo de pensar abstratamente, pode ser desenvolvida, estimulada, aperfeiçoada, o que requer certo treinamento, e aí entra a escola e toda a educação formal. (2001:14)

Embora acredite e aposte na escola como local de desenvolvimento da educação do pensamento, Delval destaca que a escola atual ainda está muito preocupada com um ensino tradicional, dogmático, e tem deixado em segundo plano a educação do pensar.

Como alternativa, Tishman propõe uma cultura do pensamento em sala de aula:

Falar em uma cultura do pensar em sala de aula é fazer referência a

um ambiente de sala de aula em que várias forças – linguagem, valores, expectativas e hábitos – funcionam em conjunto no sentido de expressar e reforçar o empreendimento do bom pensar. Em uma cultura do pensar em sala de aula, o espírito do bom pensar está em todo lugar. Tem-se a sensação de que “todo mundo pensa” e de que todo mundo – incluindo o professor – está se esforçando para ser consciencioso, inquisitivo e imaginativo; e de que este tipo de comportamento encontra forte apoio no ambiente de aprendizagem (Tishman, 1999:14).

Este “pensar bem” merece atenção especial por parte do professor em sala de aula. Os benefícios que o pensamento bem desenvolvido pode trazer para a sala de aula e para a vida em sociedade dos alunos são inquestionáveis. A pessoa que pensa bem sabe argumentar, defender suas opiniões, entender e aceitar as opiniões que divergem das suas, sabe questionar as propostas dos políticos, enxergar soluções para problemas, criar novos problemas e invenções criativas, exercer seu papel de cidadão.

Para que o pensamento dos alunos ou de qualquer pessoa possa ser autônomo e ter as características anteriormente citadas, é preciso desenvolver algumas habilidades básicas. Entenda-se habilidade como o domínio ou o saber fazer algo ou alguma atividade. Lorieri (2002:100) aponta as várias atividades-ações que precisamos fazer para pensar:

Observar, perceber, perguntar, indagar, analisar, classificar, seriar, catalogar, sintetizar, imaginar, supor, formular hipóteses, constatar, provar, argumentar, refletir, repensar, adicionar, subtrair, multiplicar, dividir, relacionar, seqüenciar, inferir, pressupor, definir, conceituar, traduzir, contextualizar, etc.

É obvio que todas as pessoas realizam essas ações ao pensar, mas também é evidente que nem todos sabem articulá-las quando necessário produzir um pensamento claro, objetivo. O que está faltando então? Se todos pensam, precisamos agora educar o pensamento para pensar bem.

Lipman afirma que não se deve supor que apenas ensinando conteúdos de várias disciplinas os alunos tenham o pensar desenvolvido e fortalecido. Para ele *“pensar é fazer associações e pensar criativamente é fazer associações novas e diferentes”* (Lipman, 1995:140).

As associações que fazemos são entre as habilidades de pensamento que possuímos. Lipman agrupa as habilidades em quatro grandes grupos: as mega-

habilidades.

Os quatro grupos são:

**1. Habilidades de Investigação:** habilidade de observar bem, de saber formular questões ou perguntas substantivas, habilidade de saber formular hipóteses, de saber buscar comprovações, disposição à autocorreção.

**2. Habilidades de Raciocínio:** ser capaz de produzir afirmações sustentadas por boas razões, ser capaz de estabelecer relações adequadas entre idéias e juízos, ser capaz de tirar conclusões, identificar ou perceber pressuposições subjacentes, ou seja, aquilo que está nas entrelinhas.

**3. Habilidades de Formação de Conceitos:** explicar ou desdobrar o significado de qualquer palavra; analisar, esmiuçar elementos que compõem um conceito qualquer e, em seguida, unir de novo tais elementos, reconstituindo o conceito; buscar significados de palavras em fontes como dicionários, enciclopédias, pessoas e de adequar o significado das palavras ao contexto em que estão sendo utilizadas; observar características essenciais para que alguma coisa possa ser identificada como tal; habilidade de fazer definições para as coisas.

**4. Habilidades de Tradução:** envolve as habilidades de interpretar, parafrasear, analisar e todas as habilidades relacionadas à formação de conceitos.

Lorieri deixa claro que as habilidades sempre ocorrem de forma integrada. Por isso, não é pertinente que se ofereçam situações de desenvolvimento de cada habilidade isolada e sim, em contextos problemáticos onde as habilidades são exigidas integradamente. Que, aliás, é como serão utilizadas no decorrer da vida. Segundo o autor,

O educador deve saber identificar as habilidades que estão sendo exigidas em cada situação, identificar seu emprego integrado e ser capaz de oferecer mediação educacional no sentido de estimular o desenvolvimento delas e seu emprego cada vez mais competente (Lorieri, 2002:104).

Agora que já temos uma noção do que trata cada habilidade e sabemos da necessidade de trabalhá-las em conjunto, penso ser preciso atitude e criatividade da parte dos professores para desenvolver as habilidades em sala de aula, no contexto em que serão utilizadas para pensar. Podemos desenvolvê-las em outros contextos também, mas a atividade escolar é imensamente rica para o seu desenvolvimento.

Se como professores desejamos que nossos alunos pensem melhor,

precisamos planejar ações adequadas para esse fim. Essas ações estão profundamente ligadas às convicções que o professor tem. Seu entendimento da Educação, como ele pensa o processo de ensino-aprendizagem. Portanto, se o professor acredita que a educação deva se dar num processo transmissão-aquisição de conhecimentos, tudo o que abordamos até aqui parece não ter sentido numa sala de aula. Porém, se ele crê que a sala de aula é mais um espaço de construção do conhecimento e do ser humano como um todo, levando em conta que professor e aluno trabalham juntos este processo, o desenvolvimento de habilidades de pensamento, especificamente de pensamento crítico, encontra um campo fértil para se desenvolver. Mais adiante apresento o enfoque CTS como uma possibilidade para se trabalhar esse pensamento crítico com os alunos. Mas antes tentarei esclarecer o que é o pensamento crítico.

#### **1.4 O pensamento crítico**

Após diversas leituras visando encontrar uma definição do que é o pensamento crítico resolvi apontar aquela, que a meu ver, se adequa a esta pesquisa. Assim, pensamento crítico é entendido como a capacidade de analisar profundamente, questionar, discutir problemas e buscar soluções racionais adequadas, levando em consideração as diferentes opiniões sobre um mesmo assunto.

Desenvolver o pensamento criativo e crítico nos alunos, digo mais, nos próprios professores, durante a aprendizagem dos conhecimentos escolares com certeza não é uma tarefa fácil. Freire (1986) fala em uma educação dialogal e ativa como possibilidade para se chegar a esse objetivo, passando de uma transitividade ingênua para uma transitividade crítica:

A transitividade crítica [...] a que chegaríamos com uma educação dialogal e ativa, voltada para a responsabilidade social e política, se caracteriza pela profundidade na interpretação dos problemas. Pela substituição de explicações mágicas por princípios causais. Por procurar testar os “achados” e se dispor sempre a revisões. Por despir-se ao máximo de preconceitos na análise dos problemas e, na sua apreensão, esforçar-se por evitar deformações. Por negar a transferência da responsabilidade. Pela recusa a posições quietistas. Por segurança na argumentação. Pela prática do diálogo e não da polêmica. Pela receptividade ao novo, não apenas porque novo e

pela não-recusa ao velho, só porque velho, mas pela aceitação de ambos, enquanto válidos. Por se inclinar sempre a argüições (p. 61-62).

A transitividade ingênua se caracteriza, de acordo com Freire (1986) pela simplicidade na interpretação dos problemas, pela aceitação de explicações fabulosas, pela fragilidade da argumentação, por características oriundas da massificação. Passar dessa transitividade ingênua para uma transitividade crítica é o que este trabalho busca. Entendemos por transitividade crítica a consciência, o pensamento crítico. O saber olhar um mesmo fato, ou fenômeno, sob vários pontos de vista, analisar as explicações, saber dialogar, saber argumentar, dispor-se a investigar e não aceitar explicações prontas como verdadeiras e absolutas.

A criticidade para Freire (1986) implica na

...apropriação crescente pelo homem de sua posição no contexto. Implica na sua inserção, na sua integração, na representação objetiva da realidade. Daí a conscientização ser o desenvolvimento da tomada de consciência. Não será, por isso mesmo, algo apenas resultante das modificações econômicas, por grandes e importantes que sejam. A criticidade, como a entendemos, há de resultar de trabalho pedagógico crítico, apoiado em condições históricas propícias (p.61).

Desenvolver a criticidade nas pessoas significa, também, desenvolver um pensamento autônomo e o eficiente uso do senso crítico. O senso crítico requer habilidades já desenvolvidas de leitura, reflexão e própria prática.

Um indivíduo crítico possui capacidade de analisar, discutir problemas inteligentemente e racionalmente, sem aceitar automaticamente, suas opiniões, ou opiniões alheias.

O pensador crítico deve entender que há diferentes estilos de pensamento e comunicação que são completamente apropriados dentro do dia-a-dia, mas que interferem num pensamento mais rigoroso e elaborado. Em Ciências – da natureza ou humanas - o senso comum convive com o pensamento científico em questões cotidianas, mas não deve ser o balizador de opiniões em questões mais elaboradas. As pessoas que se deixam guiar apenas pelos pensamentos simplistas, dificilmente conseguirão elaborar um pensamento crítico.

É muito importante lembrar que o pensador crítico não é um polivalente que

entra e sai em qualquer campo de debates para esclarecer questões fundamentais. Para Carraher, *“o exercício do senso crítico num determinado campo exige conhecimento íntimo das questões conceituais, das tradições, dos conflitos atuais, dos paradoxos e dos estilos comunicativos [...] uma experiência ampla no campo específico em que se atua”* (1983: XIX).

Para Carraher (1983) um pensador crítico deve demonstrar as seguintes características gerais:

1. uma atitude de constante curiosidade intelectual e questionamento;
2. a habilidade de pensar logicamente;
3. a habilidade de perceber a estrutura de argumentos em linguagem natural;
4. a perspicácia, isto é, a tendência a perceber além do que é dito explicitamente, descobrindo as idéias subentendidas e subjacentes;
5. consciência pragmática, um reconhecimento e apreciação dos usos práticos da linguagem como meio de realizar objetivos e influir sobre outros;
6. uma distinção entre questões de fato, de valor e questões conceituais;
7. a habilidade de penetrar até o cerne de um debate, avaliando a coerência de posições e levantando questões que possam esclarecer a problemática. (p.XVIII)

Estas características apontadas por Carraher apresentam uma espécie de modelo daquilo que é o pensamento crítico. Ao apontar características, estamos fornecendo o conjunto de habilidades necessárias para que qualquer pensador possa tornar-se um pensador crítico. Quando observamos esse pensador em ação, estamos observando o fruto do pensamento crítico dele. Analisando dessa maneira poderíamos dizer que as características que Carraher aponta para o pensador crítico são na verdade o seu modelo explicativo de pensamento crítico.

Lipman (1995) admite o senso crítico como a capacidade de formar juízos a partir da observação objetiva dos fatos e fenômenos - observação esta que contemple, também, os aspectos éticos - bem como a capacidade empática de compreender a realidade alheia. Ele admite, ainda, que seja necessário saber pensar de forma lógica a partir das comparações, inferências e julgamentos. A seleção dos critérios que orientarão os julgamentos são aspectos fundamentais do mecanismo metodológico de investigação que conduzirá ao exercício do senso crítico.

Ambos os autores, Lipman e Carraher, parecem concordar em quais capacidades e características um pensador crítico deve possuir. Alguns atributos que Carraher admite e que Lipman não deixa tão claros em seu texto referem-se a questões de linguagem e sua compreensão funcional.

No início deste tópico apontei aquilo que será entendido, no contexto desta pesquisa, como pensamento crítico, o que não difere muito da opinião de Lipman, de Carraher e de Freire. Conforme já salientamos anteriormente, o aspecto investigativo e o processo dialógico são fatores fundamentais para o desenvolvimento de um pensamento crítico em sala de aula, pois possibilitam o embate e/ou a troca de idéias e a compreensão dos motivos do outro.

Para desenvolver o pensamento crítico em sala de aula existe uma peça chave em todo o processo: o professor. Aquele que orienta e dá os direcionamentos necessários para as atividades realizadas naquele espaço. É sobre o papel do professor no processo de desenvolver o pensamento crítico com os alunos que falaremos agora.

### **1.5 O papel do professor no desenvolvimento do pensamento crítico**

Em 1979, Holton já enfatizava a necessidade de tornar os alunos conhecedores da Ciência em sua perspectiva emancipatória:

... venham ou não a ser cientistas, o essencial é que os estudantes tenham uma oportunidade de uma visão total da ciência e, com isso, sejam protegidos contra o uso de viseiras estreitas ou de euforias ingênuas, bem como de idéias falsas e hostis sobre a ciência e os cientistas que se vêm difundindo... (Holton, 1979: 251).

Isto é extremamente importante, visto que, o crescimento de uma visão equivocada da Ciência como atividade neutra, verdade absoluta, inquestionável e acabada, tem gerado falta de posicionamentos e atitudes questionadoras em situações sociais que envolvem Ciência e Tecnologia (assunto do próximo capítulo). Novamente destacamos: é essencial o desenvolvimento do senso crítico nos estudantes.

Dentro do processo educativo do pensamento crítico em sala de aula o papel do professor pode-se resumir nas palavras de Silva (2003: 2)

O professor é o elemento que orientará as dinâmicas em sala de aula, promovendo leituras intertextuais, reflexões e discussões, a fim de que os alunos, mediante o exercício de observação, comparação, classificação e interpretação, possam estabelecer julgamentos pautados em critérios.

De acordo com Freire (2000: 28), o educador *“não pode negar-se o dever de, na sua prática docente, reforçar a capacidade crítica do educando, sua curiosidade, sua insubmissão”* levando aquele que está sob sua parcial tutela a pensar de forma autônoma e questionadora.

Para levar o estudante a pensar e pensar criticamente, é preciso que o professor pense assim. É fundamental que o professor tenha leituras diversas daquelas que são apresentadas no material didático. O esforço por acompanhar o desenvolvimento científico-tecnológico e o interesse por leituras que diferem da sua área de conhecimentos também são aspectos importantes.

Quando divago por esses pensamentos, me questiono: como poderão os professores ter outras leituras, aperfeiçoar-se em sua formação, estudar e preparar aulas e materiais para o desenvolvimento do pensamento crítico em suas aulas? Os professores no Brasil recebem um salário muito pequeno se comparado a outros lugares no mundo e isso aumenta a necessidade de trabalhar mais para complementar o orçamento. Nessa ânsia por ter um salário melhor o tempo fica escasso, e àquele que poderia ser destinado a leituras e estudos extras, é destinado a mais trabalho.

Se levarmos em consideração a responsabilidade que é o processo educativo em uma sociedade violenta e sem critérios como a que estamos submersos, e pensarmos que a educação pode ser a saída para alguns dos problemas mais sérios da sociedade moderna (violência, falta de ética, consumismo irregrado) chegamos à conclusão de que a educação tem tanta importância como o desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia, a preservação ambiental e o desenvolvimento econômico e social para o nosso país.

Somente aulas de transmissão-aquisição de conhecimento não conduzirão os alunos ao desenvolvimento do pensamento crítico. Acredito ser necessária a utilização de metodologias e instrumentos diversificados, preparados com a finalidade de desenvolver o pensamento crítico durante o processo de ensino.

Mas o mais importante não são as metodologias de ensino, as leituras que o professor faz, e sim, a postura epistemológica do professor em relação à Ciência.

Enquanto o professor de Ciências acreditar que aquilo que é ensinado é algo que está posto naturalmente e não é passível de sofrer críticas e mudanças, não atribuindo um papel humanista à Ciência, de nada servirão metodologias e leituras diferenciadas.

Vejo que eu, no papel de professora e pesquisadora, mesmo cursando uma pós-graduação, ainda sinto dificuldades em trabalhar com o pensamento crítico e com o enfoque CTS na sala de aula. Fico imaginando meus colegas que trabalham muito e não tiveram acesso a esses conhecimentos durante a formação inicial e muito menos o têm depois de estarem trabalhando. Então, para uma mudança não basta apenas repensar suas metodologias junto aos alunos, mas é preciso repensar toda a questão epistemológica de formação dos professores, inclusive voltada para a própria sociedade.

Essa mudança epistemológica não acontece de um momento para outro, assim como o aperfeiçoamento do senso crítico. Algumas pistas já foram dadas em relação à postura do professor e às premissas de uma educação para o pensar. Mas existe uma falha num processo anterior a este, o da formação de professores. Existem pesquisas sobre a formação de professores e o desenvolvimento do pensamento crítico, tanto dos próprios professores como também dos alunos, realizadas por pesquisadores portugueses e americanos. Voltaremos a esse assunto mais adiante no texto. O que podemos adiantar é que nestas pesquisas sente-se a necessidade de uma formação inicial ou continuada que dê apoio para que o professor desenvolva seu pensamento crítico para, então, poder trabalhar isso com seus alunos, além de, ser capaz de elaborar materiais e atividades voltadas para esse fim.

Para desenvolver um pensamento crítico em relação à Ciência e à Tecnologia é preciso conhecer melhor as imagens existentes e que predominam nas idéias de muitos professores e alunos. As idéias que se têm da C&T influenciam diretamente no trabalho que acontece na sala de aula e para esclarecê-las proponho um novo capítulo que traz algumas dessas imagens.

## **2 AS IMAGENS DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA**

Diariamente construímos imagens daquilo que vemos e daquilo que não vemos. Imagens não somente no sentido de figuras, fotografias, desenhos, mas de impressões daquilo que ouvimos falar. Essas imagens nos vêm a mente assim que nos defrontamos com aquele conceito ou com aquela palavra. Ciência e Tecnologia são palavras que nos causam impressões, sejam boas ou ruins, que influenciam a maneira como pensamos e agimos sobre elas.

Neste capítulo abordaremos diversos aspectos relativos à Ciência e Tecnologia para, ao final, esclarecermos qual é a nossa imagem delas e o que isto implica para o ensino de Ciências, mais especificamente de Química, com o enfoque CTS.

### **2.1 A Ciência como objeto de estudo**

Poderia estudar muitas coisas que contribuem para esse trabalho, mas estou centrando as atenções agora na Ciência. Muito se ouve falar sobre avanços científicos, pesquisas, descobertas, mas pouco se pára para estudar a Ciência. Não falo de estudar a História da Ciência por si só, mas como ela é entendida pelas pessoas, como ela avança e os interesses que existem por detrás dela.

Na seqüência do texto abordaremos aspectos referentes às concepções de Ciência e o papel dos valores nela. A tentativa de esclarecer o que entendemos por Ciência tem um fim educativo, ou seja, a compreensão que se tem dela terá conseqüências no seu ensino.

Quando alguém é questionado sobre o que é a Ciência, imediatamente atribui-se a imagem de um conhecimento difícil e verdadeiro. Essa imagem é coerente com aquela passada às pessoas pelos meios de comunicação e pela educação científica formal. É comum observarmos na televisão programas e propagandas que atestam um conhecimento ou produto como bom e eficaz, apresentando cientistas ou estereótipos de cientistas para exaltar a imagem desejada. Nas escolas concretiza-se um ensino das disciplinas de Ciências extremamente fragmentado e com um caráter a-histórico, descontextualizado, um saber pronto, finito em si mesmo.

Essas imagens, transmitidas intencionalmente ou não, provêm de uma mesma origem, a *concepção herdada de ciência*<sup>7</sup>. Segundo esta concepção a Ciência seria uma atividade autônoma, valorativamente neutra e benfeitora da humanidade. É essa concepção, assumida e promovida por muitos cientistas e pela mídia em geral, que em nossos dias é usada não só para legitimar governos autocráticos e suas práticas, mas também no ensino, na investigação, etc. (García, Cerezo e López, 1996). Esta concepção herdada, assim como toda herança, apresenta uma aceitação sem reflexão.

Além da concepção tradicional, descrita acima, existem outras idéias sobre Ciência. Basicamente, as duas principais posturas – historicamente construídas – sobre este assunto atribuem mais importância a fatores externos ou internos da Ciência, respectivamente, as posturas externalista e internalista.

### **2.1.1 Concepções internalistas e externalistas da Ciência**

Dentre as concepções que dão mais atenção aos fatores internos da Ciência, todos os autores consideram que a Ciência é um saber verdadeiro devido à aplicação de um método que relaciona fatos e teorias. Esse método é o método científico. Segundo Bazzo (2003:14), o método consistiria em um “...*algoritmo ou procedimento regulamentado para avaliar a aceitabilidade de enunciados gerais baseados no seu apoio empírico e, adicionalmente, na sua consistência com a teoria da qual devem formar parte*”.

Ainda hoje, em muitas escolas se estuda o método científico como sendo “o método” que possibilita o desenvolvimento da Ciência. Acredito que seja importante que os alunos o conheçam, que entendam a importância que ele teve na história, mas que não fiquem atrelados a ele como a única possibilidade de se fazer Ciência. Neste meu trabalho, aponto as concepções internalistas e externalistas para esclarecer o leitor da existência destas concepções e qual a minha concepção pessoal de Ciência, pois acredito que esta concepção não só influenciará, mas

---

<sup>7</sup> Nesta concepção herdada da ciência, também conhecida como a concepção tradicional, ela é vista como “...*um empreendimento autônomo, objetivo, neutro e baseado na aplicação de um código de racionalidade alheio a qualquer tipo de interferência externa. Segundo esta concepção, a ferramenta intelectual responsável por produtos científicos, como a genética de populações ou a teoria cinética dos gases, é o chamado <<método científico>>*.” (Bazzo, 2003:14).

guiará parte desta pesquisa.

Um dos modos de conceber a Ciência, que é baseado na utilização do método científico, é conhecido como concepção herdada e tem grande legado da tradição empirista. Pode ser considerado o enfoque do neopositivismo. Nele, são considerados verdadeiros aqueles conhecimentos que podem ser explicados a partir da observação dos fatos e por indução se chega aos enunciados gerais. Mas somente os conhecimentos passíveis de verificação por experiência são considerados científicos. Este é o chamado princípio da verificabilidade.

Outra concepção internalista relevante tanto para a História da Ciência como para a epistemologia do conhecimento é a postura de Popper (1982). Diferentemente dos neopositivistas, Popper atribui papel fundamental à teoria e não aos fatos. Segundo ele, se a teoria puder ser falseada será considerada verdadeira.

Nas concepções internalistas o que mais importa é aquilo que é próprio da Ciência, interno à ela, à pesquisa e aos conhecimentos científicos.

Reichenbach (*in* Gordillo et al, 2001), autor neopositivista, fez distinção entre os contextos da justificação e da descoberta. O contexto da justificação fixa atenção especial nos fatores internos da ciência e caberia aos cientistas e filósofos da ciência o seu estudo. Nele se analisa a estrutura lógica de determinada teoria e aquilo que motivou os cientistas a estudarem aquela teoria não teria importância. A própria lógica da teoria justificaria seu caráter científico. No contexto da descoberta os fatores históricos, em sentido amplo, seriam os mais importantes, pois explicariam como se produziu socialmente uma descoberta. Porém este contexto da descoberta não era, e não é importante para uma perspectiva internalista.

Nas perspectivas externalistas o peso dos fatores sociais, assim como no contexto da descoberta, sobrepõe-se aos fatores lógicos. Isso se tornou mais evidente devido à um fato histórico e uma obra acadêmica. O fato: a bomba atômica; a obra: *A estrutura das revoluções científicas*, de Thomas Kuhn (1962).

O fato da produção e das conseqüências da bomba atômica é um exemplo da chamada Grande Ciência<sup>8</sup> (Big Science). Tanto os antecedentes como as conseqüências têm uma clara dimensão social. É um exemplo histórico e prático de

---

<sup>8</sup> A Big Science é aquela que só se torna possível devido a um enorme apoio financeiro e uma grande estrutura organizacional e de gestão, envolvendo campos da política, ciência, tecnologia, economia, da sociedade em geral.

como fatores externos à investigação científica influem sobre ela. É, também, uma amostra de como a Ciência pode influenciar as relações sociais na história.

Thomas Kuhn (1962) causou uma verdadeira revolução no entendimento da construção da Ciência, tornando-o mais humano e social. Ele abriu as portas para muitos questionamentos que são pertinentes até hoje. Atualmente, não encontramos epistemólogos que definam suas teorias e que tenham tanto impacto na forma de conceber a construção da Ciência, como há 50 anos encontrávamos. Mas hoje os fatos falam por si. As notícias dos jornais, manchetes na televisão, acontecimentos diários vêm nos mostrando que o nosso tipo de relacionamento com o conhecimento científico deve ser outro.

Apesar de todas as teorias que viemos estudando na academia, se verifica que houve realmente uma modificação bastante acentuada nas interpretações da Ciência depois de Kuhn. Esse lapso de tempo que temos de mais de cinquenta anos desde a publicação de *A estrutura das revoluções científicas* (1962) nos mostra que é preciso reconsiderar o tipo de ensino e que educação vem sendo trabalhada nas escolas.

### **2.1.2. Os valores da Ciência e na Ciência**

A Ciência só se ocupa dos fatos e estes são objetivos, portanto, a Ciência nada tem a ver com os valores. A Ciência estuda o que as coisas são, e não como deveriam ser. Estas afirmações são bastante características da concepção herdada. Isso nos remonta a Platão, Pitágoras e, mais recentemente, Hume. Este autor separou radicalmente o campo dos fatos daquele das vontades. Mas essa idéia e, com ela, toda a argumentação da concepção herdada, foi questionada e discutida por Fleck. Segundo este autor, os fatos são construções sociais e, por isso, tem embutidos em si valores. (Gordillo et al, 2001)

Merton (*in* Gordillo et al, 2001) estudou a questão dos valores na Ciência e chegou a elencar alguns deles que norteariam a comunidade científica<sup>9</sup>. Estes valores seriam: comunismo, universalismo, desinteresse e ceticismo organizado. O comunismo se refere à idéia de que os conhecimentos e descobertas científicas

---

<sup>9</sup> Para maiores esclarecimentos sobre esses valores consultar Gordillo et al, 2001, p. 45-47.

pertencem a toda a comunidade científica, sendo assim, não podem ser apropriados por seu descobridor. O universalismo quer dizer que as descobertas científicas devem cumprir critérios de validade objetivos, semelhantes para todos os membros da comunidade em qualquer lugar ou circunstância. O desinteresse se refere àquilo que o cientista deve perseguir, apenas a satisfação por seus aportes e o prestígio intelectual que conseguir devido a isso. O ceticismo<sup>10</sup>, também entendido aqui como a desconfiança ou incredulidade, quer dizer que o cientista tem a obrigação de questionar sempre as suas idéias, independente se estas já estejam consagradas em outras instituições.

Javier Echeverría (*in* Gordillo et al, 2001), propõe caracterizar a Ciência partindo das relações que os valores sociais estabelecem com ela. O estudioso propõe caracterizar a Ciência como Tecnociência, visto que, atualmente não é mais possível diferenciar ambas as dimensões. Ele apresenta quatro contextos<sup>11</sup> que explicariam as relações entre a ciência os valores: o contexto da inovação, da valoração, da aplicação e da educação. Cada um desses contextos se caracteriza em espaços físicos específicos. Todos os espaços e as ações que ocorrem em cada um são instâncias necessárias para uma compreensão valorativa da ciência.

O contexto da inovação tecnocientífica engloba tanto as novas descobertas como as invenções. Uma partícula subatômica seria uma descoberta porque se refere a um fato. Um programa de informática seria uma invenção, visto ser uma ferramenta, um artefato, criado pelos homens.

Os fatos e as ferramentas somente podem ser considerados frutos da Tecnociência se passarem por um processo de valoração. O contexto da valoração. Quem valora as inovações é a sociedade – os congressos de especialistas, as sociedades científicas, as revistas especializadas. Assim existem múltiplos fatores que influenciam a valoração: a retórica utilizada, o prestígio ou desprestígio, necessidades e interesses, as relações de poder entre quem está diretamente envolvido no processo.

Outro contexto considerado por Echeverría é o da aplicação. Neste contexto trata-se de decidir sobre a aplicação dos artefatos científicos-tecnológicos. Os atores envolvidos neste processo são entidades públicas e privadas capazes de aplicar

---

<sup>10</sup> Do termo espanhol “*escepticismo*”, tradução da autora.

<sup>11</sup> Para maiores esclarecimentos sobre estes contextos consultar Gordillo et al, 2001, p. 47-49.

uma inovação. Interessam a funcionalidade, a rentabilidade e a capacidade transformadora do novo artefato.

O último contexto é o educativo. Este contexto é importante porque as pessoas que farão a utilização das inovações tecnocientíficas precisam ser suficientemente educadas para aceitá-las e aproveitá-las. Os meios educativos podem ser tanto os ambientes formais – escolas, principalmente – quanto os informais – televisão, jornais, revistas...

Os quatro contextos interagem e uma relação completa se concretiza numa sociedade que sabe usar e criar inovações socialmente responsáveis.

Compreender que existe valoração na ciência é, a meu ver, fundamental para um ensino com enfoque CTS. Não há como pensar as relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade, se não considerar que C&T sofrem pressões, recebem auxílio financeiro e dependem da aceitação social para continuarem a existir. Os valores permeiam o processo educativo também, e por isso ao serem trabalhados em aula contribuem para o desenvolvimento dos alunos social e psicologicamente.

## **2.2 A Tecnologia como objeto de estudo**

O processo científico é indissociável do tecnológico. Ao falarmos de Ciência, nos referimos indiretamente à Tecnologia, e vice-versa. Separar o estudo de ambas aqui, tem um significado. Estou tentando compreender e esclarecer a essência de cada uma, pois vejo particularidades importantes, que contribuem para o bom entendimento do processo tecnocientífico que vivemos atualmente.

No ensino a dependência de ambas é muito clara. Não se ensina e estuda Ciência – como disciplina escolar – sem fazer alusão à Tecnologia. Utilizamos tecnologias em nossas aulas, para preparar e ministrá-las. Nossos alunos e professores vêm à escola utilizando-se delas. Na sala de aula estamos rodeados de artefatos tecnológicos. Estamos imersos em uma *cultura tecnológica* (Martins, 2003). Por tudo isso já valeria a pena compreender melhor a Tecnologia, mas, pelo fato deste trabalho basear-se num referencial CTS, o esclarecimento dela é ainda mais importante.

Na seqüência do texto buscaremos esclarecer o que é a Tecnologia, suas principais classificações, o contexto do processo tecnológico e a questão dos valores inerentes a ela.

### 2.2.1 Sobre a Tecnologia

Definir Tecnologia é algo semelhante a definir outras palavras como vida, linguagem, ser humano, palavras com significados complexos, ou seja, praticamente impossível de fazê-lo. A sua definição é tão difícil porque pensar *sobre* elas é também pensar *a partir* delas. Desse modo se confundem a natureza da palavra e o seu significado.

Mas existe algo que está posto, e que pode nos ajudar nesse entendimento: o ambiente natural tem sido modificado pela tecnologia e a própria tecnologia tem se modificado devido à ação do homem. É necessário entender que essas modificações ocorreram historicamente, sendo possível localizar momentos na história, alguns personagens considerados importantes, acontecimentos cruciais que levaram a essas modificações mútuas.

A Ciência evoluiu e ainda evolui em paralelo à Tecnologia. O próprio conhecimento científico e a investigação se tornam possíveis devido à existência de técnicas.

Uma idéia comumente aceita sobre Tecnologia é a sua dependência de conhecimentos científicos específicos. Nesse modo de pensar a Tecnologia aparece como algo posterior à Ciência. Seria a sua conseqüência prática para a melhoria das condições de vida da humanidade. De acordo com essas idéias, a Ciência estaria preocupada somente em desvelar as leis que regem a natureza, a realidade, enquanto que a Tecnologia se encarregaria de aplicar esses conhecimentos teóricos na fabricação de artefatos tecnológicos destinados ao bem estar da humanidade. Vale lembrar que essa concepção de que a C e a T servem ao bem das pessoas é muito difundida e aceita, tanto na comunidade especializada, quanto na sociedade em geral.

Se se considera a Tecnologia simplesmente como Ciência aplicada, os mesmos códigos atribuídos à última se aplicam a primeira, ou seja, esta também seria neutra, sem ideologias e isenta de valores. Voltaremos a falar sobre valores na Tecnologia mais adiante.

Existe uma necessidade em desmitificar esse pensamento, principalmente quando se trabalha com a educação científica e tecnológica. Atualmente é praticamente impossível distinguir investigação científica e desenvolvimento tecnológico. Ambos são dependentes um do outro. Já nos primórdios do

desenvolvimento da técnica, quando os humanos vagavam pela Terra, em busca de lugares que sustentassem biologicamente sua sobrevivência, eles utilizaram suas habilidades técnicas para desenvolver ferramentas de caça, de subsistência.

Descobriu-se o fogo e a técnica de como fazê-lo surgir muito antes de se conhecer os fundamentos teóricos da combustão. Sánchez Ron citado por Gordillo et al (2001) relata que a invenção da máquina a vapor é anterior à criação da Ciência que formalizou os princípios em que se baseava: a Termodinâmica. A Termodinâmica foi criada em 1824 pelo francês Sadi Carnot depois de observar o funcionamento da própria máquina a vapor. Embora não houvesse conhecimentos científicos desenvolvidos, a técnica já se fazia presente. Esse pode ser também um dos motivos de a técnica ser considerada como antecessora da Tecnologia.

Podemos falar hoje numa relação entre Ciência e Tecnologia muito mais íntima do que aquela considerada em outros tempos. As investigações científicas, como já apontamos anteriormente, não são neutras e vêm cada vez mais orientadas às aplicações tecnológicas. Desse modo, é mais apropriado falar em complexo tecnocientífico, do que isolar em componentes teóricos (Ciência) e práticos (Tecnologia).

Não existe nas escolas um espaço para falar exclusivamente em educação tecnológica. Também acredito que se existisse, ele não seria tão bem aproveitado como o pode ser o espaço destinado a Educação Científica e Tecnológica (ECT): as disciplinas formais de Ciências: Química, Física e Biologia.

Os aspectos recém relatados sobre a relação entre o conhecimento científico e a Tecnologia são fundamentais para uma compreensão mais ampla dos significados de C&T, dentro do seu ensino. As aulas de Ciências ainda são o espaço formal para discutir e trabalhar uma cultura científico-tecnológica que auxilie na formação do cidadão.

### **2.2.2 O processo tecnológico**

Antes de iniciar este texto, faço um questionamento: por que refletir sobre o processo tecnológico numa pesquisa que trata do ensino de Química num enfoque CTS-PC?

Primeiramente, não podemos falar em uma sala de aula sobre o papel da

Tecnologia no desenvolvimento de toda uma sociedade se nossa idéia sobre ela não estiver clara, bem embasada e de acordo com o que se admite numa postura epistemológica CTS no ensino de Ciências.

Em segundo plano, porém, não menos importante, vale ressaltar que as tecnologias são, aparentemente, muito mais presentes na vida das pessoas do que a própria Ciência ou suas implicações. Esta lhes parece muito mais ligada à pesquisas, laboratórios, do que à suas vidas.

Portanto, compreender o processo tecnológico de modo contextualizado e as transformações decorrentes de seus avanços é fundamental aos alunos e professores para o desenvolvimento de um trabalho com enfoque CTS-PC. É inegável que o processo tecnológico tem sofrido mudanças ao longo do tempo. A maneira de entender como essas mudanças ocorrem tem tido interpretações diferentes.

Tradicionalmente, a mudança tecnológica está ligada ao conceito de invenção. De acordo com esse entendimento, a evolução ocorreria apenas com as grandes invenções, que seriam os marcos da história, e os atores dessa história seriam indivíduos geniais, os inventores. Os mesmos moldes do que acontece na Ciência, onde há descobridores individuais, interpretação heróica para os avanços científicos.

No entanto, uma interpretação que pretenda ser mais do que simples anedotas não pode se basear na idéia subjetiva de invenção. A adaptação às necessidades materiais de cada contexto histórico parece um modo mais ajustado de interpretar as transformações tecnológicas.

Nesse sentido, ao considerar as adaptações ao ambiente e ao momento histórico é preciso levar em conta o contexto social e a natureza. Esses dois elementos aliados àqueles habituais (a empresa, a investigação, o Estado e a economia) podem definir melhor o que chamamos de complexo ou sistema tecnológico. A empresa é o cenário onde se utilizam as tecnologias, a investigação é a fonte da inovação tecnológica, os Estados são os responsáveis por programas de inovação e desenvolvimento (I+D), e a economia é a base financeira para a inovação tecnológica. Neste contexto, a sociedade não deve ser entendida somente como receptora, ou o destinatário da atividade tecnológica, visto que, atualmente, já tem se organizado na reivindicação por sua participação nas decisões e

desenvolvimentos que envolvem Tecnologia. A natureza já não pode mais figurar como fonte de recursos para a atividade tecnológica, é necessário um equilíbrio entre esta e a conservação do meio natural.

Assim, uma aula de qualquer disciplina científica que tenha como premissa esse entendimento de Tecnologia e da atividade tecnológica é um campo fértil para o desenrolar de discussões e críticas mais globais sobre C&T. Discussões que, certamente, estarão permeadas de valores sociais.

O valor que a sociedade atribui à Tecnologia e as relações entre ambas são assuntos ainda controversos. Ainda se acredita que o desenvolvimento da Tecnologia é isento de fatores sociais, tal como o desenvolvimento científico é visto. Porém, a mudança social é dependente desse desenvolvimento tecnológico, de forma que as conseqüências sociais da Tecnologia são percebidas como inevitáveis.

A partir dessa percepção há duas posturas radicais frente à Tecnologia que precisam ser esclarecidas: a tecnofobia e a tecnofilia. A tecnofobia é caracterizada como o rechaço a tudo que provém da Tecnologia, por ser entendido como perigo potencial. A tecnofilia é a aceitação como boa de toda e qualquer novidade tecnológica.

Estes modos de encarar a Tecnologia e o seu desenvolvimento podem ser considerados como pertencentes a um contexto social determinante, que é suscetível de valoração pela sociedade.

A discussão desses valores – e daquilo que os sustenta – deve conduzir os jovens a uma maior conscientização de seus papéis de cidadãos e cidadãs, passando a reivindicar a participação pública nas decisões sobre o desenvolvimento tecnológico e contribuindo para que a sociedade se torne democraticamente responsável por esse desenvolvimento também.

A participação pública na avaliação do desenvolvimento tecnológico é bastante recente. A avaliação clássica da Tecnologia constitui-se apenas da valoração de custos, benefícios e impactos de tecnologias já desenvolvidas, e é feita normalmente pelos especialistas. Vem instalando-se, embora de modo muito lento, um novo modelo de avaliação construtiva das tecnologias, onde leigos e especialistas avaliam o processo tecnológico em si, e não apenas o seu produto final. Isso democratiza e torna os “avaliadores” socialmente responsáveis pelas decisões que orientam o processo. (Gordillo et al, 2001)

A educação científica e tecnológica pode ter um papel muito importante para tornar realidade essa avaliação participativa das tecnologias. O enfoque CTS educacional contribui com novas maneiras de se estabelecer relações entre as ciências e os artefatos tecnológicos, juntamente com suas implicações no meio social e ambiental.

### **2.3 E agora?**

Até aqui falamos sobre Ciência e Tecnologia, suas imagens, seus processos e sua história. Porém, não esclareci a concepção que eu, professora e pesquisadora, tenho sobre C e T. Para mim, a Ciência é um campo de estudo que é fortemente influenciado por fatores econômicos, políticos e sociais. A Ciência se encarrega de fazer pesquisas que tragam benefícios à sociedade, mas como é uma atividade feita por humanos, está impregnada de interesses e valores comuns aos humanos. Portanto, considerá-la neutra pode ser um grande erro. Nenhuma definição de Ciência será completa. A Ciência ensinada nas escolas tem uma gama de conceitos teóricos e explicações que foram historicamente construídas. Que são importantes e até fundamentais para compreender muitos fatos e fenômenos. Mas que, isolados do momento histórico, social e político restringem o conhecimento que podem gerar.

A Tecnologia anda lado a lado com a Ciência. Em alguns momentos a precede e em outros a complementa em seu trabalho. A Tecnologia entendida não somente como a técnica ou a produção de artefatos e máquinas, mas como aquilo que possibilita o conhecimento, o seu desenvolvimento e aplicação. Assim como a Ciência, a Tecnologia está imersa numa sociedade repleta de valores e, por conseguinte, é por eles influenciada.

No ensino de Ciências com enfoque CTS precisamos de uma imagem de Ciência e Tecnologia que possa trazer à tona a dimensão social do desenvolvimento científico-tecnológico, entendido como um produto resultante de fatores culturais, políticos e econômicos. Nesse sentido, concordo com Bazzo, 1998, quando diz

É preciso que possamos retirar a ciência e a tecnologia de seus pedestais inabaláveis da investigação desinteressada da verdade e dos resultados generosos para o progresso humano. (p.114)

Pensando assim, alguns questionamentos pertinentes a esta pesquisa precisam ser esclarecidos: O que da Ciência e da Tecnologia interessa para que o estudante de ensino médio compreenda as relações entre CTS?

Primeiramente, parece ser necessário apontar o caráter provisório da C&T. Não é possível trabalhar num enfoque CTS se considerarmos a Ciência e a Tecnologia como definitivas e fechadas em si. Outro aspecto importante diz respeito à questão da valoração que faz parte de ambas. Nem Ciência, nem Tecnologia, existem isentas de valores. Os valores são atribuídos pelas pessoas e, portanto, a sociedade é um marco essencial para o entendimento mais amplo das questões tecnocientíficas. Estas considerações estarão presentes no desenvolvimento deste projeto de pesquisa.

### **3 O ENFOQUE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE**

Neste capítulo vamos abordar o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade. Para esclarecer e situar o leitor, começamos por apresentar brevemente as origens do movimento, as principais características e as áreas de atuação do enfoque para, em seguida, estudar aquele que nos interessa nesta pesquisa, o enfoque CTS educacional.

No decorrer do texto procuramos estabelecer relações do CTS com pensamento crítico e o ensino de ciências. Ao final abordamos uma questão específica desta pesquisa que é o ensino de Química nesta perspectiva.

#### **3.1 Origens do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade**

O movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) apresenta duas origens distintas, uma chamada tradição americana e a outra, tradição europeia. Referindo-se às origens do movimento CTS, Garcia, Cerezo e López (1996) destacam que a tradição europeia partiu, inicialmente para a institucionalização acadêmica na Europa; atribuiu a ênfase aos fatores sociais antecedentes; deu atenção primordial à ciência e, secundariamente, à tecnologia; assumiu um caráter teórico e descritivo; e o seu marco explicativo centrou-se nas ciências sociais - sociologia, psicologia, antropologia. A tradição americana, por sua vez, apresentou nas suas origens a institucionalização administrativa e acadêmica nos Estados Unidos; sempre deu ênfase às conseqüências sociais da ciência e da tecnologia; ao contrário da tradição europeia, manteve a atenção voltada à tecnologia e, secundariamente, à ciência; destacando um caráter prático e valorativo; e o seu marco de avaliação se prende à ética, à teoria da educação, entre outras.

Embora tenha surgido na década de 70, o movimento teve um crescimento bastante grande nos anos 80, tanto que, hoje não podemos mais admitir simplesmente as duas tradições originais. Pode-se considerar o movimento CTS espalhado pelo mundo todo. A sigla inicial do movimento era STS (Science, Technology and Society), devido aos países de origem, Estados Unidos e Inglaterra. Hoje conhecemos o movimento por CTS, devido à sua grande expansão pelos países latinos.

Atualmente, os estudos CTS constituem uma diversidade de programas multidisciplinares, os quais, enfatizando a dimensão social da ciência e da tecnologia, compartilham de um núcleo semelhante. A saber:

- A crítica à concepção herdada de ciência como uma atividade pura e neutra;
- O rechaço da concepção de tecnologia simplesmente como ciência aplicada e neutra;
- A promoção da participação pública na tomada de decisões.

Garcia, Cerezo e López (1996) apontam como um dos objetivos centrais desse movimento a reivindicação a uma maior participação pública nas decisões políticas sobre Ciência e Tecnologia.

O movimento surgiu a partir da crítica aos modelos de gestão e políticas de Ciência e Tecnologia. Os campos de atuação do movimento CTS são bastante amplos e abrangem uma série de grupos da sociedade. Podemos distinguir basicamente três grandes campos de atuação do movimento:

- O campo da investigação: compreendendo o meio acadêmico, onde os estudos CTS têm promovido uma visão socialmente mais contextualizada da Ciência e da Tecnologia. Entendemos esse campo como sendo o movimento teórico;
- O campo das políticas públicas: os estudos CTS têm defendido a criação de diversos mecanismos democráticos que facilitem a participação pública em processos de tomada de decisões sobre questões relativas às políticas em C&T. Principalmente após a segunda guerra mundial, quando os avanços científicos e tecnológicos mal utilizados trouxeram conseqüências avassaladoras para a humanidade. Aqui, CTS é entendido como um movimento prático, que requer a participação da sociedade;
- O campo educacional: é onde podem se tornar mais reais as possibilidades do movimento CTS. O ensino de ciências na perspectiva da educação CTS, em qualquer nível de ensino, visa à alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos promovendo uma percepção mais ampla da ciência e da tecnologia, a partir das atividades dirigidas para esse fim e o confronto com o contexto social em que estão inseridas.

Dentre esses campos de atuação, esta pesquisa se situa no campo educacional e, por isso, é sobre ele que vamos nos aprofundar.

### **3.2 O enfoque CTS na educação**

Conforme já salientado, o movimento CTS surgiu por volta de 1970,

... e trouxe como um de seus lemas a necessidade do cidadão de conhecer os direitos e obrigações de cada um, de pensar por si próprio e ter uma visão crítica da sociedade onde vive, especialmente a disposição de transformar a realidade para melhor. Apesar de esse movimento não ter sua origem no contexto educacional, as reflexões nessa área vêm aumentando significativamente, por entender que a escola é um espaço propício para que as mudanças comecem a acontecer (Pinheiro, 2005, p.28).

Têm emergido por todo o mundo diferentes pontos de vista sobre o papel da escola, mas é inquestionável que essa escola, o que nela se ensina e a maneira como se ensina, tem sofrido modificações.

O ensino de ciências vem acompanhando essa tendência de atribuir novas responsabilidades à escola. Dessa maneira, precisa passar da concepção puramente internalista para uma educação científica orientada numa visão mais externalista e racionalista da ciência. De acordo com Martins (2002), na educação em ciências feita na escola

...os objectos de estudo devem passar a ser problemas abertos em que os alunos se devem envolver, pesquisando informação, valorizando ligações inter e transdisciplinares, desenvolvendo competências (onde a criatividade e o espírito crítico têm um valor primordial), atitudes e valores relevantes do ponto de vista pessoal e social.

A interdisciplinaridade é uma das características mais marcantes do ensino com enfoque CTS. Visto que, para compreender um problema real ou entender situações abertas que envolvem C&T, os conhecimentos puramente científicos não são suficientes. Trabalhar de modo interdisciplinar requer um objetivo em comum. Neste caso, educar o jovem para que se torne mais conhecedor e atuante em questões sociais que envolvem Ciência e Tecnologia.

Atualmente é possível encontrar diversas concepções de ensino

fundamentadas no enfoque CTS. As propostas de ensino podem ter simplesmente a idéia de contemplar interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade como fator de motivação no ensino de ciências ou, ir até o outro extremo, onde a compreensão das interações CTS é o mais importante e não os conteúdos científicos em si, atribuindo um papel secundário a eles no processo de ensino-aprendizagem.

Um dos aspectos principais de todas as propostas educacionais com enfoque CTS parece ser a organização do currículo a partir de conteúdos de ciência e tecnologia articulados em torno de problemas sociais relevantes, principalmente, se estes problemas afetarem a comunidade local dos estudantes.

Assim, como postura pedagógica, Isabel Martins admite que

...aquilo que se advoga é conduzir o ensino das ciências segundo grandes temas em torno de problemáticas reais e actuais, seleccionar os conceitos de Ciências e Tecnologia que são importantes para o desenvolvimento de uma explicação/interpretação plausível para o nível de estudos em questão, levantando questões criadas na sociedade pela repercussão da tecnologia ou pelas implicações sociais do conhecimento científico e tecnológico (Martins, 2002).

A autora também atribui ao movimento CTS para o ensino das Ciências, “a importância do ensinar a resolver problemas, a confrontar pontos de vista, a analisar criticamente argumentos, a discutir os limites de validade de conclusões alcançadas, a saber formular novas questões” (Martins, 2002).

Entre as diferentes propostas para a educação CTS, vale distinguir três modos de implantação. A saber:

1. *Enxertos CTS em disciplinas científicas e tecnológicas*: neste modo se mantém a estrutura disciplinar clássica do currículo e vão se enxertando temas específicos CTS naqueles conteúdos estudados rotineiramente.
2. *Enxertos de disciplinas CTS no currículo*: também se mantém a estrutura geral do currículo, porém, abre-se espaço para a inclusão de uma nova disciplina CTS, com carga horária própria.
3. *Replanejamento geral do currículo em torno de CTS*: neste modo se refaz toda a estrutura disciplinar do currículo em função de temas e conteúdos CTS. Os conteúdos são organizados de modo não-disciplinar, mas em torno das temáticas CTS.

Esses modos de implantação vêm ocorrendo em todo o mundo, alguns em graus mais avançados, outros não. A maioria no nível de ensino médio, mas também a nível superior existem iniciativas desse tipo.

Algumas estratégias pedagógicas para o trabalho com o enfoque CTS já foram consagradas, entre elas, os casos CTS. Na seleção de casos suscetíveis ao tratamento educativo e favoráveis ao desenvolvimento de estratégias metodológicas em sala de aula, podemos distinguir três planejamentos: os casos históricos, os casos atuais e os casos simulados. (Gordillo et al, 2001)

Nos casos CTS históricos se trataria de estudar controvérsias históricas sobre temas CTS em algum contexto determinado. Estes tipos de casos têm a vantagem de referirem-se a controvérsias fechadas, já definidas pelos livros e documentos históricos. Portanto, são de fácil manejo didático em sala de aula. Porém, há inconvenientes: por serem assuntos históricos, fora do contexto em que os alunos estão vivendo, tendem a ser pouco motivadores.

Nos casos CTS atuais o inconveniente da falta de motivação não existe, visto que as polêmicas são atuais e até vivenciadas pelos alunos. Mas há outro porém: as informações são muito abundantes e isso pode gerar dificuldades na focalização do tema que se quer estudar. Com o devido tratamento das informações esses casos podem ser bem aproveitados em sala de aula.

Em terceiro lugar, apontamos os casos CTS simulados. Tratar-se-ia de casos que tentariam combinar as vantagens dos anteriores, evitando seus inconvenientes. Seriam controvérsias fictícias sobre decisões tecnocientíficas verdadeiras, ainda que não reais. Nestes casos, as polêmicas são abertas (como nos casos reais), porém, bem definidas (como nos casos históricos). Este tipo de caso permite relacionar o lado lúdico aos planos da realidade e da ficção. Parece-nos apropriado para o manejo em sala de aula, além de ser bastante motivador.

Na prática dos casos CTS, importa menos a decisão final a que se chega, do que o debate público e o contraste racional de informações, argumentos e valores que se podem desenvolver durante o processo.

Encontramos aqui um ponto importantíssimo para o desenvolvimento deste projeto de pesquisa. Queremos desenvolver nos alunos um espírito crítico, de considerar diferentes pontos de vista, de debater e apresentar argumentos fundamentados, de desenvolver um pensamento autônomo e de despertar a

curiosidade intelectual. O enfoque CTS, trabalhado a partir da perspectiva de casos simulados envolvendo temáticas atuais e conflitantes parece ser bastante útil para chegar a esse objetivo.

O enfoque CTS permite ao professor uma gama enorme de estratégias e metodologias de ensino. Hofstein, Aikehead e Riquarts (1988) apontam, entre outras, palestras, demonstrações, sessões de discussão, solução de problemas, simulações, debates, projetos individuais e de grupo, pesquisa de campo e ação comunitária (apud Santos e Mortimer, 2000).

Quanto à seleção dos conteúdos, não existem critérios rígidos, porém, eles precisam evidenciar as inter-relações e interdependências entre ciência e tecnologia, ciência e sociedade e tecnologia e sociedade (Santos e Schnetzler, 1997).

Num momento em que vivemos cercados e minados pela preocupação mundial com o aquecimento global, percebo que é interessante e necessário discutir esse tema com os alunos. Várias são as possibilidades de inserção de discussões referentes a esse tema. Parece-me que temáticas como a dos combustíveis, das energias alternativas, da poluição podem ser geradoras de discussões importantes sobre o aquecimento global.

Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) chamam a atenção para o fato de que a ação do homem vem causando mudanças tão grandes sobre o nosso ambiente, a ponto de gerar a percepção de que a sobrevivência do próprio ambiente e de nossa espécie está em risco. Mais do que se adaptar ao meio natural, o ser humano está adaptando o meio a si. Esta ação do homem sobre o ambiente precisa ser consciente, e a escola vem sendo responsabilizada pela orientação reflexiva sobre esta ação.

O ensino de Química tem conteúdos que servem de base para essas discussões e esses temas também representam um espaço para desenvolver um trabalho interdisciplinar. E é sobre esse ensino de Química com enfoque CTS que estaremos pensando daqui para frente.

### **3.3 O enfoque CTS no ensino de Química**

Embora o número de pesquisas em Educação Química tenha crescido nos últimos anos (Schnetzler, 2002), o ensino de Química, como um fragmento do

ensino das Ciências clássicas, ainda apresenta uma abordagem excessivamente disciplinar e de ciência pura, de forma que as aprendizagens que são geradas, quando o são, carecem de significação para os alunos. Uma possível solução para esse problema vem sendo encontrada na aproximação do ensino com a vida cotidiana.

O enfoque CTS tem como marca a contextualização do ensino, embora não se reduza somente a isso. Ao promover o estudo de situações reais, extraíndo conceitos científicos e utilizando-os para a compreensão da realidade e dos fenômenos, o ensino de Química com enfoque CTS motiva os alunos a estudarem a Ciência. No enfoque CTS além de estudar os fenômenos relacionados à ciência Química, os aspectos tecnológicos – que hoje são praticamente indissociáveis dos científicos – e sociais daquele conhecimento e da situação que lhe deu origem são levados em consideração. Compreender a Química com esse olhar contribui para desconstruir aquela imagem de Ciência má que lhe foi atribuída.

Concordo com Vianna (1999) quando diz que o “... *enfoque da concepção CTS não é propriamente os conceitos científicos básicos, mas sim, os problemas reais que envolvem ciência e tecnologia, que por isso passam a ser considerados importantes pelo aluno.*” Se o enfoque principal não são os conceitos, mas os problemas reais, o leitor pode me questionar, mas o que se ensina então? Ensinam-se os conceitos necessários para compreender uma situação comum. A meu ver é isso que os alunos precisam estar estudando. A disciplina Química deve contribuir, assim como todas as outras, para uma visão mais global do mundo e de como nos situamos nele. De que serve, então, ensinar uma listagem de conteúdos que não são aplicados à realidade? Poderia se pensar em abandoná-los, mas vejo que outra saída, mais racional e embasada, seria ensiná-los dentro de uma situação real.

Certamente todos os conteúdos de Química explicam uma parcela do conhecimento químico que há no mundo, em níveis mais ou menos aprofundados. Mas falta aos alunos a habilidade de relacionar os conteúdos puramente científicos e técnicos àquilo que ele vê, ouve, observa. A solução para esse disparate está no estudo de conceitos a partir de uma situação real e no desenvolvimento de um pensamento criterioso e cuidadoso, próprios de um pensamento crítico. E é preciso ir mais além, porque não basta apenas saber a que se aplica aquele conhecimento, é preciso compreender todo o contexto da situação, portanto, implicações sociais,

econômicas, políticas, educacionais... Somente através de um trabalho assim, interdisciplinar, chegaremos a formar o jovem de acordo com as orientações oficiais (LDB, PCN's).

O ensino de Química baseado somente nos conceitos científicos, sem o envolvimento de situações reais, torna a disciplina desmotivadora para o aluno. O enfoque CTS constitui-se numa ferramenta importante para o professor destacar a importância dos conceitos ensinados e construir com o aluno considerações mais amplas das aplicações e implicações de Ciência e Tecnologia em nossa sociedade.

O enfoque CTS tem se utilizado de metodologias como casos simulados, fóruns de debate e estudo investigativo para desenvolver posturas admitidas como positivas em relação à Ciência, Tecnologia e Sociedade. No ensino de Química estas estratégias metodológicas podem ser tranquilamente utilizadas, visto que a ciência Química envolve muitas controvérsias e está intimamente ligada à assuntos comuns aos alunos.

## **4 PREMISSAS AO DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO CTS**

Neste capítulo aponto uma relação estreita entre o nível de consciência das pessoas e o pensamento crítico. Isto é válido não somente para a criticidade relativa à Ciência e à Tecnologia, mas aplica-se a qualquer assunto que requer uma atitude pensada, reflexiva.

### **4.1. Níveis de consciência, pensamento crítico (PC) e CTS**

Antes de iniciar este novo capítulo preciso alertar ao leitor que minha intenção não é, necessariamente, reconhecer e trabalhar os níveis de consciência nos alunos – público pesquisado neste trabalho – pois isso é algo bastante complexo, que exige um tempo cronológico mais extenso e uma fundamentação teórica muito maior do que esta pesquisa possibilita. O que interessa a mim com este capítulo é a importância que atribuo à relação entre o pensamento crítico relativo à CTS e a existência de uma consciência crítica que leva o ser humano à ação.

Muito mais do que uma utopia em meio a sonhos possíveis, o trabalho com o enfoque CTS no ensino de ciências, voltado ao desenvolvimento do pensamento crítico precisa levar o professor e os alunos ao despertar de uma consciência que incite a ação transformadora.

Uma educação transformadora, defendida por inúmeros pensadores, com destaque especial para Paulo Freire, tem essa finalidade: despertar uma consciência crítica. Dentro da perspectiva desta pesquisa, não estamos falando de tornar o jovem estudante num ser extremamente crítico, que analisa tudo de modo bastante criterioso e tece comentários profundos sobre todas as situações, mas de um jovem que observa os fatos, que tem conhecimento suficiente para argumentar sobre assuntos que envolvem Ciência e Tecnologia quando se fizer necessário.

Quando observamos um fato ou situação, inicialmente a realidade é vista a partir de uma consciência ingênua, pois estamos mergulhados naquela observação. Para alcançar uma consciência crítica, precisamos nos distanciar da realidade vivenciada, precisamos observar com um olhar de estranhamento. Um olhar que permite ver além das aparências e sob diferentes pontos de vista. Assim, tomamos consciência e nos aproximamos do que Paulo Freire chama conscientização. Dessa

maneira, a “*tomada de consciência não é ainda conscientização, porque esta consiste no desenvolvimento crítico da tomada de consciência*” (Freire, 1980, p.26).

Paulo Freire elaborou uma classificação para os diferentes níveis de consciência. De acordo com ele existe a consciência semi-intransitiva, consciência ingênuo-transitiva e consciência transitivo-crítica.

A *consciência semi-intransitiva* é caracterizada pela aderência, praticamente imparcial, do sujeito à realidade. Também chamada consciência mágica é comum nos sujeitos que estão de tal maneira, imersos nos acontecimentos do dia-a-dia, que não percebem as verdadeiras causas dos acontecimentos. Isso ocorre porque o seu instrumental cognitivo não os permite distanciar-se da realidade a ponto de objetivá-la e criticá-la. Em suas relações sociais este sujeito tenta impor a sua visão da realidade.

A *consciência ingênuo-transitiva*, como o próprio nome diz, é uma fase de transição onde a capacidade de compreensão da realidade se amplia para além da experiência vivenciada, mas ela ainda é uma consciência dominada. É a consciência dos sujeitos que já conseguem perceber que os acontecimentos cotidianos não ocorrem por acaso. Mas, a visão das causas ainda é insuficiente e não tem o dinamismo que leva a tentar corrigir as próprias causas dos acontecimentos.

A *consciência transitivo-crítica* é aquela que permite ao sujeito deixar de ser objeto e perceber-se como sujeito cultural e histórico. Ela torna-se possível quando se supera o limite da ignorância e da inércia diante das situações.

Utilizando-se dos níveis de consciência estabelecidos por Freire, aliados aos estágios de consciência defendidos por Goldman (1986), Cabral (2005) em sua pesquisa de doutorado buscou esclarecer o nível de consciência de professoras universitárias da área tecnológica em relação ao trinômio Ciência-Tecnologia-Sociedade. Num trabalho extremamente elaborado, ela identificou o patamar em que se encontrava a consciência das professoras sobre CTS. A este patamar chamou consciência real efetiva.

Quando, nesta pesquisa, nos propomos a um trabalho que desenvolva o pensamento crítico dos estudantes do ensino médio em relação à Ciência e Tecnologia, sentimos a necessidade de identificar – pelo menos ao final do trabalho – o estágio de consciência real efetiva em que se encontram os alunos.

Para verificar o nível de consciência real dos alunos é preciso ir ao encontro

da situação em que estão, para, a partir dela, promover uma transformação. Desse modo, a mudança que se pretende aconteça não pode ter como ponto de partida uma situação que não seja próxima desses sujeitos.

Visto que o objetivo principal do trabalho é desenvolver um pensamento crítico em relação à Ciência e Tecnologia, sentimos a necessidade de esclarecer o que seria a consciência crítica, o nível a que pretendemos que os alunos cheguem ao final do trabalho. Assim, compartilho com a idéia de Cabral (2005):

Uma consciência crítica da ciência e da tecnologia baseia entendimentos de que estas são atividades humanas e poderiam colaborar para uma convivência mais harmônica do homem com a natureza, para a solidariedade e ajuda mútua entre os povos, para diminuir desigualdades sociais, por exemplo, em vez de asseverar valores como egoísmo, individualismo, intolerância, competição, etc, ou se dar na direção do acúmulo de conhecimentos para o progresso da humanidade. (p. 55-56)

E ainda, de acordo com a autora,

...representa um sujeito consciente da ciência e da tecnologia como atividades humanas sociohistoricamente construídas e capaz de refletir sobre elas em sua interação com a sociedade, em vez de encontrá-las como autônomas da cultura, valoritivamente neutras ou uma aliança heróica de conquista cognitiva e material da natureza. (Ibidem, p.56)

Tenho clareza de que podem ser encontrados diferentes níveis de consciência, e entendo que a ausência de um pensamento crítico significa um referencial a ser compreendido e transformado. Autores como Goldmann (1986), Lacey (1998), Freire (1986, 2000) e outros, acreditam na capacidade de transformação do sujeito. Para Goldmann, *“toda a manifestação é obra de seu autor individual e exprime o seu pensamento e a sua maneira de sentir”* (1986, p. 106). Porém, o pensar e o sentir estão intimamente relacionados aos comportamentos e ações do sujeito. Por isso, o autor diz que *“só podem ser compreendidas em suas relações inter-individuais, que lhe conferem toda a riqueza”* (Ibidem). O contexto escolar, especificamente o processo de ensino com caráter dialogal, mostra-se como um ambiente privilegiado para isso, haja vista que as relações inter-individuais são os alicerces na construção do senso crítico. As possibilidades de transformação do pensamento, no exercício de um diálogo com o mundo, são bastante promissoras.

A consciência crítica da Ciência e da Tecnologia tende a diminuir a brecha entre o pensar e o agir. A atitude crítica, máxima desta pesquisa, é possível de ser alcançada através de uma educação do pensamento, conscientizadora do papel social do sujeito no que diz respeito à gestão e ao entendimento da Ciência e Tecnologia. Desse modo, uma atitude crítica, possível somente quando existe um pensamento crítico,

... rompe a estagnação do valor na esfera exclusiva do pensamento, mas força esse mesmo pensamento à esfera do senso crítico, sem o qual não se desvela os mitos que recobrem o fazer científico e tecnológico. Esse sujeito crítico é dotado de uma situacionalidade muito própria (...) e que se funda no diálogo como processo edificante do ser e da ação. (Cabral, 2005, p. 57)

Mas a formação de uma consciência crítica, tal como preconizada por Paulo Freire e defendida por Cabral, que leva às atitudes desse cunho, não é simples de ser alcançada. Se assim o fosse, não haveria tantos estudos e movimentos neste sentido. Diversos são os obstáculos que poderiam ser identificados para se chegar à consciência crítica no sentido que buscamos nesta pesquisa, mas o principal diz respeito a uma percepção mitificada da atividade científica e tecnológica. Essa percepção mitificada tem origem numa herança histórica que supervalorizou certos aspectos da C&T em detrimento de outros, de maneira que, por exemplo, aquele modelo linear de desenvolvimento social é aceito como verdadeiro. Para Cabral (2005, p.58) esse “*é um pensar determinista, embalado no berço de uma ideologia cientificista*”.

Conceber a ciência e a tecnologia em suas mais variadas relações com a sociedade a partir dessa visão mitificada não leva o indivíduo a tecer entendimentos mais críticos. É uma visão que precisa ser explorada e desconstruída.

Quanto mais enraizados estão os mitos de salvacionismo, de tecnocracia, do determinismo<sup>12</sup> nas concepções de ciência e tecnologia das pessoas, neste caso dos estudantes de ensino médio, mais distantes estarão eles de uma consciência

---

<sup>12</sup> Entendemos os termos utilizados no texto do seguinte modo: *Salvacionismo* como as percepções que as pessoas têm de que a ciência e a tecnologia são capazes de resolver os problemas da humanidade;

*Tecnocracia* no sentido de que somente os cientistas, engenheiros, governo e outras autoridades que detêm o conhecimento podem decidir sobre questões científicas e tecnológicas, menosprezando os cidadãos, incapazes de opinar, decidir;

*Determinismo* como se o desenvolvimento social somente acontecesse linearmente, a partir de avanços científicos e tecnológicos e suas conseqüências econômicas.

crítica. Penso que durante a pesquisa encontrarei estes mitos extremamente arraigados nos alunos, além da visão tradicional de Ciência, e de Tecnologia, como atividades isentas de valores, erigidas em pilares inatingíveis aos leigos e pautadas essencialmente na experiência. Estes são obstáculos, em maior ou menor medida, a um pensar mais crítico.

Desmitificar esses pensamentos é, a meu ver, uma das tarefas da Educação em Ciências. Neste sentido, aponto o ensino de Ciências com enfoque CTS e voltado ao desenvolvimento do pensamento crítico como um aporte teórico para se chegar a alguns dos objetivos da educação científica e tecnológica.

Fala-se em educação científica e tecnológica, defende-se que o jovem deva concluir o ensino médio e estar minimamente alfabetizado científica e tecnologicamente, mas parece que falta um embasamento teórico concreto, que dê suporte epistemológico e metodológico a quem irá trabalhar com os alunos. O que sinto falta é, além de um esclarecimento epistemológico dos professores e agentes da educação, de um método de trabalho. Não que exista apenas um método ou que este seja melhor do que aquele, mas que se apontem algumas maneiras para chegar aos objetivos traçados. É claro que não encontraremos um único método que dê conta de tudo isso, mas buscarei apontar algumas possibilidades de se chegar próximo a eles. Parte dessa pesquisa tratará de encontrar e testar alguns desses métodos possíveis. Quanto à epistemologia necessária aos agentes educacionais, essa é uma outra história e não cabe dentro desta pesquisa.

O sustento teórico que encontrei, como professora e pesquisadora, tanto para conceber essa educação como para desenvolvê-la, alia o enfoque CTS e algumas metodologias próprias desenvolvidas por pesquisadores dessa área aos pressupostos do desenvolvimento do pensamento crítico.

A partir do momento que o jovem consegue pensar bem, criteriosamente, analiticamente e de modo organizado e criativo, ele está apto para argumentar, opinar e, conseqüentemente, agir frente a situações cotidianas envolvendo Ciência e Tecnologia. O agir é resultado de uma consciência crítica desenvolvida, amadurecida. Portanto, nada que apareça como mágica, nem que desapareça com o passar do tempo. Uma vez conquistada uma consciência crítica em relação a qualquer assunto, fica mais fácil despertar essa consciência em relação a outros assuntos.

O trabalho com o desenvolvimento do pensamento fornece subsídios cognitivos para a pessoa aprender sozinha em outros momentos. Então, uma vez desenvolvido o pensamento, as estruturas de pensamento e uma habilidade técnica de como pensar bem, fica mais fácil analisar criticamente outras situações e criar um espírito crítico seu.

#### **4.2 Educação em Ciências: Por que aliar CTS e Pensamento Crítico (CTS-PC)?**

Já há algum tempo diversos esforços vêm ocorrendo no mundo todo no sentido de estabelecer algum consenso sobre a ciência e seu ensino. Dentre estes podemos destacar a “Declaração sobre a Ciência e o Uso do Conhecimento Científico” adotada pela Conferência Mundial sobre a Ciência, realizada em Budapeste em 1999 (Brasil, Ministério da Ciência e Tecnologia, 1999).

No documento são apontadas diversas maneiras de se aproximar a Ciência e o conhecimento científico das pessoas comuns. Com esse fim, a colaboração ativa de todos os campos do trabalho científico pode contribuir para que as Ciências permitam a todas as pessoas um conhecimento mais aprofundado da natureza, tecnologia e sociedade, uma qualidade de vida melhor e um ambiente saudável e sustentável para as gerações presentes e futuras. E, também, promover o pensamento científico cuja essência é a capacidade de examinar problemas de perspectivas diferentes e procurar explicações dos fenômenos naturais e sociais, submetendo-as, constantemente, a um pensamento crítico e livre, considerado pelo documento como essencial para um mundo democrático.

A alfabetização científica e, acrescento, tecnológica tem feito emergir diversas perspectivas muito fortes para o ensino de Ciências (Química, Física e Biologia). Destacamos duas: a primeira diz respeito às inter-relações CTS, como é salientado por investigadores como Acevedo-Díaz (2001) e Martins (2002); a segunda está relacionada às capacidades de pensamento, visto que ser cientificamente alfabetizado implica não só o uso do conhecimento científico, mas também de capacidades de pensamento, especificamente, de pensamento crítico (Vieira e Martins, 2005).

No Brasil, este entendimento ainda está dando os primeiros passos. Temos alguns avanços e indicações nos Parâmetros Curriculares Nacionais, na LDB e em

pesquisas educacionais que vêm apontando para essa necessidade. Mas em outros países parece haver uma preocupação maior com o desenvolvimento de capacidades de pensamento e de perspectivas educacionais CTS.

Tenreiro-Vieira (2004) aponta este interesse em países como Estados Unidos e Portugal:

Por exemplo, nos Estados Unidos da América, a idéia de que a educação tem a obrigação de ensinar a pensar (a qual sempre teve, ao longo dos tempos, alguma expressão) é reforçada em documentos basilares da reforma do ensino das ciências, como "Science for All American" (American Association for the Advancement of science [AAAS], 1989), "Benchmarks for Science Literacy" (AAAS, 1993) e "National Standards for Science Education (National Research Council [NRC], 1996). Estes ao estabelecerem que todos os alunos devem atingir literacia científica, enfatizam o pensamento crítico, porquanto ser cientificamente literado implica não só a aquisição e compreensão de conhecimento científico, mas também o desenvolvimento de capacidades que permitam continuar a aprender, a pensar de forma crítica e a lidar eficazmente com preocupações sociais (Bybee e DeBoer, 1994).

Já em Portugal, admite-se que

(...) o ensino das ciências deve, pois, fomentar a aquisição de conhecimentos e o desenvolvimento de capacidades de pensamento crítico dos alunos que lhes permitam enfrentar as mudanças e participar numa sociedade democrática onde as decisões pessoais e políticas ligadas à ciência e à tecnologia não são isentas de valores por envolverem, muitas vezes, interesses económicos e sociais (Tenreiro-Vieira, 2004).

Vale ressaltar que na tomada de decisões sobre questões sociais que envolvem a Ciência e a Tecnologia, o uso de capacidades de pensamento crítico é fundamental.

O desenvolvimento acelerado em que se encontram a Ciência e a Tecnologia, a constante evolução dos meios de comunicação e informação, tornam cada vez mais urgente a incorporação no ensino de ciências de estratégias de desenvolvimento do pensamento crítico. Tenreiro-Vieira (2004) aponta que

...são fundamentais para que as crianças e os jovens, enquanto cidadãos, sejam capazes de usar o conhecimento que possuem, organizar, sintetizar e gerar nova informação, participar nas escolhas sociais e políticas, intervir, argumentar e tomar posição sobre questões públicas que envolvem a ciência e a tecnologia.

O enfoque CTS na educação visa promover exatamente isso, tomada de consciência e ação transformadora sobre questões sociais envolvendo Ciência e Tecnologia. Para que isso ocorra é necessário o uso de capacidades de pensamento, notadamente de pensamento crítico. É preciso, também, desenvolver a capacidade de análise que tenha por base os conhecimentos científicos. Desse modo, aliando conhecimentos com capacidades de pensamento crítico, poderá tornar-se real a ação transformadora do cidadão na sociedade em que vive, possibilitando a tomada de decisão, a intervenção e participação nas decisões.

Propomos-nos, nesta pesquisa, desenvolver essas capacidades de pensamento crítico através do ensino de conteúdos de Química com o enfoque CTS, para que, ao final, os alunos tenham outra visão da Ciência e Tecnologia, agora mais congruente com aquilo que acontece à sua volta. Para alcançar este objetivo, no próximo capítulo abordo delineamentos práticos de como se desenvolveu a pesquisa.

## 5 QUESTÕES METODOLÓGICAS

Ao iniciar uma pesquisa temos várias opções metodológicas a escolher. O método de pesquisa mais adequado precisa unir e dar conta de seus objetivos específicos.

A presente pesquisa apresenta caráter essencialmente qualitativo. Neste tipo de pesquisa é comum ficar em aberto a definição clara das hipóteses de pesquisa. No entanto, *“o fato de não existirem hipóteses ou questões específicas formuladas a priori não implica a inexistência de um quadro teórico que oriente a coleta e a análise dos dados”* (Lüdke e André, 1986, p. 13). Assim, neste momento não irei determinar hipóteses rígidas e estanques que, por si próprias, determinem os rumos da pesquisa, mas algumas questões relevantes para esta.

É fundamental que na pesquisa qualitativa seja considerada a dinamicidade dos acontecimentos no seu processo de construção e as especificidades dos sujeitos por ela investigados. Encarando dessa maneira, a pesquisa tem como características marcantes ser aberta e flexível. Portanto, o pesquisador qualitativo precisa estar consciente de que poderão ocorrer alterações em suas proposições iniciais, que estarão na dependência do processo de coleta das informações e do ambiente em que for realizada (Lüdke e André, 1986).

Uma aproximação do objeto de estudo por parte do pesquisador numa etapa anterior à pesquisa permite a definição de pelo menos algumas questões iniciais, bem como os procedimentos adequados à investigação dessas questões.

Levando em consideração esses aspectos referentes a pesquisas qualitativas, principalmente no que diz respeito à proposição inicial de questões de referência e, a partir dos referenciais bibliográficos e das experiências da autora com atividades de ensino, formularam-se algumas questões a investigar:

Os alunos de ensino médio têm consciência das relações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade? Em que nível se encontra essa consciência? As idéias que os jovens têm de Ciência e de Tecnologia são consistentes com a realidade em que se encontram? É possível contribuir para desenvolver, junto com os estudantes de ensino médio, um pensamento mais autônomo em relação à Ciência e Tecnologia a partir de um ensino de Química com enfoque CTS? O enfoque educacional CTS aliado a algumas premissas de desenvolvimento do pensamento

crítico é uma possibilidade viável ao desenvolvimento de uma consciência crítica?

Considerando que, para a pesquisa qualitativa, são fundamentais a percepção de mundo e as opiniões subjetivas de cada um dos seus participantes, uma característica marcante é que seu foco está direcionado para as diferentes possibilidades de interpretação das informações coletadas. O estabelecimento de uma relação íntima dessas informações com as proposições da literatura específica da área é outro passo de extrema importância para a profundidade que se almeja obter nas análises e discussões de seus resultados. Assim, é importante que o pesquisador dê atenção ao *“maior número possível de elementos presentes na situação estudada, pois um aspecto supostamente trivial pode ser essencial para a melhor compreensão do problema que está sendo estudado”* (Lüdke e André, 1986, p. 12).

Esclarecidos estes aspectos sobre pesquisa qualitativa, passo a apresentar os encaminhamentos metodológicos específicos desta pesquisa.

A pesquisa foi realizada em dois momentos: uma primeira intervenção em sala de aula, na forma de um projeto piloto, onde foi aplicada uma metodologia característica de um trabalho CTS, o caso simulado. Numa segunda intervenção em sala de aula, desta vez em outra turma, com o aporte dos dados obtidos na primeira intervenção e com os instrumentos de coleta e avaliação já mais apurados, foi feito um trabalho mais longo e criterioso, onde foram testadas e comparadas as metodologias criadas no projeto piloto, além da implementação de outras, para o desenvolvimento do pensamento crítico.

A pesquisa aconteceu em sala de aula, na disciplina de Química e a professora das duas turmas é a própria pesquisadora. Isso pode ser positivo para a pesquisa, como pode não ser. Se a professora-pesquisadora não tiver bem claros seus objetivos e instrumentos de pesquisa pode acontecer uma mistura de dados com impressões pessoais e o resultado final pode ficar um pouco distorcido.

Pensando de outro modo, a professora-pesquisadora tem toda a liberdade de ir e vir e retomar sua pesquisa a qualquer momento por ser a responsável por aquela disciplina naquela turma. A pesquisadora tem a oportunidade de acompanhar por um período mais longo seus alunos, podendo captar novos entendimentos e perspectivas da pesquisa. Em especial nesta pesquisa isso é fundamental: observar o pensamento crítico dos alunos após a realização das atividades direcionadas ao

desenvolvimento do pensamento. Estando os instrumentos e objetivos da pesquisa bem definidos, a observação posterior serve para enriquecer os dados coletados no início e confirmar ou não aquilo que havia sido verificado. Sem contar que o tempo disponível para a pesquisa é maior do que o de uma simples intervenção por um ou dois meses.

A pesquisa foi realizada numa escola da rede pública estadual, na cidade de Brusque-SC. A escola está localizada num bairro de classe média baixa. A infraestrutura da escola é modesta, contando apenas com recintos administrativos e salas de aula.

A cidade de Brusque tem destaque no cenário estadual e até nacional devido ao grande desenvolvimento do setor têxtil. A cidade tem indústrias de tecelagem, de tinturaria, de confecção e conta com a revenda de produtos no atacado e varejo. As indústrias químicas também são um setor forte da economia brusquense, assim como o setor metal mecânico. Em todas estas atividades há vários conhecimentos científicos envolvidos. Uma temática que preocupa estudiosos e já foi alvo direto de pesquisas acadêmicas (Minella, 2005) é o tratamento de esgotos. Sabe-se que parte do esgoto industrial é tratada, porém o esgoto residencial não tem recebido tratamento adequado e vem sendo despejado diretamente no rio Itajaí-Mirim que corta a cidade. A água que é distribuída à população provém deste mesmo curso d'água. Este é apenas um dos diversos assuntos controversos que envolvem Ciência e Tecnologia que podem ser discutidos e que afetam diretamente a população da cidade.

#### *Primeira intervenção: projeto-piloto em uma turma de terceira série do ensino médio*

Foi realizada uma primeira intervenção em sala de aula, com um grupo de aproximadamente 24 alunos. Essa intervenção inicial aconteceu em uma turma de terceira série do ensino médio do período matutino. O período de realização do projeto piloto foi de cinco semanas, com duas aulas semanais de quarenta e cinco minutos cada uma. As aulas eram geminadas o que permitiu um trabalho mais aprofundado.

Esta intervenção aconteceu no sentido de desenvolver um trabalho pedagógico com aplicação de uma seqüência didática com conhecimentos químicos, estruturada numa perspectiva CTS aliada a pressupostos de uma educação para o

pensar. O assunto escolhido para o trabalho em sala de aula faz parte dos conteúdos específicos desta série. O tema energia nuclear, inserido nos conteúdos relativos à radioatividade, norteou os trabalhos desenvolvidos.

A estratégia metodológica utilizada neste piloto baseia-se num trabalho dialógico-investigativo, fazendo uso de um caso simulado. Os casos simulados, também conhecidos como controvérsia, apresentam um ponto muito favorável a esta pesquisa: os alunos devem expor opiniões fundamentadas, respeitar outras opiniões e argumentar contra ou a favor em um assunto polêmico, além do trabalho de pesquisa, leitura e interpretação necessário para a elaboração do discurso e do relatório final apresentado à professora. Sobre os instrumentos utilizados para a coleta das informações nestes casos, falarei mais adiante.

### Segunda intervenção: turma de segunda série do ensino médio

A segunda intervenção aconteceu em uma turma de segunda série, com aproximadamente 35 alunos, na qual, desde o início do ano letivo, eu (professora-pesquisadora) já estou trabalhando com metodologias de ensino alternativas. O tema geral, que serviu de direcionamento para as atividades durante todo o ano foi “Combustíveis, Energia e Ambiente”. A escolha deste tema teve influência das preocupações mundiais atualíssimas envolvendo a questão ambiental e de um material a que tive acesso através da internet, além dos conteúdos programáticos comuns à esta série. Este material<sup>13</sup> faz parte de um texto elaborado por pesquisadores do Ensino de Ciências portuguesas para o Ministério da Educação de Portugal e trata de orientações curriculares, metodológicas e avaliativas para o ensino de Química no 12º ano escolar daquele país (Martins et al, 2004). O material tem forte influência do enfoque CTS e alguns dos pesquisadores que trabalharam em sua construção estão envolvidos em pesquisas sobre pensamento crítico.

Na turma da segunda série foram realizados diversos trabalhos: leitura, interpretação e produção de textos, pesquisas, seminários, trabalhos individuais e coletivos, experiências, visitas técnicas, discussões e um caso simulado. Todas estas atividades foram desenvolvidas no decorrer de oito meses, sendo duas aulas semanais.

---

<sup>13</sup> Material disponível no endereço eletrônico: [http://www.dgidc.min-edu.pt/programs/prog\\_hom/quimica\\_12\\_homol.pdf](http://www.dgidc.min-edu.pt/programs/prog_hom/quimica_12_homol.pdf)

Diversos foram os instrumentos utilizados para a coleta de informações: registros dos alunos (trabalhos, avaliações, textos, relatórios, entre outros) e observações da professora-pesquisadora. Mais adiante falarei destes instrumentos e dos resultados obtidos.

A importância de trabalhos de intervenção em sala de aula é muito grande. Muitas das pesquisas em educação têm ótimos resultados, mas estes, em geral, não chegam de modo satisfatório até a escola, para que produzam efeitos mais abrangentes. A intervenção em sala de aula, além de “abrir os olhos” aos outros educadores que não fazem parte da pesquisa, também aponta para estratégias e materiais concretos que podem ser utilizados por qualquer professor.

### **5.1 Instrumentos para a coleta de informações**

A coleta de informações numa pesquisa qualitativa tem como objetivo manifestar a interpretação dos fenômenos e as situações sob o ponto de vista dos próprios sujeitos que os vivenciam, através dos seus relatos e das perspectivas particular e individual (Lüdke e André, 1986). Os sujeitos envolvidos nesta pesquisa são os alunos e a professora-pesquisadora. Desse modo, foram utilizados questionários, observações e análises de materiais pautados em critérios previamente definidos. A elaboração de todos os instrumentos está alicerçada nos aspectos teóricos já explicitados de pensamento e consciência críticos e concepção de CTS apresentada.

Para esclarecer melhor os instrumentos de coleta de informações que serão usados e suas finalidades específicas, voltarei a nomear os objetivos específicos desta pesquisa e o modo através do qual serão coletados os dados referentes a cada objetivo.

Assim, as informações referentes ao primeiro objetivo, verificar se os alunos de ensino médio têm alguma concepção sobre CTS, foram coletados via questionário, antes do início da intervenção. Este questionário inicial (Anexo 1) com os alunos teve o objetivo de captar seus entendimentos das relações CTS e explorar o nível do pensamento crítico em relação à Ciência e Tecnologia. Vale lembrar que já existem algumas pesquisas sobre as concepções que alunos do ensino médio têm a respeito de CTS (Auler et al, 2005; Pietro Ruz e González García, 2005; Solbes e

Vilches, 2002). Essas concepções foram levadas em consideração na elaboração do questionário.

O primeiro questionário versa sobre situações que envolvem a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade. Desse modo, inicialmente é apresentada uma notícia atual (do momento) veiculada pelos meios de comunicação sobre um assunto que seja de interesse dos alunos e que permita uma abordagem da Ciência e da Tecnologia num viés CTS. Em seguida, são apresentadas possíveis opiniões referentes ao assunto abordado na notícia. Essas opiniões foram construídas numa linguagem simples e cada uma delas representa um tipo de pensamento perante a C&T:

1. Crença ou Rejeição da Neutralidade na Ciência e na Tecnologia.
2. Passividade/Crença Ingênua na Tecnocracia.
3. Sonambulismo Tecnológico.
4. Determinismo Tecnológico.
5. Aceitação ou Rejeição da Perspectiva Salvacionista.

Uma sexta alternativa é proposta, onde, caso o aluno não concorde com nenhuma das opiniões apresentadas, pode expor sua opinião.

As cinco opiniões foram formuladas com base em um trabalho de Auler et al. (2005). Neste os autores apresentam o resultado de uma pesquisa com professores e alunos sobre suas concepções acerca da Ciência e da Tecnologia. Os pesquisadores detectaram pensamentos comuns que se encaixam em alguns dos citados acima. Com base naqueles pensamentos e de acordo com o referencial teórico adotado nesta pesquisa propus cinco tipos de pensamento sobre C&T considerados relevantes para o ensino de Ciências com enfoque CTS. A partir destes pensamentos foram construídas as opiniões do questionário.

Qualquer que seja a opinião escolhida pelo aluno, ele é convidado a justificá-la. Ao explicar o porquê de a opinião escolhida ter sido aquela, espera-se que o estudante apresente argumentos a seu favor. Dessa argumentação, simples ou bem elaborada, podem ser identificadas informações sobre o nível de pensamento crítico dos estudantes.

O segundo e o terceiro objetivos, respectivamente: elaborar uma situação pedagógica onde os termos Ciência, Tecnologia e Sociedade sejam discutidos, bem como as relações imbricadas; e formular uma abordagem para alguns conteúdos de

Química com enfoque CTS, orientada para o desenvolvimento do pensamento crítico; foram realizadas com base em estratégias de desenvolvimento do enfoque CTS em Ciências, de habilidades de pensamento crítico e de conteúdos pertencentes à disciplina de Química.

Em relação a estes objetivos a situação escolhida (Anexo 2) para discutir as inter-relações CTS nas duas turmas (terceira série e segunda série) foi retirada de um livro didático de Química, da terceira série do ensino médio, que aborda a produção de novos radioisótopos no Brasil, a serem utilizados no tratamento de doenças como o câncer. As interfaces tecnológica, científica e social são bem claras e a dependência mútua entre elas também.

A abordagem de conteúdos de Química, na forma de seqüências didáticas com enfoque CTS foi preparada com o auxílio de diversos materiais didáticos e não-didáticos. Já apontei qual o tema escolhido para as duas turmas: terceira série – tema “Energia Nuclear”, segunda série – tema “Combustíveis, Energia e Ambiente”. Os cronogramas de trabalho das duas turmas constam no Anexo 3.

O quarto objetivo traçado, diz respeito a verificar se a abordagem didática, construída anteriormente, realmente permite o desenvolvimento de um senso crítico no estudante em relação a questões sociais que envolvem Ciência e Tecnologia. Para averiguar isso, propomos observações iniciais e continuadas, pautadas nos critérios de pensamento crítico estabelecidos neste trabalho. A saber:

Critérios de pensamento crítico:

1. Uso do pensamento autônomo – não apenas jargões e modas pré-fabricadas de pensar.
2. Visão do todo e das partes, profundidade na interpretação.
3. Perceber e utilizar argumentos bem fundamentados.
4. Colocar-se no lugar do outro, entendendo seus motivos.
5. Observar sob vários pontos de vista um mesmo fenômeno.
6. Ter curiosidade intelectual.

Estes critérios foram elencados dentre vários atributos dados ao pensamento crítico e ao pensador crítico por Lipman (1995), Freire (1986 e 2000) e Carraher (1983).

Ser crítico em relação à Ciência e à Tecnologia é questionar as visões de C&T estabelecidas atualmente e, portanto, construir uma mais congruente com a era

tecnocientífica que vivemos.

O objetivo das observações é verificar o desenvolvimento do pensamento crítico nos alunos no decorrer do trabalho.

No questionário inicial sobre as concepções CTS, já foi possível extrair alguns dados sobre pensamento crítico a partir das justificativas dos alunos. Os critérios do que é ou não um pensamento crítico utilizados na análise daqueles questionários são estes recém-citados.

Ao final do trabalho com as duas turmas é feita uma análise do material produzido pelos alunos de acordo com os critérios de pensamento crítico estabelecidos, porém, essa análise depende diretamente dos resultados de cada seqüência didática. Quando é produzido algum material concreto (textos, relatórios, trabalhos, pesquisas) este se torna passível de análise a priori, mas depende do tipo de material, puramente técnico ou descritivo, opinativo ou crítico é que se pode fazer ou não a análise. Materiais na forma de textos opinativos ou críticos são mais bem aproveitados para essas análises.

Por fim, o último objetivo: verificar se a postura epistemológica dos alunos do ensino médio em relação à CTS evolui após a aplicação da seqüência didática CTS-PC. Para coletar dados referentes a este objetivo, faz-se necessária uma coleta inicial e final. A coleta inicial foi feita em ambas as turmas com o questionário citado anteriormente e que consta no anexo 1. A aplicação de um questionário posterior, com os mesmos alunos, sobre o entendimento de CTS, implicações e responsabilidades que os próprios estudantes sentem, com o objetivo de verificar níveis de consciência crítica em relação à C&T depois do trabalho CTS-PC realizado, foi feito ao final das seqüências didáticas com cada turma (terceira e segunda série). Este questionário é semelhante ao inicial, apenas mudam as situações reais envolvendo C&T apresentadas, que são atualizadas de acordo com notícias veiculadas pela mídia no momento e que tenham as atribuições explicitadas anteriormente.

## **5.2. Categorias de análise dos questionários iniciais e finais**

Os questionários utilizados para as coletas inicial e final dos dados sobre o tipo de pensamento em relação à CTS e sobre o nível de pensamento crítico serão analisados de acordo com as categorias estabelecidas a seguir.

Estas categorias são frutos do referencial teórico construído no início deste trabalho. Estabeleci categorias para a análise do tipo de pensamento em relação à Ciência, Tecnologia e Sociedade; como, também, estabeleci categorias para definir o nível de pensamento crítico.

### **5.2.1. Categorias e subcategorias CTS de análise dos questionários**

São cinco as categorias criadas para analisar as opiniões sobre C, T e S apresentadas pelos alunos. Estas categorias foram criadas depois que o questionário havia sido feito. Elas remetem às principais linhas de pensamento encontrados mediante a Ciência e a Tecnologia, de acordo com Gordillo et al(2001) e Garcia et al (1996). Estas linhas de pensamento já podem ser consideradas universais dentro dos estudos CTS. Algumas são até consideradas como as primeiras idéias que deram origem ao movimento. Portanto, nestas categorias não há nada de novo. O que há, é um arranjo de informações que permitem enquadrar uma resposta de um questionário em alguma das categorias.

Não utilizarei muitos referenciais no decorrer da definição das categorias, haja vista que elas são fruto de diversas leituras e não reúnem o pensamento de apenas um ou outro autor, mas da maioria dos autores dentro do campo de estudos chamado CTS.

Estando esclarecida a questão da origem destas categorias passo a apresentá-las.

#### ***Categoria 1: Neutralidade da Ciência e da Tecnologia***

Essa categoria inclui dois pensamentos diferentes em relação à crença de neutralidade no desenvolvimento e utilização da Ciência e Tecnologia.

### **Subcategoria 1.1: *Crença na Neutralidade da Ciência e Tecnologia:***

Aceitação inquestionável de que a C&T não são responsáveis por problemas ambientais gerados pelo desenvolvimento científico-tecnológico. E mais, confiança de que não há interesses por detrás desse desenvolvimento. As pesquisas acontecem simplesmente para gerar benefícios à humanidade.

### **Subcategoria 1.2: *Rejeição à Neutralidade da Ciência e da Tecnologia:*** O

desenvolvimento e a utilização da Ciência e da Tecnologia não são neutros. Interesses de grupos econômicos, políticos e sociais manipulam-nos. Assim, a velha imagem – e ao mesmo tempo atual – de que a Ciência e a Tecnologia estão aí somente para auxiliar e melhorar a vidas das pessoas é desmascarada. Ao voltar as atenções para esse aspecto da C&T, um primeiro passo parece ser dado em direção ao despertar de uma consciência CTS.

### **Categoria 2: *Passividade/Tecnocracia***

Uma suposta superioridade das decisões tecnocráticas é alicerçada na comodidade/passividade social. Há uma crença na possibilidade de neutralizar/eliminar o cidadão comum do processo científico-tecnológico. Os especialistas, os políticos e os técnicos devem solucionar os problemas, inclusive os sociais, de um modo eficiente e ideologicamente neutro. Para cada problema existe uma solução ótima e quem a detém são os especialistas. A Ciência e a Tecnologia não são boas e nem ruins. Tudo depende do uso que dermos a elas. Considero que pensamentos como esses não contribuem para a democratização de processos decisórios que envolvem Ciência e Tecnologia.

### **Categoria 3: *Sonambulismo Tecnológico***

Trata-se de uma crença inexorável na Tecnologia como sendo a única possibilidade de reversão de quadros problemáticos encontrados na sociedade. Pacey (1990) chama essa confiança excessiva de sonambulismo tecnológico. O termo sonambulismo cai muito bem, pois se trata disso mesmo, acreditar sem se dar conta da extensão real de sua crença. Como num caso de sonambulismo, em que a

pessoa não se dá conta do que faz e possivelmente não se lembrará de nada depois.

#### **Categoria 4: *Determinismo Tecnológico:***

Ao enquadrar uma resposta nessa categoria, devemos considerar que há, em linhas gerais, duas teses definidoras do determinismo tecnológico. A primeira: a mudança tecnológica é a causa da mudança social, considerando-se que a tecnologia define os limites do que uma sociedade pode fazer. Desse modo, a inovação tecnológica aparece como o fator principal da mudança social. A segunda: a tecnologia é autônoma e independente das influências sociais. Não diferenciamos as duas teses em subcategorias, por entender que ambas conduzem a um pensamento único, de que o desenvolvimento científico-tecnológico é apresentado como irreversível, inexorável, representando a marcha do progresso. Assim, exclui-se a possibilidade de alterar o ritmo das coisas. A participação da sociedade em nada alteraria o processo em andamento. Nesta compreensão, está presente a idéia da inevitabilidade do processo tecnológico e do progresso por ele gerado, excluindo a sociedade da participação em decisões que envolvem seu destino.

#### **Categoria 5: *Salvacionismo***

Identificamos duas posturas diferentes diante do Salvacionismo. Uma se alicerça na crença irrevogável na perspectiva salvacionista; a outra na rejeição ou superação desta crença.

**Subcategoria 5.1: *Aceitação da Perspectiva Salvacionista:*** A idéia de que em algum momento, atual ou futuro, o binômio Ciência-Tecnologia resolverá os problemas hoje existentes, conduzindo a humanidade ao bem-estar social, faz parte de um pensamento salvacionista. Atribui-se um caráter redentor à C&T. Desse modo, os problemas existentes hoje em dia e aqueles que venham a surgir, seriam facilmente resolvidos com o desenvolvimento cada vez maior da Ciência e Tecnologia, estando a solução em mais e mais C&T.

**Subcategoria 5.2: *Superação da Perspectiva Salvacionista*:** A partir do momento que as pessoas começam a entender que mais C&T sozinhas não resolvem o problema, mas que é necessário aliar a isso a participação popular democrática – direta ou através de representações organizadas – a crença ingênua no salvacionismo começa a ser superada. Parece que esse entendimento começa a se levantar, e podemos chamar esse processo de um despertar social à era tecnológica.

#### QUADRO-RESUMO DAS CATEGORIAS ANALÍTICAS CTS

**Categoria 1 (CT-1):** Neutralidade da Ciência e da Tecnologia

Subcategoria 1.1 (CT-1.1): Crença na Neutralidade da Ciência e Tecnologia

Subcategoria 1.2 (CT-1.2): Rejeição à Neutralidade da Ciência e da Tecnologia

**Categoria 2 (CT-2):** Passividade/Tecnocracia

**Categoria 3 (CT-3):** Sonambulismo Tecnológico

**Categoria 4 (CT-4):** Determinismo Tecnológico

**Categoria 5 (CT-5):** Salvacionismo

Subcategoria 5.1 (CT-5.1): Aceitação da Perspectiva Salvacionista

Subcategoria 5.2 (CT-5.2): Superação da Perspectiva Salvacionista

#### 5.2.2. **Categorias PC de análise dos questionários**

No decorrer do texto apresentei os critérios de observação de pensamento crítico que serão utilizados neste trabalho. Agora me interessa estabelecer categorias de análise de pensamento crítico. Estas categorias serão utilizadas na análise das justificativas dos questionários CTS iniciais e finais. A análise das justificativas destes questionários nos permitirá esboçar o nível de pensamento crítico dos alunos.

Nas categorias CTS deixei claro, antes de explicitá-las, que os referenciais utilizados para construí-las eram diversificados. O mesmo acontece aqui. Carraher (1983), Lipman (1995) e Freire (1986 e 2000) são as principais referências em PC usadas no estabelecimento das primeiras seis categorias. Santos et al (200?) é o principal referencial quando trato da argumentação, nas duas últimas categorias.

Embora estes autores sejam os principais, outras leituras e práticas da professora influenciaram e auxiliaram no delineamento de cada categoria. Considero importante relatar que a professora-pesquisadora teve contato em sua graduação com uma disciplina, na época chamada de Retórica, onde conhecimentos sobre a natureza da argumentação e da sua notoriedade dentro do discurso foram amplamente discutidos.

Faço a categorização do pensamento crítico, tendo como concepção minha que para se chegar a ter um PC desenvolvido deve-se passar por quatro estágios:

1. Ter curiosidade intelectual/epistemológica sobre o assunto ou fato;
2. Observar de forma ampla e plural o fato ou assunto;
3. Interpretar de forma aprofundada aquilo que está posto;
4. E, por fim, argumentar de modo fundamentado sobre o assunto.

A partir desta idéia de como um indivíduo crítico pensaria diante de uma situação, proponho oito categorias para a análise do pensamento crítico. A maneira como elas serão utilizadas explicarei no momento em que o fizer.

### ***Categoria 1: Curiosidade Intelectual/Epistemológica (PC-1)***

Carraher (1983) admite que a presença da curiosidade intelectual em um indivíduo envolve o seu modo de pensar e abordar os problemas na vida diária e profissional. Um pensador crítico apresenta uma curiosidade incomum, um desejo de conhecer, de compreender os motivos, de ir além das explicações simplistas e reducionistas. Dentro dessa categoria de análise se enquadram pensamentos do tipo: “...*não sei a resposta, mas gostaria de conhecer mais sobre o assunto...*”, além de pensamentos semelhantes, que demonstrem interesse em conhecer mais. A pessoa que está sempre buscando explicações pode ser rotulada como curiosa, mas aquela que não aceita simples explicações e quer conhecimentos mais aprofundados, fundamentados, pode ser chamada de curiosa intelectual/epistemológica.

A curiosidade intelectual abrange mais algumas características, como ter honestidade intelectual, ou seja, estar disposto a reformular suas posições diante de novas informações, além de ter perspectivas múltiplas ao examinar questões (Carraher, 1983).

### ***Categoria 2: Ignorância Intelectual/Epistemológica (PC-2)***

A ignorância intelectual é justamente o oposto da curiosidade intelectual. Aquele indivíduo que se considera satisfeito com o que se depara, que não sente o desejo de conhecer e aprender mais, que realmente diz ignorar a resposta à alguma questão e não sentir necessidade interna da busca por respostas pode ser considerado um ignorante intelectual/epistemológico em relação ao assunto tratado.

### ***Categoria 3: Pluralidade na observação (PC-3)***

A pessoa que consegue distanciar o olhar do fato que observa, não se envolvendo e ao mesmo tempo buscando explicações mais profundas, apresenta uma pluralidade na observação. Observar um mesmo fato ou questão sob diferentes pontos de vista (por exemplo: econômico, social, educacional, científico, político, entre outros...) torna o observador menos sujeito a ser tendencioso e a aceitar as opiniões e explicações facilmente. Essa pluralidade de olhares só é possível àquele que tem um mínimo de conhecimento sobre o assunto ou que, pelo menos, deseja conhecê-lo.

O enfoque CTS, por que optamos neste trabalho, apresenta claramente a possibilidade de observação e estudo de um fato ou fenômeno através de três óticas diferentes: a científica, a tecnológica e a social.

Portanto, nos questionários respondidos pelos alunos, onde as situações apresentadas envolviam os aspectos C, T e S, havia a possibilidade clara de análise através de mais de um ponto de vista. Essa observação por mais de um ponto de vista só ocorre se o indivíduo tiver o seu olhar crítico desenvolvido.

Nesta categoria de análise serão enquadrados os pensamentos que estiverem baseados em observações plurais.

### ***Categoria 4: Observação Ingênua (PC-4)***

Diferentemente de uma observação plural, onde há mais de um aspecto sendo observado, num olhar ingênuo o indivíduo considera apenas aquilo que lhe interessa e/ou sobre o quê ele tem conhecimento. Não há interesse por parte do observador em considerar outras opiniões, outras maneiras de encarar o fato.

Isso me parece característico de quem apresenta ignorância intelectual em relação ao assunto tratado. Pode até ser justificado por essa ignorância, pois o

observador desconhece o assunto e em consequência disso não tem condições de observar através de diferentes pontos de vista aquele fenômeno ou fato. Nada que não possa ser revertido. A educação do pensamento crítico atenta para isso e se dispõe a propor mudanças através do processo educacional, no caso dessa pesquisa, na educação formal.

### **Categoria 5: Profundidade na interpretação (PC-5)**

Uma interpretação que se diga profunda precisa atentar para alguns aspectos:

- Tendenciosidade das informações: as informações apresentadas em qualquer situação podem ser tendenciosas. Seja por opção de quem as apresenta ou por descuido. Ao observador crítico cabe descobrir essa tendenciosidade e levá-la em consideração no momento de interpretar e analisar o fato. Por exemplo: Na hora de noticiar um acontecimento negativo envolvendo pessoas próximas ao prefeito da cidade, um órgão da imprensa, de propriedade desse mesmo prefeito, provavelmente “abafará” o caso ou irá abordá-lo de maneira “suave”. A maneira com que essa mesma notícia é dada por outro órgão da imprensa, sem envolvimento político algum, será bem diferente.

Quando um indivíduo crítico observar essa notícia, ele atentar-se-á aos aspectos políticos e aos interesses que podem existir por detrás da notícia. Ele descobrirá que as informações emitidas pela imprensa comandada por políticos da situação certamente são tendenciosas, ou seja, favoráveis aos interesses de tal político.

- Argumentação lógica nas informações apresentadas: isso inclui não apenas noções de lógica e construção de argumentos, mas de análise retórica também.
- Idéias subjetivas: interpretar aquilo que foi dito e também aquilo que foi omitido. Tomar o não dito por dito é considerado por Carraher(1983) como característica de um pensador que sabe observar bem e interpretar de forma profunda as informações.

Nesta categoria incluo aquelas justificativas que apresentem o mínimo de profundidade na interpretação das situações. Ou seja, que passem além daquilo que

está escrito e interpretem a situação como um todo, atentando para os aspectos recém-apresentados.

### **Categoria 6: *Pseudo-interpretação (PC-6)***

Uma pseudo-interpretação engloba aquele entendimento apenas do fato em si, ou seja, o indivíduo entende o que aconteceu e pensa que já conhece tudo sobre o ocorrido. Poderia também classificar uma interpretação da notícia, do fato, de um fenômeno desse tipo como uma interpretação ingênua, de quem desconhece o assunto mais profundamente. Mas não considero que uma interpretação ingênua, superficial, seja uma interpretação realmente, pelo contrário, é somente tomar conhecimento. Por isso chamo essa categoria de pseudo-interpretação: uma falsa interpretação.

Por exemplo: a pessoa pode entender que o clima do planeta está mudando, mas não interpretar o fato. Interpretar este fato poderia ser compreender que há causas para essa mudança e que existem agentes responsáveis por ela.

É caracterizada como uma pseudo-interpretação, aquela que não passa além do que foi noticiado.

### **Categoria 7: *Argumentação fundamentada (PC-7)***

Argumentação fundamentada é a verdadeira argumentação. Ou seja, aquela em que além de apresentar seu argumento o indivíduo compreenda e tenha clareza das razões daquela argumentação. Para Carraher (1983) um argumento é um conjunto de afirmações que inclui pelo menos uma conclusão. Ao apresentar um argumento usam-se premissas, evidências para defender ou fundamentar a conclusão.

Na análise das respostas ao questionário, uma resposta é enquadrada como “Argumentação fundamentada” a partir do momento que apresente as razões e conceitos, ou evidências que conduziram àquela conclusão. Uma argumentação eficiente, a meu ver, é aquela onde o indivíduo consegue convencer os outros de sua opinião por apresentar informações de maneira organizada e de fácil compreensão. Carraher fala que muitos políticos são bons no ato de convencer porque conseguem apresentar as informações que favorecem suas idéias de modo organizado e claro.

### **Categoria 8: Ausência de argumentos (PC-8)**

Na caracterização do pensamento crítico deixamos claro que é importante saber argumentar. Considero que a falta de poder argumentativo reflete um nível baixo de pensamento crítico. Alguns autores como Lipman (1995) e Carraher (1983), apontam que saber argumentar é importante, mas não abordam a falta de argumentação. Se argumentar é importante, não argumentar é uma falha no processo de uso do PC, o que pode ser decorrente de um pensamento crítico não tão bem desenvolvido.

É enquadrada nesta categoria a resposta que não apresenta argumentos a seu favor. As respostas que simplesmente permanecem no “achismo”. Aqueles que dizem “...eu penso que...” ou “...acho que é assim...”. Pode ser a opinião dos alunos, mas se ela não for justificada, ou seja, se não for dito o porquê de acreditar naquilo, a resposta será considerada sem argumentos. A ausência de evidências favoráveis à sua opinião torna um discurso fragilizado. Assim, uma afirmação que não apresenta informações que a certifiquem torna-se vulnerável e pode ser facilmente desconstruída.

#### QUADRO-RESUMO DAS CATEGORIAS ANALÍTICAS PC

- |   |
|---|
| <p><b>Categoria 1</b> (PC-1): Curiosidade Intelectual/Epistemológica</p> <p><b>Categoria 2</b> (PC-2): Ignorância Intelectual/Epistemológica</p> <p><b>Categoria 3</b> (PC-3): Pluralidade na observação</p> <p><b>Categoria 4</b> (PC-4): Observação Ingênua</p> <p><b>Categoria 5</b> (PC-5): Profundidade na interpretação</p> <p><b>Categoria 6</b> (PC-6): Pseudo-interpretação</p> <p><b>Categoria 7</b> (PC-7): Argumentação fundamentada</p> <p><b>Categoria 8</b> (PC-8): Ausência de argumentos</p> |
|---|

Estabelecidos os instrumentos de coleta e análise dos dados, passo a apresentar o desenvolvimento do trabalho e as análises produzidas a partir dele.

## 6. PLANO DE AÇÃO CTS-PC

### Os envolvidos na pesquisa

Duas foram as turmas envolvidas na pesquisa: na primeira etapa uma turma de terceira série do ensino médio, naquele que chamamos de projeto-piloto; na segunda etapa, contemporânea à primeira, porém mais longa, uma turma de segunda série de ensino médio. Ambas as turmas são da mesma escola pública, do período matutino. A maioria dos jovens participantes tem entre 15 e 17 anos.

É importante esclarecer que os alunos não conheciam a professora anteriormente e vice-versa. O primeiro contato com as duas turmas foi no começo do ano letivo de 2007. A partir daí deu-se o início dos trabalhos que serão apresentados posteriormente. O fato do desconhecimento dos pesquisados teve um papel importante, pois impediu a formação de pré-conceitos de ambas as partes, professora-pesquisadora e alunos, e não causou interferências na primeira coleta de dados. Caso a turma fosse conhecida e os alunos já tivessem ciência de que a professora era pesquisadora na área de CTS, os primeiros dados sobre CTS-PC poderiam estar contaminados.

### O desenvolvimento dos trabalhos

A primeira atividade feita com os alunos foi a aplicação do questionário inicial sobre concepções CTS e nível de PC. Este questionário inicial foi aplicado a quatro turmas de ensino médio: duas primeiras séries (uma noturno, uma matutino), uma segunda e uma terceira série. As duas primeiras séries participaram somente desta atividade. O questionário foi aplicado inicialmente a quatro turmas para que a concepção de CTS identificada pudesse ser generalizada, com um número maior de respostas. Embora não fizessem parte de toda a pesquisa, os dados coletados foram utilizados para estabelecer um panorama mais amplo de como os jovens entre 15 e 17 anos pensam as relações entre CTS. Este questionário foi aplicado no primeiro dia de aula em cada turma.

Após a aplicação do questionário, foram iniciados os trabalhos com as duas turmas de pesquisa: terceira e segunda série. Em ambas, a primeira atividade foi a exposição de uma situação a partir da qual pudessem ser trabalhadas as relações entre C, T e S. Foi escolhido um texto (Anexo 2), extraído de um livro didático de

terceira série, falando sobre a produção e utilização de radioisótopos no Brasil, com fins medicinais. Com base no texto foram levantados vários questionamentos, que geraram discussões sobre o assunto. As discussões saíram do nicho da Ciência e se expandiram chegando a falar de economia, política, ética, tecnologia, medicina... Nas duas turmas a conversa foi bastante proveitosa, prevalecendo uma maturidade maior na terceira série, e alguns pensamentos ingênuos na segunda.

Passada esta primeira fase comum às duas turmas, dei início aos trabalhos diferenciados em cada uma. Com a terceira série iniciei o caso simulado sobre energia nuclear. Com a segunda série, os trabalhos dentro dos conteúdos regulares de segunda série que constam no cronograma de aulas apresentado no anexo 3, com todas as atividades voltadas ao desenvolvimento do pensamento crítico. Os trabalhos de ambas as turmas serão detalhados mais adiante.

Ao final dos trabalhos com as seqüências didáticas CTS-PC foi realizado, nas duas turmas de pesquisa, um questionário final, nos mesmos moldes do questionário inicial, para verificar o nível de pensamento crítico dos alunos e sua concepção de CTS.

#### Análise dos questionários

O questionário inicial, assim como o questionário final, está organizado em cinco Situações socialmente relevantes. Estas, daqui para frente, serão chamadas de Situações A, B, C, D e E. Portanto, quando durante o texto referir-me a alguma Situação, estarei me referindo necessariamente a alguma questão do questionário final ou inicial.

Já falei anteriormente como o questionário foi construído, as alternativas de respostas disponíveis aos estudantes. Já apresentei as categorias de análise CTS e PC. O que falta fazer é esclarecer como serão enquadradas as respostas (também chamadas de Opiniões) nas categorias.

O enquadramento nas categorias CTS para as Opiniões dos questionários inicial e final, de todas as turmas está resumido no quadro a seguir:

## QUADRO-RESUMO DAS CATEGORIZAÇÕES CTS PARA AS OPINIÕES DOS QUESTIONÁRIOS INICIAIS E FINAIS

	Situação A	Situação B	Situação C	Situação D	Situação E
Opinião 1	CT-1.2	CT-1.2	CT-1.1	CT-1.1	CT-1.1
Opinião 2	CT-2	CT-2	CT-2	CT-2	CT-2
Opinião 3	CT-3	CT-3	CT-3	CT-3	CT-3
Opinião 4	CT-4	CT-4	CT-4	CT-4	CT-4
Opinião 5	CT-5.1	CT-5.1	CT-5.1	CT-5.2	CT-5.1

Nos questionários respondidos pelos alunos, para cada Situação foi pedido que dessem a sua justificativa do porque da escolha daquela Opinião e não de outra, haja vista haverem cinco Opiniões pré-estabelecidas e uma livre. Essas justificativas, pessoais, foram analisadas e enquadradas dentro de categorias de pensamento crítico, já explicitadas anteriormente. Os questionários respondidos pelos próprios alunos, bem como as justificativas dadas, encontram-se no Anexo 4.

Uma justificativa pode ser enquadrada em mais de uma categoria. Isso é perfeitamente compreensível e aceitável. A intenção dessa análise e do enquadramento em categorias dessas justificativas é qualitativa e, portanto, deve conduzir o leitor a uma visão global do nível de pensamento crítico em que se encontram as idéias dos alunos e não à quantidade de respostas que podem ser caracterizadas como pensamento crítico.

As justificativas analisadas foram enquadradas em quatro categorias cada uma. É importante lembrar que algumas eram excludentes, ou seja, a resposta enquadrada na categoria 1 não poderia ser enquadrada na categoria 2. O mesmo acontece com os pares 3 e 4, 5 e 6, 7 e 8. Portanto, cada justificativa analisada recebeu quatro categorizações. Essas categorizações estão disponíveis no Anexo 5.

Para facilitar a análise do nível de pensamento crítico dos alunos, utilizei-me de um artifício matemático: a soma dos números das categorias indicará o nível de pensamento crítico. Essas somas variam de 16 a 20, sendo que quanto menor for a soma, mais desenvolvido o pensamento crítico daquele aluno.

O valor 16 para a soma significa que a justificativa foi enquadrada em todas as categorias de pensamento crítico desenvolvido (**Categoria 1** - Curiosidade Intelectual/Epistemológica, **Categoria 3** - Pluralidade na observação, **Categoria 5** - Profundidade na interpretação, **Categoria 7** - Argumentação fundamentada). Alguns alunos atingiram esse nível em alguma das cinco justificativas.

O valor 17 indica que a justificativa do aluno foi enquadrada em três das quatro categorias de pensamento crítico desenvolvido. O valor 18 significa que a resposta foi enquadrada em apenas duas das categorias de PC desenvolvido e duas de PC não desenvolvido. O valor 19 mostra que apenas uma das categorias em que foi enquadrada a justificativa é de pensamento crítico desenvolvido, enquanto as outras três indicam o contrário: o aluno não tem o seu pensamento crítico desenvolvido. O somatório 20 aponta para ausência de pensamento crítico.

Um resumo para esses somatórios é apresentado a seguir:

Soma 16 = nível 4
Soma 17 = nível 3
Soma 18 = nível 2
Soma 19 = nível 1
Soma 20 = nível 0

A partir desses esclarecimentos podemos estabelecer o nível de pensamento crítico de cada aluno ou de toda uma turma, seja para cada situação do questionário ou para o questionário todo. Neste trabalho, farei as análises por turma e do questionário como um todo, não considerando cada situação isoladamente. Os dados encontrados são riquíssimos e mereceriam uma análise mais profunda que o tempo disponível para esta pesquisa não possibilita fazer.

Todas as situações do questionário, inicial e final, envolviam temas de Ciência e Tecnologia em sua relação com a Sociedade. O assunto em que estamos tentando desenvolver o pensamento crítico dos alunos nesta pesquisa é esse: as relações entre C, T e S. É importante ressaltar que não estamos querendo tornar os alunos peritos em crítica em qualquer assunto, embora, o desenvolvimento cognitivo do pensamento permita um alargamento da observação de um fato, o que pode gerar uma interpretação mais completa, levando à observação e utilização da argumentação fundamentada, o que, por fim, conduz a um pensamento crítico.

Esclarecidos aspectos gerais da pesquisa, apresento o desenvolvimento e análise do trabalho realizado com cada uma das turmas.

## 6.1 A idéia sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade de estudantes do nível médio

Apresento, inicialmente, um patamar geral das respostas dadas por todas as turmas em que se aplicou o questionário (duas turmas de primeira série, uma turma de segunda série e uma turma de terceira série). As respostas das duas turmas que fazem parte da pesquisa serão analisadas em momento posterior, ao falar de todo o trabalho realizado nestas turmas.

Apesar de apresentar as respostas quantitativamente, o interesse principal não é a quantidade de respostas, mas a qualidade delas, ou seja, aquilo que representam dentro do contexto desta pesquisa. Portanto, os números servem para situar o quadro geral das respostas e a partir deles se fará uma análise qualitativa daquilo que significam as respostas dadas. A análise a ser feita será de acordo com as categorias CTS já estabelecidas.

Tabela 1: RESPOSTAS AO QUESTIONÁRIO INICIAL DAS QUATRO TURMAS

	Situação A	Situação B	Situação C	Situação D	Situação E
Opinião 1	21	3	10	16	16
Opinião 2	11	8	11	3	13
Opinião 3	25	42	11	16	28
Opinião 4	22	41	43	8	3
Opinião 5	17	5	10	50	29
Opinião 6	10	7	11	12	17

Observando a Tabela 1 é possível notar que a quantidade de respostas dada na situação D é menor. Isso se deve ao fato de que um dos alunos da terceira série não opinou nesta situação, somente.

As respostas, na íntegra, de cada aluno se encontram no Anexo 4. Os alunos das primeiras séries serão chamados AP (**a**luno da **p**rimera série), seguidos de um numeral que os diferencia. Os **a**lunos da **s**egunda série serão chamados de AS seguido de numeral, e os **a**lunos da **t**erceira série de AT seguido de numeral.

Na seqüência do texto apresento a análise das respostas às Situações do questionário inicial. Antes das análises trago a notícia que foi exposta aos estudantes. No decorrer das análises inseri trechos dos textos dos alunos, sendo que estes estão transcritos fielmente aos originais, inclusive com erros de gramática e concordância.

## Análise da Situação A

### **SITUAÇÃO A:**

*O presidente da Petrobras, Sérgio Gabrielli, garantiu esta terça, durante audiência pública na Câmara que o novo acordo assinado pelo Brasil para explorar gás natural na Bolívia é equilibrado financeiramente, terá a rentabilidade adequada para os investidores e permite pensar em novos investimentos naquele país.*

*O deputado Jorge Boeira (PT) deixou a audiência com a certeza de que não haverá crise de distribuição de gás para o Brasil, especialmente para a região Sul. Também ficou claro para ele, que a Petrobras terá controle sobre os preços do produto, mantendo-o num patamar aceitável.*

*Uma das mudanças do contrato assinado pela Petrobras e suas parceiras - Repsol e Total - é a determinação de prioridade para o mercado interno boliviano, respeitando a viabilidade econômica do consórcio. Essa exigência, segundo Gabrielli, não acarretará perdas para a empresa brasileira. (Agência Brasileira de Comunicação, dez/2006)*

Para você, em relação à utilização do gás natural oriundo da Bolívia:

OPINIÃO 1 ( ): Exploração de gás natural é uma atividade tecnológica que está sujeita às motivações financeiras.

OPINIÃO 2 ( ): Esse assunto não me interessa, eu não uso e nem dependo do gás natural. Deixo as decisões para os cientistas e políticos.

OPINIÃO 3 ( ): A utilização do gás natural é essencial para o desenvolvimento dos estados da região sul do Brasil. Portanto, é necessário que se aceitem as exigências da Bolívia.

OPINIÃO 4 ( ): Sem o gás natural a economia do Brasil perderia muito financeiramente e isso acarretaria um prejuízo social enorme.

OPINIÃO 5 ( ): Se o Brasil não puder mais utilizar o gás natural oriundo da Bolívia, as pesquisas brasileiras em Ciência e Tecnologia resolverão o problema energético de outra maneira.

OPINIÃO 6 ( ): Nenhuma das afirmações anteriores contempla meu ponto de vista.

Para a Situação A do questionário pode-se encontrar, no quadro geral de respostas, uma predominância para a Opinião 3. A diferença percentual dessa para as outras respostas (Opiniões 4 e 1) é muito pequena. A opinião 3 da Situação A está enquadrada na categoria C-3, correspondente à “Sonambulismo Tecnológico”. Essa opinião representa uma confiança excessiva na Tecnologia. A crença de que os problemas sociais, políticos, econômicos e ambientais podem ser revertidos somente com o desenvolvimento maior da Tecnologia. Isso é preocupante. Esse pensamento retrata um desconhecimento do que é Tecnologia e do seu papel, do seu funcionamento na prática. Mas também retrata uma relação entre a Tecnologia e os problemas sociais.

O aluno AS-19 afirma que *“A região sul, já teve vários problemas, muitos deles por exigências não aceitas; na minha opinião se as exigências forem aceitas talvez os problemas acabem.”* Outro aluno, AS-33, diz que *“...se o Brasil quer importar o gás da bolívia ele têm que aceitar as exigências feitas.”* Isso representa uma imobilização perante a Ciência e a Tecnologia. Precisamos aceitar o que está posto e seguir o “ritmo da dança”, principalmente se quisermos que o país cresça, como afirma outro estudante, AT-18, *“.. penso que o GN é realmente importante no*

*desenvolvimento dos estados, não só do sul, mas de todo o país, pois ele deve acompanhar (ou pelo menos tentar) os avanços tecnológicos que ocorrem no mundo, para que possa crescer e estabelecer uma melhor condição financeira.”*

Embora os alunos acreditem que mais Tecnologia resolveria os problemas apresentados, eles têm inerentes a essa crença, uma outra, de que existe uma relação entre a Sociedade e a Tecnologia: essa relação seria de dependência da primeira diante da segunda. Isso fica evidente quando os estudantes dizem que temos que aceitar as exigências da Bolívia em relação ao uso do gás natural, porque precisamos desse gás para o nosso desenvolvimento como país.

### Análise da Situação B

#### **SITUAÇÃO B:**

*O ministro do Tribunal de Contas da União (TCU), João Augusto Nardes, afirmou nesta sexta-feira que o Governo Federal desviou mais de 200 milhões de reais da Infraero, empresa que administra os aeroportos do país. Relator dos processos sobre infraestrutura no TCU, o ministro Nardes, destaca que o dinheiro poderia ter sido investido no setor aéreo, mas acabou sendo redirecionado para o caixa do tesouro: “231 milhões foram para o tesouro, e o governo não aplicou na Infraero, portanto, isso deixa claro, evidente, que o governo direcionou os recursos para outros setores. Que poderiam ser aplicados ele colocou no caixa único, os recursos que saíram da atividade da própria Infraero e de arrecadação da Infraero, para o Tesouro. Então, está faltando recursos porque o governo resolveu dar prioridade à outras áreas.” Além do redirecionamento dos recursos, o ministro João Augusto Nardes constatou a defasagem de servidores na Infraero. Segundo ele, faltam cerca de 1800 pessoas para garantir um atendimento adequado. (Agência RadioWeb, Brasília, dez/2006)*

Para você, em relação ao sistema aéreo brasileiro:

OPINIÃO 1 ( ): Há interesses diversos que regem o sistema aéreo. Desse modo, de nada adiantaria se existissem novos aparelhos e maneiras de controle do tráfego aéreo.

OPINIÃO 2 ( ): Esse assunto não me interessa, eu não uso e nem dependo do transporte aéreo. Deixo as decisões para os técnicos e políticos.

OPINIÃO 3 ( ): Deveria se investir mais em tecnologias que dessem conta do problema, afinal, não basta investir dinheiro na infra-estrutura dos aeroportos se os recursos humanos e os aparelhos utilizados não dão conta de resolver o problema.

OPINIÃO 4 ( ): Os problemas de tráfego aéreo afetam toda a sociedade. Muitos estrangeiros que poderiam vir para o Brasil de férias, ou então fazer investimentos, desistem devido os problemas com o transporte aéreo.

OPINIÃO 5 ( ): Independente de qualquer opinião, confio que as pesquisas científicas e as inovações tecnológicas resolverão o problema do tráfego aéreo em breve, é só uma questão de tempo.

OPINIÃO 6 ( ): Nenhuma das afirmações anteriores contempla meu ponto de vista.

No quadro geral de respostas, a Situação B apresenta uma diferença muito pequena de respostas para as Opiniões 3 e 4. As categorias para ambas são “Sonambulismo Tecnológico” e “Determinismo Tecnológico”. O que cada uma dessas categorias representa já foi abordado anteriormente.

O estudante AS-32 afirma que “...se forem investidos mais recursos na tecnologia concerteza a situação iria melhorar pois traria mais segurança a quem

*depende desse transporte.” Outro estudante, AS-6, também acredita que mais Tecnologia seria a solução aos problemas: “...tem que se fazer tecnologias em que caso aconteça algum problema, esteja ao alcance deles resolver.”*

Para muitos alunos, a temática da Situação apresentada parece distante de sua realidade. Os alunos não utilizam o transporte aéreo com freqüência e esse pode ser um dos motivos para o sentimento de irresponsabilidade para com essa temática, embora não a justifique. Outros atribuem a solução dos problemas e das conseqüências destes ao uso de mais Tecnologia.

Alguns estudantes apontam que a Tecnologia determina os rumos da sociedade. Os problemas tecnológicos sofridos pelo sistema aéreo brasileiro influenciaram negativamente o setor financeiro da sociedade, como disse o aluno AS-17: *“O problema com o tráfego aéreo impediu muitos turistas e negociadores de ir ao Brasil. Sem esses problemas o Brasil poderia crescer financeiramente.”* Outro estudante AS-16 afirma que *“...se caso eles [os aviões] voassem nas horas certas o Brasil poderia ganhar estrangeiros morando aqui, ou seja: a sociedade iria crescer! E o investimento também!”*.

### Análise da Situação C

#### **SITUAÇÃO C:**

##### **Renault e Nissan propõem veículo elétrico em 2010**

*O fabricante francês de carros Renault anunciou hoje (12/12/06) que trabalha junto a seu parceiro japonês, a Nissan, para propor um veículo elétrico em 2010, dentro de seu compromisso de reduzir as emissões de dióxido de carbono à atmosfera. O veículo, que estará adaptado ao uso em áreas urbanas, está "em fase de estudo avançado" e os dois fabricantes "trabalham sobre o conjunto das autopeças", afirmou a Renault em comunicado.*

*Em 2008, a Renault espera vender um milhão de veículos que emitirão menos de 140 gramas de dióxido de carbono por quilômetro. Um terço das unidades emitirá menos de 20 gramas. Para alcançar esta meta, o construtor francês trabalha em "um leque de tecnologias alternativas economicamente abordáveis para seus clientes e que podem ser amplamente difundidas", entre elas a energia elétrica.*

*A Renault espera também contar com uma gama completa de veículos em 2009 que funcionem com combustíveis biológicos a preços comparáveis com os modelos de gasolina e diesel. Em 2006, o fabricante espera que a metade dos motores de energia vendidos na Europa possa funcionar com bioetanol e que todos os que utilizarem diesel possam receber 30% de biodiesel.*

*"A Renault considera os biocombustíveis como uma das soluções mais eficazes e econômicas para controlar as emissões de dióxido de carbono a médio prazo", afirmou o fabricante, que já terá uma oferta de biocombustíveis na Europa em 2007. (Site Terra Notícias, dez/2006)*

Para você, em relação à emissão de gases poluentes na atmosfera:

OPINIÃO 1 ( ): A má utilização que se faz dos equipamentos e artefatos tecnológicos que é responsável pela poluição.

OPINIÃO 2 ( ): O governo e os cientistas deveriam propor soluções a esse problema.

OPINIÃO 3 ( ): A poluição é uma conseqüência necessária do progresso. A gente sempre vai poluir. Se não poluir, não vamos produzir.

OPINIÃO 4 ( ): As pesquisas em combustíveis alternativos e a construção de um carro elétrico são as melhores alternativas para diminuir a emissão de gases poluentes e melhorar a vida da sociedade.  
OPINIÃO 5 ( ): Temos Ciência e Tecnologia para resolver o problema da poluição. O problema é que esta não está sendo usada adequadamente.  
OPINIÃO 6 ( ): Nenhuma das afirmações anteriores contempla meu ponto de vista.

No quadro geral de respostas parece haver um consenso, a maioria de respostas concentra-se na alternativa quatro. Esta alternativa, chamada de Opinião 4, está categorizada como “Determinismo Tecnológico” e conduz ao entendimento de que o desenvolvimento científico-tecnológico é irreversível, inexorável e representa a marcha do progresso. Alguns estudantes afirmam que sempre vamos poluir, esta é uma situação irreversível:

*“...poluir faz parte do cotidiano (infelizmente).”(AT-6).*

*“Sempre averá uma forma de poluição se não for transmitida pelo produto será pela produção, não se tem ‘um’ sem o ‘outro’.” (AS-11).*

*“... foi após os avanços tecnológicos que o assunto polêmico poluição entrou em vigor. É claro que novas tecnologias vem sendo utilizadas, mas sempre acabará poluindo, porque o problema já está agravado demais.” (AT-10).*

Outros estudantes apontam a Tecnologia e as pesquisas científicas como solução ao problema da poluição:

*“... Acho que deveriam pesquisar muito e tentar fazer novos combustíveis não poluentes ou carros elétricos, isso ia diminuir muito a poluição mundial.”(AT-19).*

*“... Eu levo fé que um dia, a maioria dos meios de transporte do mundo terá tecnologia suficiente para não emitir gases tóxicos para a atmosfera, contribuindo com o combate ao problema de efeito estufa.” (AT-22).*

Quando os alunos consideram que a Tecnologia é a causa da mudança social e que ela é independente da sociedade, na verdade, eles confirmam sua ignorância em relação às decisões que envolvem o processo tecnológico. Ficam sujeitos às decisões tomadas por poucas pessoas. Deixam de exercer seu papel cidadão, a democracia fica fragilizada. Essa pequena parcela da democracia, na verdade reflete o que acontece com as demais: as pessoas não se importam com o destino que será dado às inovações tecnológicas, às pesquisas científicas, ao dinheiro público. Podem até não concordar com o que está posto, mas ficam de mãos atadas, sentem-se sujeitos de uma situação que não pode ser modificada.

## Análise da Situação D

### **SITUAÇÃO D**

#### **Exposição mostra robôs que preparam coquetéis**

*Olhando com seus brilhantes olhos vermelhos para uma jovem à sua frente, o barman Chapok estende seu braço para oferecer a ela um coquetel de gim e laranja. Ela pega o copo, murmura um constrangido "obrigado" e sai enquanto o robô-barman volta sua atenção para a parede decorada com garrafas.*

*"As pessoas estão interagindo, elas estão realmente conversando com meu robô", diz David Calkins sorrindo. Ele é professor de robótica na Universidade Estadual de San Francisco, nos Estados Unidos. "Isso é fantástico, exatamente o que eu estava esperando." (Site Terra Notícias, dez/2006)*

Para você, em relação à robotização:

OPINIÃO 1 ( ): Os robôs estão sendo criados para auxiliar os humanos em suas atividades.

OPINIÃO 2 ( ): As decisões que os especialistas tomarem sobre a utilização dos robôs é a mais adequada à nossa sociedade.

OPINIÃO 3 ( ): Os robôs estão chegando com toda força e farão os serviços de modo semelhante ou melhor que os seres humanos.

OPINIÃO 4 ( ): Em uma sociedade robotizada sobraria mais tempo para a diversão e o lazer das pessoas. Seria uma alternativa para fugir do estresse.

OPINIÃO 5 ( ): Temo a repercussão que os robôs teriam junto a sociedade, eles poderiam tomar o lugar de muitas pessoas em seus trabalhos.

OPINIÃO 6 ( ): Nenhuma das afirmações anteriores contempla meu ponto de vista.

Nesta situação do questionário inicial o número de respostas na Opinião 5 foi expressivo em todas as turmas.

Essa opinião foi categorizada como "Superação da Perspectiva Salvacionista". Esta foi a única alternativa em todo o questionário que apresenta uma superação da visão salvacionista. A quantidade de respostas, praticamente 50% do total, nesta alternativa surge como um breve despertar dos alunos perante a hegemonia tecnológica que vinha sendo posta como verdadeira.

Talvez o sentido que foi posto na Opinião tenha influenciado no número expressivo de respostas: a relação entre a robotização na indústria e o aumento do desemprego. O que parece é que as pessoas somente se dão conta da influência da Tecnologia em suas vidas quando esta vem tomando o espaço do ser humano. Algumas opiniões que confirmam essa idéia:

*"Acho que os robôs não são tão necessários na sociedade, muitas vezes tiram o emprego de muitas pessoas." (AS-32).*

*"...prefiro pessoas do que uma mente de lata que fala." (AT-3).*

*"A tecnologia ta crescendo muito e tende a cada vez crescer mais, e é possível que daqui uns tempos robôs estejam fazendo o serviço dos humanos, e isso seria ruim porque iria aumentar a taxa de desemprego e de pobreza." (AT-19).*

Poderia argumentar várias razões para essa resposta aparecer aqui e nesta quantidade, mas o que interessa nessa análise é a concepção CTS que os alunos

apresentam. É muito bom poder verificar que a consciência social das situações que envolvem C e T parece estar chegando.

Esse pensamento dos alunos diante da inovação tecnológica apresentada na Situação do questionário pode servir como uma abertura para trabalhar com outros temas e incutir neles uma nova postura diante da Ciência e da Tecnologia.

### Análise da Situação E

#### **SITUAÇÃO E**

##### ***Um em cada 8 americanos enfrentam problemas com uso excessivo da web***

*Um grupo de cientistas da prestigiada Universidade de Stanford (Califórnia, leste) descobriu que para 1 em cada 8 americanos o uso da internet está se tornando um problema.*

*Cerca de 14% dos usuários de internet nos Estados Unidos mostram indícios de ciberdependência. Acredita-se que esta seja a primeira amostragem em larga escala dos efeitos de uma exposição prolongada à rede mundial de computadores.*

*Dos entrevistados, 68,9% se descreveram como usuários regulares da internet. Quase 6% disseram sentir que suas relações sociais sofreram com o longo tempo que passam conectados à rede. Cerca de 14% consideraram difícil passar muitos dias sem se conectar à internet.*

*Cerca de 8,7% dos entrevistados tentam ocultar o uso desnecessário da internet, enquanto 3,7% disseram ficar preocupados quando não estão conectados.*

*Pouco mais de 9% disseram usar a internet como forma de fugir dos problemas e 12,4% afirmaram que quase sempre ficam conectados mais tempo do que pretendiam.*

*Segundo Elias Aboujaoude, professor assistente do departamento de Psiquiatria de Stanford, "muitos entrevistados foram demitidos do trabalho pelo uso excessivo da internet, e seus cônjuges ameaçaram pedir divórcio", acrescentou. "Primeiro, tentam justificar, e quando algo importante ocorre, eles percebem que um comportamento aparentemente inocente traz um monte de problemas", insistiu.*

*Elias Aboujaoude, professor assistente do departamento de Psiquiatria de Stanford, advertiu que a ciberdependência poderia nascer de algo simples como checar e-mails a cada cinco minutos, atualizar blogs (diários publicados na internet) ou entrar em páginas de informações financeiras para ver o preço das ações. (Site UOL Notícias, dez/2006)*

Para você, em relação ao uso da internet:

OPINIÃO 1 ( ): A utilização desmedida e irresponsável da internet é que pode levar a ciberdependência.

OPINIÃO 2 ( ): Os internautas só utilizam aquilo que está a sua disposição. Se fosse prejudicial deveria ser proibido.

OPINIÃO 3 ( ): A internet é algo extremamente necessário hoje em dia. Seria impossível imaginar uma sociedade como a nossa sem a internet.

OPINIÃO 4 ( ): As tecnologias da internet são isentas de valores sociais. Elas que se autodeterminam e seria impossível viver nesta era tecnológica sem o auxílio da internet.

OPINIÃO 5 ( ): Com o desenvolvimento cada vez maior da Ciência e Tecnologia chegaremos a uma situação ideal, onde se fará uso da internet de modo regrado e responsável. O problema é que ela não está sendo usada adequadamente.

OPINIÃO 6 ( ): Nenhuma das afirmações anteriores contempla meu ponto de vista.

Nesta situação, as Opiniões dadas pelos alunos se dividem entre a 3 e a 5. Ambas foram categorizadas como "Sonambulismo Tecnológico" e "Aceitação da Perspectiva Salvacionista", respectivamente. A diferença no número de respostas atribuída a cada uma delas é pequena no quadro geral.

Em relação ao uso da internet a maioria dos estudantes atribui toda a

responsabilidade à Tecnologia e seus processos.

*“A web é uma invenção boa, pena que não sabemos usar, e fazemos dela uma necessidade (...) Deveria ter um programa onde determina-se o tempo de uso.”* (AS-4).

O que sabemos é que a internet é bastante presente no dia-a-dia da maioria dos jovens e que estes não conseguem mais se imaginar sem a utilização dela, embora não acreditem que ela possa levá-los a ciberdependência como aponta o texto da situação.

*“...sem a internet seria voltar ao tempo de barco a velas.”* (AS-27).

*“...sem ela [internet] voltaríamos a idade da Pedra.”* (AT-11).

*“... sem a internet não dá pra ficar...”* (AT-5).

*“com o desenvolvimento tecnológico não conseguiríamos viver sem a internet, mas temos que ter um limite para que isso não se torne uma dependência.”* (AT-17).

Aquelas opiniões que na situação anterior demonstravam um breve despertar em relação a pensamentos salvacionistas, agora já não aparecem mais. Pelo contrário, o que se tem é uma aceitação desta perspectiva. Volto a afirmar, quando a Ciência e a Tecnologia estão diretamente ligadas a algum prejuízo econômico, parece que apenas aí há uma observação mais criteriosa dos fatos e uma atribuição de um caráter mais humano à C&T, passível de erros e interesses.

De modo geral, o que fica bastante evidente com este questionário é que grande parte dos jovens ainda tem uma confiança excessiva na Tecnologia como solução para seus problemas e para os problemas gerados por ela própria. Em assuntos tecnocientíficos a sociedade atribui uma enorme responsabilidade à Tecnologia e seus processos. Parece esquecer-se de que quem a inventou foram pessoas, com o intuito de melhorar, facilitar, suas vidas. Sendo assim, a possibilidade de haver controle social da mesma nem é, sequer, lembrada.

Uma sociedade que vive imersa às constantes inovações tecnológicas, algumas boas, outras nem tanto assim, desconhece o seu papel perante esse desenvolvimento.

A minha pergunta é: será que esse pensamento muda sem um trabalho educacional forte? Será que a experiência de vida pode transformar essa situação?

Acredito no processo educacional como possibilidade de mudança do sentimento de estagnação diante do processo tecnológico. Parafraseando Freire,

diria que é preciso formar o aluno, muito mais que treiná-lo para responder a testes teóricos. É preciso que a educação auxilie no desenvolvimento de um pensamento crítico que leve o ser humano à conscientização e à mudança de atitudes.

## 6.2 O trabalho com a terceira série

Com a turma da terceira série, a seqüência de atividades a ser analisada é a seguinte:

1. Aplicação de um questionário inicial CTS-PC;
2. Desenvolvimento de um caso simulado;
3. Aplicação de um questionário final CTS-PC.

O questionário inicial CTS-PC foi aplicado no primeiro dia de aula em quatro turmas de ensino médio, conforme já relatamos anteriormente na apresentação das idéias que eles têm sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Apresentarei agora apenas os resultados gerais sobre o pensamento CTS para esta turma, sem me demorar nas análises, visto que estas foram recém-feitas para todas as turmas.

Quanto às análises do pensamento crítico, elas serão feitas para cada turma separadamente, em relação aos questionários iniciais e finais.

### 6.2.1 Análise do questionário inicial

#### Análise do pensamento CTS

No trabalho realizado com a turma da terceira série, também consta a realização do questionário inicial. As respostas dadas por todas as turmas foram analisadas sob a perspectiva CTS e serviram para localizar o tipo de pensamento que predomina entre os jovens. Com a turma da terceira série o que ficou muito saliente foi a escolha da Opinião 4, como é possível observar na Tabela 2.

Tabela 2: RESPOSTAS AO QUESTIONÁRIO INICIAL DA TERCEIRA SÉRIE

	Situação A	Situação B	Situação C	Situação D	Situação E
Opinião 1	6	0	2	5	4
Opinião 2	0	0	2	0	1
Opinião 3	5	10	3	2	5
Opinião 4	7	13	15	0	0
Opinião 5	5	1	3	14	9
Opinião 6	4	3	2	5	8

Esta opinião se enquadra dentro da categoria CT-4, denominada “Determinismo Tecnológico”. Nesta turma há uma predominância do entendimento de que o desenvolvimento científico-tecnológico é irreversível, inexorável e representa a marcha do progresso. Está muito presente a idéia de que não há como voltar atrás no processo tecnológico que está em andamento.

O papel da sociedade está resignado a aceitar esse desenvolvimento e conviver com ele. Esse pensamento exclui qualquer ação da Sociedade para reverter ou modificar o rumo das coisas. A Tecnologia é responsável pelo que aconteceu e ela mesma resolverá os problemas gerados. A idéia de que a Sociedade não pode fazer nada, inverte os papéis reais do ser humano que criou a Tecnologia para servir e facilitar sua vida, no sentido de que, agora, a Tecnologia é quem decide o que as pessoas terão que fazer.

As outras opiniões que sobressaem refletem a idéia de uma sociedade que se sente de mão atadas diante da Ciência e da Tecnologia, mesmo sabendo que há diversos interesses por trás delas e que os rumos que tomarão serão determinados por poucos. Em outros momentos, os mesmos estudantes reafirmam sua confiança no binômio Ciência-Tecnologia como redentor, como aquele que trará as soluções aos problemas encontrados. Assim, quanto mais C e T tiver, mais rapidamente serão resolvidas as situações adversas.

Todas estas idéias são preocupantes para o enfoque de ensino que estamos privilegiando nesta pesquisa. Concepções que confiam cegamente na Tecnologia e creditam à Sociedade um papel secundário, muitas vezes inferior, resignado, são obstáculos a serem vencidos para transformar o Ensino de Ciências de caráter técnico e abstrato em uma abordagem CTS.

#### *Análise do Pensamento Crítico*

Na Tabela 3 se encontra o somatório das categorias para a turma da terceira série e a média geral para cada situação do questionário. O detalhamento das categorizações que constam na Tabela 3, está no Anexo 5.

Os nomes dos alunos foram substituídos por códigos.

Observando a Tabela 3 podemos identificar várias informações. Uma das mais importantes para essa análise é a média da turma para cada situação do questionário. A média fica próxima de 18. Com isso podemos afirmar que a maioria

dos alunos teve suas justificativas enquadradas em apenas duas das categorias de pensamento crítico desenvolvido e duas de PC não desenvolvido. Desse modo, o nível de pensamento crítico para essa turma é 2.

Tabela 3: SOMATÓRIO DAS CATEGORIAS PC NO QUESTIONÁRIO INICIAL – 3ª SÉRIE

Código do aluno	Situação					Média para cada aluno
	A	B	C	D	E	-----
AT-1	19	19	19	19	18	18,8
AT-2	18	17	16	18	18	17,4
AT-3	18	16	16	19	20	17,8
AT-4	17	19	19	16	16	17,4
AT-5	19	18	19	19	19	18,8
AT-6	16	17	18	--	18	17,25
AT-7	17	19	19	18	18	18,2
AT-8	18	19	17	19	19	18,4
AT-9	18	18	18	17	18	17,8
AT-10	18	18	17	18	16	17,4
AT-11	18	17	17	18	18	17,6
AT-12	16	18	18	18	17	17,4
AT-13	18	17	17	17	19	17,6
AT-14	19	16	18	19	18	18
AT-15	19	19	19	19	19	19
AT-16	20	19	20	19	18	19,2
AT-17	18	19	18	19	19	18,6
AT-18	18	18	18	18	18	18
AT-19	19	19	19	18	19	18,8
AT-20	17	18	17	18	18	17,6
AT-21	19	19	19	19	19	19
AT-22	18	19	19	16	17	17,8
AT-23	19	20	19	18	18	18,8
AT-24	18	18	19	19	19	18,6
AT-25	18	17	19	18	18	18
AT-26	19	18	19	19	19	18,8
AT-27	19	19	19	19	19	19
<b>Média</b>	<b>18,15</b>	<b>18,15</b>	<b>18,22</b>	<b>18,23</b>	<b>18,22</b>	<b>18,16</b>

As respostas características de pensamento crítico foram enquadradas, em sua maioria, nas categorias PC-1 e PC-3. Os estudantes têm a vontade de conhecer o assunto, são curiosos, no sentido de saber mais sobre aquilo e, ainda, conseguem observar o fato ou a situação por mais de um ângulo. Geralmente os estudantes observam a situação por dois ou três ângulos diferentes: sob o ponto de vista econômico, social e tecnológico, por exemplo.

Os estudantes tiveram suas respostas enquadradas em maior ou menor

número de categorias PC. A média geral da turma é de 18,16, mas podemos notar alguns alunos com média inferiores, como 17,25 ou 17,4, ou ainda 17,6. Estes estudantes tiveram suas justificativas enquadradas em até três categorias de pensamento crítico. Do mesmo modo temos alguns estudantes que tiveram suas justificativas enquadradas em apenas uma das categorias PC. É o exemplo dos alunos AT-15, AT-16, AT-21 e AT-27. Estas discrepâncias de resultados são aceitáveis dentro do contexto desta pesquisa, principalmente por esta ser a primeira verificação do nível de pensamento crítico dos alunos. Sabemos que em uma mesma turma haverá sempre pensamentos diferentes, alguns alunos com mais experiência de vida e leituras de mundo mais contextualizadas e críticas e outros menos.

### **6.2.2 Seqüência didática baseada num caso simulado**

Na seqüência do texto apresento as atividades realizadas em sala de aula com a turma da terceira série, baseadas numa atividade conhecida como caso simulado. Exponho as observações que fiz com relação ao desenvolvimento do pensamento crítico e finalizo com uma reflexão sobre estas aulas.

Como educadora, penso que o aluno de ensino médio precisa desenvolver um espírito crítico, seja para atuar como cidadão, seja para redigir uma redação de vestibular, seja para sair-se bem em uma entrevista de emprego, ou simplesmente para compreender melhor o mundo em que vive. Uma sociedade formada por pessoas críticas não fica resignada às autoridades e àqueles que detêm o poder. Uma educação transformadora, libertadora, idealizada por Paulo Freire é a que eu, como pessoa e educadora, almejo.

Dentro do contexto desta pesquisa, a concepção de educação necessária para o trabalho com o enfoque CTS e com o desenvolvimento de uma Educação para o Pensar se aproxima dos ideais deste grande educador brasileiro.

Os casos simulados, uma das metodologias utilizadas nesta pesquisa, ao trabalhar com assuntos controversos, com temas atuais, numa perspectiva social, acomodam-se dentro dessa concepção de educação.

### Para compreender melhor os casos simulados

Os casos simulados, como o nome diz, são simulações que envolvem aspectos de Ciência, Tecnologia e Sociedade. Nestes casos, uma controvérsia é apresentada e esta se centra em um problema (real ou fictício) relacionado ao desenvolvimento tecnocientífico e que terá decisões abertas com relevantes conseqüências sociais. De modo a permitir a participação dos alunos em casos como esses, situam-se alguns atores sociais envolvidos no problema com posturas, interesses e valores diferentes. A busca por informações e argumentos a favor das diferentes posturas, que na sala de aula estarão representadas por diferentes equipes, sua exposição e confrontação pública, são a chave das atividades desenvolvidas. A controvérsia se resolve com a decisão sobre o problema apresentado inicialmente, onde prevalece o consenso da maioria em torno da solução proposta ao problema ou aceitando a proposta da equipe que soube defender melhor seus argumentos perante o público.

O objetivo é criar em sala de aula um ambiente democrático, propício ao desenvolvimento da participação pública, no qual se possa aprender a participar. E não basta participar de qualquer modo, para “vencer” o debate, os argumentos apresentados, a maneira com que são expostos, a compreensão da situação como um todo e o desenvolvimento de um senso crítico são fundamentais.

### Os resultados do trabalho com o caso simulado

O trabalho desenvolvido na terceira série teve como base a dinâmica de um caso simulado. O trabalho foi desenvolvido durante cinco semanas com duas aulas semanais, totalizando dez aulas. Todos os alunos da turma (um total de 24) foram envolvidos. Alguns tiveram uma participação mais ativa, outros se envolveram pouco.

Na seqüência do texto relato os acontecimentos e algumas impressões que coletei como professora-pesquisadora, referente às reações e atitudes dos alunos.

#### Aula 1

Inicialmente foi apresentada pela professora uma notícia aos alunos. Esta notícia encontra-se em anexo (Anexo 6). A notícia versa sobre a instalação de uma usina nuclear no sul da Santa Catarina.

A reação dos alunos diante daquela notícia foi de preocupação. A professora conduziu essa preocupação de modo a apresentar os atores sociais envolvidos no problema (Prefeitura, ONG Ambientalista, Cientistas e Técnicos, Políticos Federais, Sindicato dos Trabalhadores e a Mídia). Seguiu-se a caracterização dos atores, quando a professora explicitou qual era a posição de cada um deles diante da controvérsia e alguns de seus motivos para tal posicionamento.

Em seguida os alunos da terceira série foram organizados em seis equipes, representando os atores sociais envolvidos na suposta instalação da usina nuclear.

Foram expostas as pautas para o trabalho das equipes, da preparação do relatório, dos critérios de avaliação individual e das equipes. Também foram marcadas as datas de entrega dos relatórios, de uma socialização dos argumentos de cada equipe e do debate final.

## Aula 2

Na segunda semana, assim como nas duas próximas semanas também, em torno de 40 minutos da primeira aula foram dedicados ao estudo de alguns conteúdos específicos de radioatividade. Nesta primeira etapa, os conteúdos estudados foram: O que é a energia nuclear e como ela é produzida em uma usina nuclear, Energia de ligação nuclear e estabilidade dos núcleos, A estabilidade /instabilidade nuclear e o decaimento radioativo. Estes conteúdos serviam de informação a todas as equipes para o debate, afinal, é preciso saber como se produz a energia nuclear em uma usina e do que ela depende para poder argumentar contra ou a favor da instalação de uma dessas usinas.

No restante da aula os grupos puderam trabalhar na construção de seus argumentos. Alguns textos eram fornecidos pela professora para estudo. Outros materiais, trazidos pelos alunos. Era possível notar durante este trabalho das equipes que algumas estavam bastante empenhadas, enquanto outras não se interessavam pelo assunto.

## Aula 3

Nesta terceira semana de trabalho com o caso simulado os estudos na primeira parte da aula foram sobre Emissões Radioativas: partículas alfa e beta e

radiações gama, Período de Decaimento ou tempo de meia vida, Fontes Naturais e Artificiais de Radioatividade e Medidores (detectores) de Radioatividade.

Na segunda parte da aula os alunos trabalharam em equipes e ao final da aula cada equipe apresentou de modo simplificado o seu posicionamento na controvérsia e alguns de seus argumentos.

Neste momento foi possível perceber claramente qual equipe estava preparada e qual não estava. A equipe da prefeitura e dos políticos teve um desempenho baixo, principalmente a dos políticos. Eles não haviam preparado nada e não se manifestaram nessa defesa preliminar.

#### Aula 4

No início da aula fizemos alguns estudos sobre Fissão e Fusão nuclear. Em seguida a professora conversou com os alunos sobre a importância de cada equipe preparar-se para o debate, apontando que tanto em termos de nota, quanto de aprendizado o debate seria importante dentro desse bimestre. A professora explicou como deveria ser feito o relatório de cada equipe e lembrou a data de entrega do mesmo.

Na segunda parte da aula os alunos trabalharam em equipes, finalizando suas argumentações, visto que na próxima semana seria o debate.

A maioria das equipes estava bastante empenhada. Muitos questionamentos ainda estavam em aberto. Nas aulas que as equipes trabalharam a professora era chamada a todo o momento, pois queriam esclarecimentos referentes a conteúdos científicos, a termos que encontravam em textos informativos, em textos científicos, em matérias de revistas e jornais que as equipes traziam para a sala de aula.

A equipe que representou a Mídia trouxe idéias muito interessantes sobre como organizar o debate. Queriam tornar o debate semelhante aos debates políticos em véspera de eleição. Foi dessa maneira que a equipe conduziu o debate na semana seguinte.

Durante a semana os grupos entregaram à professora um relatório com argumentos da sua equipe e também argumentos de outras equipes contra os quais teriam que se defender durante o debate.

## Aula 5

Nesta aula foi realizado o debate aberto entre todas as equipes. O debate foi gravado em áudio para que eu pudesse ouvir novamente no momento de realizar as análises.

Conforme combinado na aula anterior, a equipe da Mídia conduziu o debate de modo semelhante aos debates políticos que são transmitidos pela televisão. A equipe da Mídia organizou o local do debate, distribuindo carteiras e cadeiras para cada grupo, formando um círculo em sala de aula. Desse modo, todas as equipes podiam observar as outras.

Inicialmente a professora-pesquisadora esclareceu a todas as equipes como se processaria o debate. Que cada equipe teria certo tempo para expor seu posicionamento e seus argumentos. Como nenhuma das equipes se manifestou para dar início, foi feito um sorteio e o grupo da ONG iniciou apresentando sua posição e seus argumentos. Foram seguidos pela equipes da Prefeitura, do Sindicato dos Trabalhadores, Cientistas, Políticos e, por fim, a Mídia. Quando chegou sua vez, a Mídia se mostrou neutra no debate e a equipe apenas informou às demais que estaria fazendo questionamentos e gerando as discussões entre as demais equipes.

Apresentados os argumentos de cada equipe, o grupo da mídia iniciou o debate com algumas perguntas dirigidas.

O debate foi intenso, principalmente entre a equipe da ONG ambientalista que se posicionou contra a instalação da usina nuclear em Santa Catarina e a equipe dos cientistas e técnicos que foi favorável à instalação.

O grupo dos políticos não participou efetivamente do debate. Quando perguntas eram dirigidas a essa equipe, ela não soube responder e se omitiu.

As demais equipes, Sindicato dos Trabalhadores e Prefeitura participaram quando foram solicitadas. Tinham argumentos para sua defesa, mas não se envolveram muito no debate.

### *O caso simulado e desenvolvimento do pensamento crítico*

Analisando brevemente o desenvolvimento do pensamento crítico a partir dos critérios estabelecidos anteriormente (Uso do pensamento autônomo – não apenas jargões e modas pré-fabricadas de pensar; Visão do todo e das partes, profundidade

na interpretação; Perceber e utilizar argumentos bem fundamentados; Colocar-se no lugar do outro, entendendo seus motivos; Observar sob vários pontos de vista um mesmo fenômeno; Ter curiosidade intelectual) podemos dizer que os alunos tiveram um bom desenvolvimento do senso crítico. Não necessariamente em relação a algum assunto, mas no todo, na maneira de pensar criticamente.

O desenvolvimento do PC foi considerado bom, primeiramente, porque os alunos precisaram colocar-se no lugar do outro, assumindo os papéis no caso simulado. Muitos deles tinham opiniões contrárias às que estavam defendendo, portanto o exercício de colocar-se no lugar do outro proporcionou o “sentir” a opinião contrária e mais, ter que defendê-la, tomar partido. Portanto essa atitude conduziu também a observar o fato apresentado por mais de um ponto de vista. Em segundo lugar, ficou clara a observação do fato (instalação da usina nuclear em Santa Catarina) sob diferentes focos, o lado científico e tecnológico, o econômico, o lado ambiental, o social e o humano. O enfoque CTS em si já proporciona essa observação plural. Neste sentido foi muito positiva a escolha da metodologia dos casos simulados, principalmente por que os alunos já se depararam com um problema que exigia levar em conta mais de um contexto.

Para dar conta de observar o fato por todos esses ângulos os alunos tiveram que sair do lugar comum, de leigos que observam qualquer assunto e colocar-se no lugar de pensadores críticos, que tem o desejo de conhecer os porquês que existem por trás de qualquer fato.

O pensamento autônomo não ficou muito evidente no debate. Mas a esse tipo de pensamento só se chega com o tempo, com bastante conhecimento sobre o assunto e o exercício do pensamento crítico (aquele que põe em crise as idéias iniciais). De acordo com Lipman (1995) num pensamento autônomo, a pessoa, o aluno, o pensador constrói o pensamento por si próprio, ou seja, ele mesmo articula as idéias e chega a um entendimento. O mesmo não acontece quando apenas cita-se um autor, sem ter articulado as idéias desse autor e ter chegado ao entendimento do assunto.

As interpretações feitas pelos alunos não foram muito profundas. Mas foram coerentes com o nível de ensino e experiência de vida que os alunos têm.

Os argumentos utilizados pelos alunos estavam, em sua maioria, fundamentados. Algumas equipes ainda apresentaram argumentações ingênuas.

Para Santos, Mortimer e Scott (200?), no “...*processo de desenvolvimento da argumentação, a função dialógica tem um papel fundamental, uma vez que nesse processo o aluno tem que expressar o seu ponto de vista e justificá-lo.*” Para chegar a esse ponto os autores defendem que é preciso exercitar a análise discursiva em aula, para que os alunos percebam como se constroem os argumentos e possam construir os seus de modo semelhante.

Nas aulas que antecederam o debate, nenhuma análise semelhante a essa foi realizada. Para um próximo trabalho sinto que é necessário que se trabalhe com os alunos a construção da argumentação, como forma de prepará-los melhor para o debate.

Em relação ao trabalho com a terceira série, algumas coisas precisam ser reformuladas. A estratégia adotada inicialmente de estar fornecendo alguns textos avulsos às equipes, pode ser substituída por uma apostila, com alguns textos comuns a todas as equipes para serem usados no caso simulado e nos demais trabalhos em sala de aula. Assim fica mais palpável a todos os alunos, além de fornecer a eles um material de consulta para outros trabalhos e constituir-se em material de estudo para as avaliações. Embora uma estratégia como essa pareça limitar o trabalho de pesquisa dos alunos, penso que eles precisam de um material inicial, que os permita tomar contato com o assunto, principalmente se este não for muito comum à eles.

Por falar em assunto, o escolhido para o debate (energia nuclear) era distante aos alunos. Eles praticamente não embasaram seus argumentos nos estudos da energia nuclear. Foram mais sociais e menos científicos. Percebi uma grande preocupação com a questão ambiental, talvez isso tenha acontecido pelo fato de esta ser uma abordagem mais comum na escola (a escola realizou e ainda realiza trabalhos sobre educação ambiental).

### **6.2.3 Análise do questionário final**

Apresento, inicialmente, um patamar geral das respostas dadas pelos alunos da terceira série, quando da aplicação do questionário final após a realização da seqüência didática (caso simulado). O questionário final aplicado com os alunos encontra-se no Anexo 7 e as respostas de cada aluno à este questionário, estão no

Anexo 8. O questionário aplicado foi semelhante ao questionário inicial sobre as concepções CTS. As Situações apresentadas no questionário foram modificadas, introduzindo temas de grande veiculação pela mídia naquele momento. As análises das respostas obtidas serão feitas tanto sob a perspectiva de CTS como de Pensamento Crítico.

As respostas deste questionário têm as mesmas categorizações do questionário inicial. Portanto, as categorias de análise são as mesmas do início, tanto para a avaliação da concepção CTS, como para o nível de pensamento crítico.

### Análise do Pensamento CTS

Na tabela 4 apresento o resumo das respostas dos alunos da terceira série ao questionário sobre pensamento CTS e nível de PC após a realização do trabalho dirigido ao desenvolvimento do pensamento crítico.

O que esperamos encontrar é uma evolução no nível do pensamento crítico e uma nova postura diante da Ciência e da Tecnologia.

Tabela 4: RESPOSTAS AO QUESTIONÁRIO FINAL DA TERCEIRA SÉRIE

	Situação A	Situação B	Situação C	Situação D	Situação E
Opinião 1	7	0	4	5	2
Opinião 2	3	0	5	1	2
Opinião 3	2	5	0	6	1
Opinião 4	1	8	1	3	2
Opinião 5	3	2	1	3	2
Opinião 6	4	5	9	2	11

Antes de cada Situação a ser analisada estarei apresentando a notícia e as opiniões disponíveis no questionário final.

#### **SITUAÇÃO A:**

##### ***Veículos movidos a Etanol causam doenças***

*Os veículos movidos a etanol (álcool combustível) poderiam contribuir para o desenvolvimento de um número maior de enfermidades e até de mortes decorrentes de doenças respiratórias do que os carros e caminhões a gasolina, revelou um estudo feito nos Estados Unidos.*

*Se todos os carros e caminhões forem substituídos por veículos movidos a etanol, as mortes vinculadas à contaminação do ar aumentariam cerca de 4% nos Estados Unidos, segundo estudo da publicação "Environmental Science & Technology".*

*"Nossos resultados mostram que uma alta mistura de etanol traz um risco igual ou maior para a saúde pública do que a gasolina, que já causa um dano de saúde significativo", disse Mark Jacobson, cientista atmosférico da Universidade Stanford e principal autor do estudo.*

*O estudo levanta várias questões a respeito do etanol, um combustível produzido a partir da cana-de-açúcar no Brasil e do milho nos Estados Unidos, no qual muitos confiam para reduzir a dependência*

*do petróleo e a emissão de gases poluentes causadores do efeito estufa.* (Site Globo Notícias, abril/2007)

Para você, em relação à utilização do álcool combustível:

OPINIÃO 1 ( ): A utilização do álcool como combustível tem por trás, além da preocupação ecológica, interesses financeiros e políticos.

OPINIÃO 2 ( ): Não me interessa por este assunto. Deixo as decisões para os cientistas e políticos.

OPINIÃO 3 ( ): Essa pesquisa pode até dizer que o álcool combustível é perigoso para a saúde, mas penso que com o uso do álcool vamos controlar o aquecimento global.

OPINIÃO 4 ( ): Sem o desenvolvimento da indústria do álcool a economia do Brasil perderia muito e isso refletiria num prejuízo social enorme.

OPINIÃO 5 ( ): Se o álcool combustível fizer realmente mais mal à saúde do que a gasolina, em breve as pesquisas em ciência e tecnologia resolverão esse problema de alguma maneira.

OPINIÃO 6 ( ): Nenhuma das afirmações anteriores contempla meu ponto de vista.

Para a Situação A do questionário final pode-se perceber, no quadro de respostas, uma predominância de respostas para a Opinião 1. A opinião 1 da Situação A está enquadrada na categoria CT-1.2, correspondente à “Rejeição à Neutralidade da Ciência e da Tecnologia”. Essa opinião representa uma desconfiança quanto à neutralidade do desenvolvimento e da utilização da Ciência e da Tecnologia.

O estudante AT-16 diz que “...o petróleo faz mais mal que o etanol, mas por perda na venda de petróleo é que surgem esse tipo de estudo.”

Já há uma consciência por parte dos alunos que existem interesses de grupos econômicos, políticos e sociais por detrás da C&T. Assim, aquela imagem de que elas estão aí somente para auxiliar e melhorar a vidas das pessoas começa a ser desmascarada. Ao voltar às atenções para esse aspecto, um primeiro passo parece ser dado em direção ao despertar de uma consciência CTS.

#### **SITUAÇÃO B:**

*O presidente da empresa brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária (Infraero), brigadeiro José Carlos Pereira, apresentou hoje um novo sistema de controle de vôos – que poderá ser adotado por todos os países do mundo a partir de 2017. O sistema dispensará o uso de controladores no monitoramento do tráfego aéreo. A comunicação será feita entre o avião e um satélite, que por sua vez enviará os dados para um centro de controle na Terra. Esse centro ficará responsável pela retransmissão dos dados relativos ao tráfego aéreo captados por satélite para os aviões.* (Site Terra Notícias, abril/2007)

Para você, em relação ao sistema aéreo brasileiro:

OPINIÃO 1 ( ): Há interesses diversos que regem o sistema aéreo. Desse modo, de nada adiantaria se existissem novos aparelhos e maneiras de controle do tráfego aéreo.

OPINIÃO 2 ( ): Esse assunto não me interessa, eu não uso e nem dependo do transporte aéreo. Deixo as decisões para os técnicos e políticos.

OPINIÃO 3 ( ): Somente investindo mais em tecnologia teremos o problema do tráfego aéreo resolvido.

OPINIÃO 4 ( ): Os problemas de tráfego aéreo afetam toda a sociedade. Muitos estrangeiros que poderiam vir para o Brasil de férias, ou então fazer investimentos, desistem devido os problemas com o transporte aéreo.

OPINIÃO 5 ( ): Independente de qualquer opinião, confio que as pesquisas científicas e as inovações tecnológicas resolverão o problema do tráfego aéreo em breve, é só uma questão de tempo.

OPINIÃO 6 ( ): Nenhuma das afirmações anteriores contempla meu ponto de vista.

Nesta Situação a alternativa mais escolhida foi a Opinião 4. A alternativa 4 está enquadrada como “Determinismo Tecnológico”. Uma das teses que define o Determinismo Tecnológico se sobressai, aquela que aponta a inovação tecnológica como o fator principal da mudança social. Em segundo plano fica a Tecnologia como única solução aos problemas existentes. O que está implícito nesta questão é que não há como voltar atrás no processo tecnológico em andamento. A sociedade deve aceitar o desenvolvimento tecnológico e conviver com ele. Um pensamento assim exclui qualquer possibilidade de a Sociedade se mobilizar para reverter ou modificar as coisas. A Tecnologia é auto-suficiente, ou seja, é responsável pelo que gerou e ela mesma resolverá os problemas criados.

O estudante AT-17 afirma que *“...a economia perde e muito com o problema do tráfego aéreo brasileiro, temos que investir muito em tecnologia para resolver este problema.”*. Para outro estudante, AT-19, *“O Brasil tem um problema muito grande em questão ao tráfego aéreo, e com isso acaba perdendo muitos turistas e com isso a economia também perde.”*.

De modo geral os estudantes apontam que precisamos de mais Tecnologia para resolver os problemas e que estes problemas de cunho tecnológico afetam diretamente a sociedade.

#### **SITUAÇÃO C:**

*O desmatamento da floresta tropical amazônica para o plantio de soja é ainda mais danoso ao meio ambiente do que o uso da terra para a produção de pasto para o gado, adverte um estudo realizado por cientistas da Universidade Federal de Viçosa (MG) e publicado nesta quarta-feira (18) no semanário científico britânico "New Scientist".*

*Os campos de soja no Brasil reduzem o padrão de chuva local em quatro vezes com relação às terras ocupadas por pasto, continua o estudo. A razão é que os campos de soja são de cor clara, o que significa que refletem muita radiação solar.*

*Como resultado, a superfície do campo é menos aquecida, reduzindo o volume de ar quente que se eleva do solo. Desta forma, menos nuvens se formam e, conseqüentemente, ocorrem menos precipitações.*

*O estudo, feito por cientistas da Universidade de Viçosa, constatou que em regiões de floresta desmatadas para a produção de soja houve uma queda de 15,7% das chuvas, enquanto a mesma área destinada ao pasto gerou uma redução de 3,9%. Segundo a revista "New Scientist", cerca de um sétimo da floresta tropical brasileira original foi destruído para a agricultura. Oitenta e cinco por cento desta terra é destinada ao pasto e 15% para o plantio de soja, um cultivo cuja popularidade se estende rapidamente como fonte de comida e biocombustível. (Site Globo Notícias, abril/2007)*

Para você, em relação ao desmatamento das florestas para o avanço da agricultura:

OPINIÃO 1 ( ): A ciência e a tecnologia estão a disposição para serem usadas. Os interesses econômicos dos grandes agricultores é que conduziram a esse nível de desmatamento.

OPINIÃO 2 ( ): O governo, os cientistas e técnicos deveriam propor soluções a esse problema, para que não tenhamos mais reflexos disso no aquecimento da Terra.  
OPINIÃO 3 ( ): O desmatamento é uma consequência necessária ao progresso.  
OPINIÃO 4 ( ): Essa questão do desmatamento para o avanço da agricultura é apenas uma das consequências do crescimento populacional no planeta.  
OPINIÃO 5 ( ): Quanto mais desenvolvimento tecnológico, mais vamos produzir e isso é bom tanto para a agricultura, para a economia, como para resolver o problema da fome no mundo.  
OPINIÃO 6 ( ): Nenhuma das afirmações anteriores contempla meu ponto de vista.

A opinião predominante nesta Situação foi a opinião 6. Esta opinião não está enquadrada em nenhuma categoria, visto ser aquela alternativa em que o aluno, ao não concordar com nenhuma das opiniões apresentadas, expõe a sua opinião. Uma análise mais cuidadosa foi feita no sentido de verificar se a resposta apresentada pelos alunos realmente era muito diferente das expostas nas Opiniões 1, 2, 3, 4 e 5. O que pude averiguar foi que muitos alunos enquadravam sua opinião em mais de uma das alternativas propostas, e por não poderem assinalar duas alternativas escolheram a alternativa 6 e expuseram suas idéias.

As opiniões apresentadas nas respostas pessoais dos alunos, alternativa 6, são todas contra o desmatamento. Em algumas se podem perceber influências de um pensamento do tipo sonambulismo tecnológico, como na frase do estudante AT-21: *“Meu ponto de vista é que não adianta cientistas, governos e técnicos, sempre vai existir o desmatamento, mesmo sabendo das precauções.”*

Em outras uma reação de rejeição à perspectiva salvacionista. O estudante AT-7 afirma que o *“...desmatamento de maneira nenhuma é consequência do progresso, o desmatamento é ignorância e ambição humana.”*

Há ainda algumas respostas com uma influência do determinismo tecnológico. O estudante AT-22 relata sua opinião: *“Eu penso que não deveríamos desmatar a floresta tropical para o plantio de soja. Para mim a soja deveria ser plantada somente como fonte de comida. Não gosto da idéia do biodiesel e penso que o futuro dos combustíveis está no hidrogênio.”* Outros estudantes também partilham de um pensamento semelhante, de que os biocombustíveis não são a melhor alternativa, e apostam que outras tecnologia serão mais bem aproveitadas.

#### **SITUAÇÃO D**

##### ***Bebê com anencefalia recebe alta e vai para casa em SP***

*Marcela de Jesus Ferreira, que nasceu com anencefalia – falta de parte do cérebro – e amanhã completa cinco meses de vida, recebeu alta hospitalar hoje da Santa Casa de Patrocínio Paulista, no interior de São Paulo. É a primeira vez que a menina vai para uma residência. Marcela precisará usar um concentrador de oxigênio elétrico, aparelho emprestado pela prefeitura, para auxiliar na*

*respiração. Para não ter problemas em quedas de energia, um cilindro de oxigênio será emprestado pela Santa Casa, que ainda poderá ceder uma enfermeira diariamente.*

*Marcela chegou em casa no colo da mãe, numa ambulância sob a supervisão da pediatra Márcia Beani Barcellos. A médica visitará o bebê duas a três vezes por semana e uma equipe do Programa de Saúde da Família fará o acompanhamento diário da evolução de Marcela. (Site Globo Notícias, abril/2007)*

Para você, em relação à utilização da ciência e da tecnologia na medicina:

OPINIÃO 1 ( ): A maneira com que as tecnologias são utilizadas na medicina é que vai dizer se elas são boas ou ruins. Quando utilizadas para salvar vidas, elas são boas; quando utilizadas para matar, são ruins.

OPINIÃO 2 ( ): Existe uma discussão para a legalização do aborto em hospitais. Para isso serão utilizadas algumas tecnologias. Acredito que a decisão que os médicos e políticos tomarem sobre este assunto é a mais adequada à nossa sociedade. Afinal, são eles que entendem disso.

OPINIÃO 3 ( ): Acredito que somente mais pesquisas e desenvolvimentos científicos e tecnológicos trarão soluções para todas as doenças ainda incuráveis, como a Aids e o câncer.

OPINIÃO 4 ( ): Quanto mais tecnologia tivermos, melhor será! Um exemplo é este da tecnologia utilizada na medicina para salvar vidas.

OPINIÃO 5 ( ): Nem sempre a utilização da tecnologia serve ao bem das pessoas. No caso da eutanásia, a mesma tecnologia que pode salvar vidas também pode matar.

OPINIÃO 6 ( ): Nenhuma das afirmações anteriores contempla meu ponto de vista.

As alternativas com maior quantidade de respostas foram a Opinião 3, seguida da Opinião 1.

A Opinião 3 corresponde a categoria de “Sonambulismo Tecnológico” e representa o pensamento de que somente mais e mais Tecnologia poderá reverter os quadros problemáticos encontrados na sociedade. Realmente em relação às doenças ainda incuráveis, mais Tecnologia pode ser uma das saídas para possíveis curas. O estudante AT-20 diz que *“Se investirmos mais em pesquisas, conseguiremos quem sabe curar doenças gravíssimas e que ainda não tem cura.”*. Outro estudante, AT-25, faz uma ressalva na utilização da C&T na medicina dizendo que *“...se a ciência e a tecnologia podem ajudar a medicina deve-se explorá-las, dentro das questões éticas.”*

A Opinião 1 está categorizada como “Crença na Neutralidade da Ciência e Tecnologia”. Nesta categoria há o entendimento de que as pesquisas científicas e o desenvolvimento tecnológico acontecem simplesmente para gerar benefícios à humanidade. O estudante AT-27 afirma que os *“...cientistas quando criam algo para ajudar a sociedade outras pessoas usam isso para fazer coisas ruins.”*. Essa é uma postura clara de crença na neutralidade da C&T. Outros estudantes também acreditam que a Ciência e a Tecnologia são criadas para auxiliar, mas restringem seu uso somente para fins benéficos: *“...se ela for utilizada para matar não terá nenhum proveito”* (AT-24); ou ainda, *“...tecnologia e medicina caminham juntas, desde que para o bem.”* (AT-16).

Em relação à notícia apresentada (a utilização da Ciência e da Tecnologia na medicina) e às opiniões mais escolhidas pelos alunos (1 e 3) fica claro que a confiança na Tecnologia e na Ciência ainda é muito grande. Se levarmos em consideração que a maioria das pessoas não tem conhecimento sobre medicina e que ficam reféns de quem o detém, e que adquirir tais conhecimentos a ponto de não precisar depender dela não é tão simples como ler um livro ou assistir a um bom debate, mas requer anos de estudos, o pensamento dos alunos não é tão preocupante. Esta é uma questão que envolve valores. Quando sua vida ou de alguém próximo está em jogo, o que puder ser feito, seja pela Ciência ou pela Tecnologia, para salvar essa vida é tido como bom. Isso não acontece somente com os leigos, mas também com aquelas pessoas que são especialistas em alguma área da Ciência, por exemplo, mas que não conhecem e dependem de quem detém tal conhecimento.

#### **SITUAÇÃO E**

##### ***Videogames violentos são “distração divertida”, diz pesquisa***

*Os jogadores de videogames violentos acreditam que esses jogos são apenas uma forma "divertida" de distração, que não os torna insensíveis à violência na vida real, afirma uma nova pesquisa sobre um dos segmentos de mais rápido crescimento na indústria do entretenimento.*

*No entanto, os usuários desse tipo de jogo reconhecem que pessoas "que já sejam de alguma maneira perturbadas" podem ser levadas a abandonar os limites aceitáveis de comportamento caso passem a jogar de maneira obsessiva.*

*Em resposta a preocupações políticas e do público sobre esses videogames, o Conselho Britânico de Classificação de Filmes (BBFC) encomendou a pesquisa, que envolveu entrevistas com jogadores, pais e representantes setoriais.*

*A BBFC concluiu que para os jogadores "a violência ajuda a tornar os jogos uma experiência extasiante e divertida, bem distinta da vida cotidiana". Mas acrescentou que "os jogadores não parecem perder a consciência de que se trata de um jogo, e não confundem o jogo com a vida real".*

*Os videogames tendem a polarizar opiniões de uma maneira que nenhuma outra forma de mídia faz e alguns títulos são alvo de críticas severas por representações explícitas de violência.*

*Mas um participante da pesquisa insistiu que os jogadores não estão todos vivendo em um mundo de fantasia que implique em comportamento violento. "Da mesma forma que não sinto ter marcado um gol em um videogame de futebol, não sinto ter matado alguém. Sei que não é real."*

*Alguns jogadores mais jovens, com menos de 15 anos, disseram que algumas cenas mais violentas os incomodam. Eles sentem desconforto quanto às imagens explícitas de matança e admitem que os jogos causam pesadelos. (Site Terra Notícias, abril/2007)*

Para você, em relação ao uso do videogame:

OPINIÃO 1 ( ): Acredito que somente a utilização desmedida e irresponsável dos videogames com jogos violentos é que pode levar a um aumento da violência.

OPINIÃO 2 ( ): Os jogadores só utilizam aquilo que está a sua disposição. Se os jogos violentos fossem prejudiciais deveriam ser proibidos.

OPINIÃO 3 ( ): É inevitável que os adolescentes e jovens joguem esses tipos de jogos violentos. É somente o que há no mercado.

OPINIÃO 4 ( ): As tecnologias de diversão são isentas de valores sociais. Concordo com o jovem que disse que não sente ter matado alguém de verdade quando faz isso num jogo.

OPINIÃO 5 ( ): Com o desenvolvimento cada vez maior da Ciência e Tecnologia chegaremos a uma situação ideal, onde se fará uso das tecnologias de diversão de modo regrado e responsável.

OPINIÃO 6 ( ): Nenhuma das afirmações anteriores contempla meu ponto de vista.

Nesta situação houve um número significativo de respostas para a Opinião 6. Como já foi dito, esta alternativa não foi enquadrada em nenhuma categoria por que é uma resposta pessoal e significa que nenhuma das opiniões, ou mais de uma delas, era aceita pelo aluno.

A notícia apresentada nesta questão envolvia algo muito próximo aos alunos, o uso do videogame. As opiniões apresentadas foram bastante pessoais. Mas, em síntese, mostram opiniões que variam desde a crença de que os videogames com jogos violentos não influenciam de nenhum modo o comportamento das pessoas, até a idéia de que a influência no comportamento violento acontece somente se o indivíduo já for “perturbado” psicologicamente:

*“...Isso não interfere diretamente no comportamento, mas deixa a pessoa isolada...” (AT-6).*

*“... não é nem um jogo que fará a cabeça das pessoas, e sim os problemas sociais do país.” (AT-19)*

*“Acredito que para pessoas ‘que já são de alguma maneira perturbadas’ não só os games violentos mas também os filmes violentos podem leva-las a abandonar os limites aceitáveis de comportamento. (...) Para mim não há a menor diferença em jogar um jogo violento e assistir um filme violento, e para todos que consomem este gênero não há...” (AT-22).*

*“Estão fazendo dos jogos violentos um bicho de sete cabeças, aqueles que matam, roubam, não precisam de videogames para se tornarem mais violentos.” (AT-2).*

*“...talvez eles [os jogos violentos] influenciem sim na violência, principalmente em locais onde a educação é precária, mas não que seja o fator principal para o aumento da violência.” (AT-25).*

Estes são apenas alguns extratos das opiniões apresentadas pelos alunos, existem outras idéias muito interessantes também, vale a pena conferir as respostas no Anexo 8.

As idéias dos alunos variam: alguns têm crença na neutralidade e outros na não-neutralidade da Ciência e da Tecnologia. Outros consideram que a sociedade, representada pela família e pela educação, podem interferir na influência que os jogos terão na vida dos adolescentes e jovens. Não houve nenhuma opinião, dentre aquelas expostas pelos alunos na alternativa 6, que tivesse como embasamento

uma crença no determinismo ou no sonambulismo tecnológico e muito menos uma crença salvacionista.

### Análise do Pensamento Crítico

Na Tabela 5 se encontra o somatório das categorias de Pensamento Crítico obtido a partir do questionário final respondido pelos alunos da terceira série e a média geral para cada situação do questionário.

Os nomes dos alunos foram substituídos por códigos.

Tabela 5: SOMATÓRIO DAS CATEGORIAS PC NO QUESTIONÁRIO FINAL – 3ª SÉRIE

Código do Aluno	Situação					Média para cada aluno
	A	B	C	D	E	-----
AT-2	18	19	18	19	17	18,2
AT-3	18	17	18	17	16	17,2
AT-5	19	19	18	20	18	18,8
AT-6	16	18	17	18	16	17
AT-7	18	16	17	16	18	17
AT-8	19	19	18	19	18	18,6
AT-9	17	18	18	18	19	18
AT-11	18	18	18	18	18	18
AT-14	16	17	17	17	16	16,6
AT-16	17	18	18	19	19	18,2
AT-17	19	18	19	19	19	18,8
AT-19	19	18	19	19	17	18,4
AT-20	19	19	18	19	19	18,8
AT-21	19	19	18	17	18	18,2
AT-22	18	16	16	18	18	17,2
AT-24	18	18	18	19	18	18,2
AT-25	18	17	16	18	17	17,2
AT-26	20	17	17	18	19	18,2
AT-27	18	19	19	18	18	18,4
AT-28	16	18	19	19	19	18,2
<b>Média</b>	<b>18</b>	<b>17,9</b>	<b>17,8</b>	<b>18,25</b>	<b>17,85</b>	<b>17,96</b>

É importante lembrar que alguns alunos que haviam respondido ao questionário inicial não responderam ao questionário final, seja por motivo de mudança de turma ou por não estarem presentes no dia da aplicação deste último. O código que representa os alunos foi o mesmo utilizado na análise do questionário inicial. Apenas um aluno, que não estava na turma no início do trabalho foi chamado de AT-28.

As categorizações para todas as respostas de cada aluno, estão no Anexo 9.

Observando a Tabela 4 podemos extrair várias informações. Uma das mais importantes para essa análise é a média da turma para cada situação do questionário. A média geral é de 17,96. Com isso podemos afirmar que a maioria dos alunos teve suas justificativas enquadradas em três das categorias de pensamento crítico desenvolvido e as outras como PC não desenvolvido. Desse modo, o nível de pensamento crítico para essa turma é 3.

Em relação à média obtida pelos alunos no questionário inicial, antes da aplicação da seqüência didática, a média geral obtida no questionário final é menor, o que indica que o pensamento crítico desenvolveu-se durante o trabalho feito em sala de aula.

Uma análise mais aprofundada poderia ser feita, no sentido de trazer falas dos alunos para o texto, mas este se tornaria muito extenso e cansativo. As falas de todos os alunos, na íntegra, estão disponíveis no anexo 8, as categorias em que foram enquadradas todas elas estão no anexo 9. O material coletado a partir dos questionários iniciais e finais é imensamente rico em informações e mereceria muitas outras análises, por exemplo: como cada aluno desenvolveu seu pensamento crítico durante este trabalho, qual foi a mudança em termos de concepção CTS, a argumentação melhorou, além de outras. O tempo dedicado a esta pesquisa, dentro de um curso de mestrado, é muito pequeno e não possibilita todas as análises quanto gostaríamos de fazer.

### **6.3 Trabalho com a segunda série**

Com a turma da segunda série, a seqüência de atividades a ser analisada é a seguinte:

1. Aplicação de um questionário inicial CTS-PC;
2. Desenvolvimento de trabalhos direcionados para observação, interpretação, argumentação e crítica à Ciência e Tecnologia;
3. Desenvolvimento de um caso simulado/real.
4. Aplicação de um questionário final CTS-PC.

O questionário inicial foi aplicado no primeiro dia de aula, conforme já relatamos anteriormente, e aqui apresento apenas os resultados gerais sobre o

pensamento CTS para esta turma, visto que estas análises já foram feitas de modo minucioso para todas as turmas. As análises iniciais do pensamento crítico serão feitas para esta turma especificamente, bem como as análises finais.

### 6.2.1 Análise do questionário inicial

#### Análise do Pensamento CTS

A turma da segunda série também respondeu ao mesmo questionário inicial, como as outras turmas. Na maioria das questões esta turma se assemelha ao pensamento geral dos estudantes, trazido para análise anteriormente.

O que se destaca aqui é a presença forte de um pensamento do tipo Sonambulismo Tecnológico, enquadrado na categoria CT-3. Em três das cinco situações apresentadas, a escolha majoritária foi a Opinião 3, como pode-se observar na Tabela 6.

Tabela 6: RESPOSTAS AO QUESTIONÁRIO INICIAL DA SEGUNDA SÉRIE

	Situação A	Situação B	Situação C	Situação D	Situação E
Opinião 1	5	1	3	2	2
Opinião 2	5	2	1	2	6
Opinião 3	8	18	5	9	13
Opinião 4	7	11	19	2	1
Opinião 5	7	2	4	20	11
Opinião 6	3	1	3	0	2

Um pensamento do tipo Sonambulismo Tecnológico, alternativa mais escolhida nas Situações A, B e E, representa uma confiança excessiva na Tecnologia como fonte de solução aos problemas e como sinônimo de evolução da sociedade.

OPINIÃO 3 ( ): A utilização do gás natural é essencial para o desenvolvimento dos estados da região sul do Brasil. Portanto, é necessário que se aceitem as exigências da Bolívia.

OPINIÃO 3 ( ): Deveria se investir mais em tecnologias que dessem conta do problema, afinal, não basta investir dinheiro na infra-estrutura dos aeroportos se os recursos humanos e os aparelhos utilizados não dão conta de resolver o problema.

OPINIÃO 3 ( ): A internet é algo extremamente necessário hoje em dia. Seria impossível imaginar uma sociedade como a nossa sem a internet.

Em relação à utilização do gás natural os estudantes apontam que ele é imprescindível para o desenvolvimento dos estados da região sul do país. Uma crença de que sem essa Tecnologia não haveria outras formas de manter o crescimento econômico desta região. A Tecnologia determina os rumos da sociedade.

Em relação aos problemas do tráfego aéreo brasileiro, os estudantes pensam que somente um investimento maciço em Tecnologias resolveria o problema. Sabemos que este é um dos campos que não depende somente de Tecnologias, mas também do setor político, do setor financeiro, de gerenciamento e logística. Novamente a crença de que muita Tecnologia é a solução, quando na verdade sabemos que não é somente isso.

Na Situação E, envolvendo a temática do uso da internet, a maioria dos estudantes aponta que é impossível uma sociedade sem internet. A impressão que se têm a partir das respostas dos alunos é de que a internet dita como o mercado deve andar e sem ela não se teria o desenvolvimento que há hoje e, por consequência, não poderíamos mais viver sem sua utilização.

Nas três Situações a confiança na Tecnologia é excessiva. Os estudantes estão deslumbrados, seguem o ritmo ditado por ela e acreditam que a sociedade toda faz isso também. A sociedade tem um papel secundário, somos guiados pelas inovações e desenvolvimentos tecnológicos.

Além da Opinião 3, a Opinião 4 aparece como sendo a mais escolhida na Situação C e a Opinião 5 na Situação D:

OPINIÃO 4 ( ): As pesquisas em combustíveis alternativos e a construção de um carro elétrico são as melhores alternativas para diminuir a emissão de gases poluentes e melhorar a vida da sociedade.
--

OPINIÃO 5 ( ): Temo a repercussão que os robôs teriam junto a sociedade, eles poderiam tomar o lugar de muitas pessoas em seus trabalhos.
---

Essas Opiniões são categorizadas, respectivamente, como “Determinismo Tecnológico” e “Rejeição da Perspectiva Salvacionista”. Na primeira, a confiança na Tecnologia como solução aos problemas está muito presente. Em relação à emissão de gases poluentes na atmosfera os estudantes acreditam que somente pesquisas em combustíveis alternativos e a produção de veículos “limpos” seria a solução. Não consideram que também há emissão de gases poluentes por outras fontes que não

o uso de combustíveis, e que não basta somente modificar as fontes se não houver uma mudança de hábitos por parte de toda a população.

Na Opinião 5, há uma rejeição da idéia de Ciência e Tecnologia como salvadoras. O status de verdade que, normalmente, é atribuído à C e T, e o pensamento de que elas sempre farão coisas que beneficiem a sociedade, fica fragilizado. Mas é somente nesta Situação que isso acontece.

### Análise do Pensamento Crítico

Na Tabela 7 apresento o somatório das categorias PC para a turma da segunda série e a média geral para cada Situação do questionário. Os nomes dos alunos foram omitidos por questões éticas.

As categorias em que cada uma das respostas foi enquadrada está disponível no Anexo 10.

Observando a tabela 7 podemos notar que a média da turma para cada situação fica acima de 18. Isso significa que a maioria dos alunos teve suas justificativas enquadradas em duas categorias que representam o pensamento crítico desenvolvido e duas que representam o contrário. O nível de pensamento crítico para essa turma é 2.

Tabela 7: SOMATÓRIO DAS CATEGORIAS PC NO QUESTIONÁRIO INICIAL – 2ª SÉRIE

Código do aluno	Situação					Média para cada aluno -----
	A	B	C	D	E	
A1	20	19	18	19	20	19,2
A2	19	19	19	19	19	19
A3	19	19	19	19	19	19
A4	19	19	19	19	19	19
A5	18	19	19	19	19	18,8
A6	19	19	19	19	18	18,8
A7	18	18	19	19	18	18,4
A8	18	19	18	19	19	18,6
A9	20	19	19	20	19	19,4
A10	19	19	18	19	20	19,2
A11	17	18	18	18	19	18
A12	19	18	18	19	19	18,6
A13	20	19	18	19	19	19
A14	18	18	18	19	19	18,4
A15	19	18	19	19	20	19
A16	20	18	19	19	18	18,8
A17	20	19	18	18	18	18,6
A18	19	19	19	19	18	18,8

A19	18	18	18	17	18	17,8
A20	17	19	19	18	18	18,2
A21	19	19	19	19	18	18,8
A22	18	19	19	19	19	18,8
A23	18	19	19	18	19	18,6
A24	18	19	18	18	18	18,2
A25	19	18	19	19	18	18,6
A26	17	19	19	19	17	18,2
A27	19	19	18	18	19	18,6
A28	17	19	18	19	18	18,2
A29	18	19	19	19	20	19
A30	19	20	19	19	20	19,4
A31	18	19	19	19	20	19
A32	19	19	18	19	20	19
A33	19	19	18	18	20	18,8
A34	16	19	19	18	18	18
A35	16	19	18	19	17	17,8
<b>Média</b>	<b>18,46</b>	<b>18,8</b>	<b>18,58</b>	<b>18,74</b>	<b>18,77</b>	<b>18,67</b>

A média geral do somatório de categorias de pensamento crítico para as respostas iniciais dos alunos foi de 18,67. Se comparado ao resultado obtido pela terceira série, 18,16, poderíamos dizer que a capacidade crítica dos estudantes da segunda série é menor, haja vista o valor da soma ter sido maior.

Grande parte das justificativas dos alunos da segunda série foi enquadrada em duas alternativas de PC desenvolvido e duas não. Porém a quantidade aqui é menor do que na outra turma.

No início do trabalho eu, professora-pesquisadora, não conhecia os alunos, mas passadas algumas semanas foi possível perceber que esta turma era bastante imatura, com um pensamento extremamente simplista em assuntos mais complexos e pouco esclarecidos em aspectos que envolviam Ciência e Tecnologia. Havia aí um obstáculo a ser vencido.

Após a aplicação do questionário e de um reconhecimento da turma, a partir de suas respostas e de conversas pontuais, passei à fase de elaboração e aplicação de atividades especificamente direcionadas ao desenvolvimento do pensamento crítico que detalho na seqüência do texto.

### **6.3.2 Atividades direcionadas ao desenvolvimento do PC**

Durante todo o período de pesquisa nesta turma, foram realizados trabalhos com a intenção de desenvolver o pensamento crítico dos alunos. Somente alguns destes trabalhos serão detalhados aqui, porque foram várias as atividades

desenvolvidas com aquela finalidade, e este texto se tornaria cansativo, se ficássemos apenas na descrição delas. As análises serão feitas paralelamente à descrição das atividades.

Apresentarei as atividades divididas por bimestre, na seqüência em que aconteceram em cada turma.

### 1º Bimestre

ATIVIDADE 1: Construção de um texto (individual) sobre o papel dos combustíveis fósseis no desenvolvimento mundial, relacionando problemas políticos, econômicos, sociais e ambientais.

Após algumas discussões sobre a questão dos conflitos existentes no Oriente Médio devido à presença de combustíveis fósseis, principalmente petróleo, pedi aos estudantes que elaborassem um texto falando da relação entre os combustíveis fósseis e o desenvolvimento de grandes potências mundiais. Foi pedido que os alunos relacionassem os problemas ambientais, políticos, sociais e econômicos envolvidos.

O objetivo principal desta atividade era fazer com que os alunos observassem o mesmo fato, o papel dos combustíveis fósseis no desenvolvimento mundial, sob diferentes pontos de vista. A atividade teve êxito sob essa perspectiva. Embora os estudantes não fizessem uma análise sob todos os pontos apresentados, mas já deixaram de ser unilaterais, o que auxilia no desenvolvimento do pensamento crítico. Esta foi a primeira atividade que os estudantes foram levados a pensar assim nas aulas de Química. Foi uma novidade e a dificuldade de fazer todas as relações e associações possíveis é normal. Nas próximas atividades elas vão sendo, aos poucos, superadas.

ATIVIDADE 2: Trabalho de pesquisa (em grupo) sobre os combustíveis fósseis (o carvão, petróleo bruto e o gás natural).

Este trabalho teve o objetivo de trazer maiores esclarecimentos aos alunos sobre o que são, como são extraídos e como se transportam os combustíveis fósseis recém citados. Os alunos receberam textos (Anexo 11) preparados pela professora-pesquisadora exclusivamente para esta atividade.

Nos textos encontram-se diversas informações referentes a cada um dos

combustíveis. Cada equipe recebeu os três textos e a partir deles fizeram, em sala de aula, a atividade de busca de informações naquele material, interpretação das informações constantes e produção de um novo texto, com palavras próprias, contendo apenas os itens pedidos pela professora.

Os estudantes realizaram de modo satisfatório esta atividade. Todas as equipes apresentaram as informações pedidas de modo organizado, mas ainda com alguns trechos do material copiados. Houve o entendimento das informações, porém a reescrita do texto não aconteceu plenamente.

O trabalho foi realizado em equipe para que os estudantes aprimorassem sua capacidade de trabalho em grupo, entendendo o colega, respeitando a opinião do outro e, assim, contribuindo para o desenvolvimento do pensamento crítico. Nos critérios de pensamento crítico estabelecidos na parte teórica deste trabalho aponte o fator colocar-se no lugar do outro, entendendo seus motivos, como uma das características de um pensador crítico. A partir do momento que um grupo de estudantes precisa estudar junto um mesmo assunto e chegar a um consenso, começa-se a desenvolver esta habilidade.

### 2º Bimestre

ATIVIDADE 3: Experimento sobre produtos da combustão de diferentes combustíveis (em grupo).

Este experimento (Anexo 12) foi realizado como parte do estudo dos conteúdos de Termoquímica, mais especificamente, Entalpia de Combustão. Com o experimento e as questões pedidas aos alunos, foi possível comparar combustões de diferentes combustíveis, estudar a combustão completa e incompleta e iniciar um estudo dos efeitos das combustões incompletas na geração de poluição atmosférica e danos ao ambiente.

O experimento tem um papel importante dentro do desenvolvimento do pensamento crítico, pois possibilita ao aluno prever, observar, avaliar observações e comparar, confrontando o que aconteceu com o que ele previu. Tenreiro-Vieira e Vieira (2006) apontam os trabalhos experimentais (em laboratório ou não) como promotores de pensamento crítico. Para eles, diferentes abordagens experimentais têm diferentes fins, mas todos possibilitam de algum modo o desenvolvimento de habilidades de pensamento, notadamente de pensamento crítico. Os autores

conduziram uma pesquisa sobre a produção e validação de atividades experimentais com vistas a desenvolver PC que foram testadas em diferentes ambientes e sob diferentes condições de ensino e puderam comprovar sua hipótese.

ATIVIDADE 4: Seminário (em grupo) sobre produtos da combustão de combustíveis fósseis e sua relação com a poluição atmosférica.

A partir de um material (Anexo 13) presente em um livro didático de Química, Nóbrega et al (2007), os alunos, organizados em equipe, prepararam seminários sobre os principais temas constantes na unidade chamada de Química Ambiental: O Ser Humano e a Atmosfera. Todos os estudantes tinham o mesmo material, que foi dividido em partes, de acordo com os principais assuntos. A partir da leitura deste material base e da consulta em outras fontes, como revistas, jornais e sites da internet, os estudantes organizaram e apresentaram os seminários. Importante ressaltar que a base de conteúdos era comum a todos os estudantes, porém a abordagem passou além daquilo que constava no material. Isso possibilitou observar como diferentes fontes de informação podem ser úteis, até mesmo divergentes, e fornecer novas visões e dados sobre um mesmo assunto. Isso é fundamental para um pensador crítico.

ATIVIDADE 5: Produção de texto (individual) sobre a relação entre Aquecimento Global, Efeito Estufa e queima de combustíveis fósseis. Textos produzidos pelos alunos encontram-se no Anexo14.

Esta atividade foi realizada logo após a apresentação dos seminários constantes da Atividade 4. Na realidade, aquela serviu como fonte de informações para a realização desta. Com as informações obtidas sobre o que a queima dos combustíveis fósseis traz ao ambiente e a atmosfera, sobre como ocorre o efeito estufa e o que é o aquecimento global, os estudantes puderam construir um texto sobre estas relações.

Num dos textos produzidos pelos alunos podemos encontrar:

*“... para acontecer o efeito estufa, envolve-se muitos fatores, envolve totalmente o ser humano, sendo nós mesmos os maiores causadores desse efeito, e o principal fator é o transporte utilizado por nós que elimina uma quantidade de CO<sub>2</sub> muito grande, e a grande queimada de produtos fósseis, mas para reverter esse quadro, seria muito complicado, porque poderia haver uma mudança muito grande*

*na economia, e é por isso que os governos, principalmente os mais poderosos não tomam medidas urgentes para resolver o aquecimento global.” (AS-1).*

Em outro texto, temos:

*“... O efeito estufa impede que o calor que chega à superfície terrestre saia, devido ao gás carbônico, que ‘controla’ essa ‘saída’ do calor. Devido ao aumento da concentração de gás carbônico na atmosfera ocorre um aumento na temperatura, que é o aquecimento global, então a relação entre os dois é que o aquecimento global ocorre devido ao efeito estufa, que aumenta com a emissão de diversos outros gases, como CFC’s e metano.” AS-33.*

Embora com alguns problemas de escrita, podemos perceber duas abordagens diferentes para o mesmo assunto. A primeira é mais social, atribuindo ao ser humano parte da responsabilidade pelas conseqüências da utilização de combustíveis fósseis. A segunda é mais técnica, científica, trazendo informações sobre como ocorrem os fenômenos citados. Ambas trazem informações importantes do ponto de vista do estudo da Química, embora a junção das duas seria a melhor alternativa Para um ensino mais contextualizado. Nos demais textos aparecem informações semelhantes, ora prevalecendo um tipo de pensamento mais técnico; ora prevalecendo outro tipo de pensamento, mais social.

ATIVIDADE 6: Trabalhos de pesquisa e apresentação (em grupo) sobre combustíveis alternativos.

Os alunos elaboraram e apresentaram seus trabalhos de pesquisa sobre combustíveis alternativos, como: álcool, biodiesel, biomassa, energia eólica e hidrogênio. O objetivo deste trabalho foi apontar formas alternativas de energia que não somente as fósseis, além de incentivar a busca por informações em fontes diversificadas.

Os trabalhos apresentados não tiveram uma fundamentação teórica muito grande, mas serviram ao objetivo de apresentar aos estudantes outros combustíveis, que podem ser alternativas aos combustíveis fósseis. Quanto ao objetivo de incentivar a busca por informações, o trabalho não foi tão proveitoso, visto que os estudantes utilizaram basicamente a internet. Embora a internet seja uma fonte rica de informações, muitos sites não são confiáveis, e não houve por parte dos alunos critérios nessa busca. Neste sentido o trabalho não foi tão proveitoso.

3º Bimestre:

As atividades 7 e 8 foram desenvolvidas durante o estudo dos conteúdos de Cinética Química.

**ATIVIDADE 7:** Experimento (em grupo) sobre decomposição de matéria orgânica e velocidade de reação. O roteiro do experimento encontra-se no Anexo 15

A atividade 7 foi realizada exclusivamente pelos alunos, organizados em grupos, em suas casas, sem o auxílio direto da professora-pesquisadora. A observação da ocorrência do experimento ficou completamente por conta dos estudantes. A maneira de montar o experimento, as anotações e as conclusões ficaram completamente a cargo das equipes.

O grande objetivo deste trabalho foi permitir um trabalho investigativo, uma busca por informações e a formação de conclusões a partir da observação sistematizada de um fato conhecido, a decomposição de lixo. Nas descrições apresentadas ao final do período pelos grupos, pode-se perceber a dificuldade que tiveram em saber o que observar. Embora tivessem um roteiro simples em mãos, com o objetivo do experimento bem claro, a dificuldade deles foi grande.

O que pude perceber é que quando conduzidos por alguém a observar um ponto específico de um fenômeno, os estudantes conseguem fazê-lo, porém, quando solicitados a pensar sozinhos, fazer observações interpretações e elaborar um pensamento seu sobre o assunto, a dificuldade é muito grande. Mas é compreensível que os estudantes sintam dificuldades. Este é o papel que nós, pesquisadores, fazemos e mesmo com toda nossa formação, experiência de vida e orientação, ainda assim sentimos dificuldades.

No caso do experimento era mais simples a conclusão a que os estudantes deveriam chegar, mas sabemos que eles não estão habituados a pensar sozinhos e muito menos a tirar conclusões sobre um experimento, embora ele fosse sobre algo comum ao cotidiano dos alunos.

**ATIVIDADE 8:** Experimento sobre fatores que influenciam a velocidade das reações (em grupo).

Este experimento (Anexo 16), diferentemente do anterior, foi feito em sala de aula, seguiu todo um procedimento prático, conduzido pela professora-pesquisadora.

O objetivo deste experimento para o desenvolvimento do pensamento crítico foi possibilitar ao aluno prever o que aconteceria, observar o experimento, avaliar as observações feitas e comparar, confrontando o que presenciou com aquilo que ele previu.

**ATIVIDADE 9: Caso simulado/real sobre o destino do esgoto da cidade.**

Esta atividade será detalhada no próximo tópico, haja vista ser a principal atividade voltada ao desenvolvimento do pensamento crítico utilizada nesta pesquisa.

Na outra turma de pesquisa, terceira série, foi realizado somente este trabalho e aqui, na turma da segunda série, ele também mereceu uma atenção especial. Tanto que ele será apresentado num tópico em separado.

### **6.3.3 Caso simulado/real: apresentação, discussão e análise**

O caso simulado realizado pela turma da segunda série foi diferente do caso realizado pela terceira série. Naquela turma a situação apresentada para a discussão (instalação de uma usina nuclear em SC) era fictícia. Neste, a situação é real, de conhecimento de muitos alunos e presente no seu dia-a-dia: o destino dado ao esgoto na cidade de Brusque.

O caso se estendeu por quatro semanas, com duas aulas semanais.

Na primeira semana, foi apresentada aos alunos a temática do caso simulado/real sobre o esgoto de Brusque e foram feitos alguns questionamentos aos alunos sobre seu destino. A partir daí os estudantes fizeram um texto crítico-opinativo sobre o destino que é dado a esses resíduos. Nesta mesma aula, juntamente com os alunos, foram formadas as equipes que debateriam no caso simulado/real. Os alunos, no início orientados pela professora e em seguida sozinhos, começaram a expor quem eram os setores/personagens envolvidos na situação e juntamente com a professora-pesquisadora definiram os atores que estariam envolvidos no caso simulado/real. Os atores que foram definidos como sendo importantes para o debate foram: o setor público responsável pelo tratamento do esgoto (prefeitura), o setor privado de tratamento de esgoto, a população, as

indústrias brusquenses (a maioria têxteis), e o grupo representando ambientalistas/cientistas.

Estou chamando este caso de simulado/real pelo fato de se tratar de uma simulação de um fato que é real. Se fossemos voltar aos tipos de casos CTS que existem encontraríamos o caso histórico, o atual e o simulado. O caso que realizamos é atual, porém foi apenas uma simulação não levando em conta todos os dados e fatores que influenciam nesta situação, por haver o risco de se perder de vista qual era o foco do debate.

Na segunda semana, os estudantes assistiram a um vídeo sobre como funcionam estações de tratamento de esgoto doméstico convencionais. Trabalharam em grupos elaborando suas estratégias de ação e de defesa para o debate. Ao final da aula foi feita uma prévia das propostas que cada equipe apresentaria no debate como sendo a melhor alternativa para o destino do esgoto brusquense, com a apresentação de alguns de seus argumentos.

Na terceira semana, foi feita uma visita técnica à empresa de tratamento de esgoto industrial de Brusque (Anglian Water). Lá os estudantes puderam tirar algumas dúvidas com a bióloga responsável sobre como acontece o tratamento do esgoto industrial da cidade. Colheram também informações de que quando a empresa, uma multinacional, foi instalada em Brusque, foi feita toda a tubulação para o encaminhamento do esgoto doméstico para aquela empresa, mas que por conflitos políticos permanece desligada até hoje.

Os estudantes fizeram muitos questionamentos à responsável pela empresa, como o valor cobrado pelo tratamento, a quantidade de efluentes que a empresa trata, e o quanto a mesma tem capacidade de tratar, além de muitas outras perguntas. Ficaram sabendo que a empresa poderia tratar todo o esgoto residencial da cidade também, mas que para isso deveria haver um acordo entre o setor público e privado, com anuência da população.

Por fim, na quarta semana aconteceu o debate entre as equipes. Preciso esclarecer que neste caso simulado/real não estávamos discutindo a implantação ou não de um sistema de tratamento de esgoto, mas qual a proposta mais viável para o tratamento. Desse modo, cada equipe apresentou a sua proposta para o destino do esgoto da cidade, defendendo-a com os argumentos que pudessem fortalecê-la. De modo geral, as equipes apresentaram duas idéias distintas. A primeira: instalação de

uma estação de tratamento de esgoto tradicional, com um sistema de bombeamento que levasse o esgoto de bairros próximos da cidade para uma central, e nos bairros distantes, centrais isoladas de tratamento. Esta primeira proposta foi apresentada pela equipe do setor público. A segunda proposta: a ligação da tubulação já existente e o encaminhamento do esgoto para a empresa Anglian Water foi defendida por todas as outras equipes, mas com alguns argumentos diferentes, cada um favorável ao seu grupo.

O debate seguiu as mesmas linhas gerais de organização utilizadas com a outra turma, com um tempo disponível para cada equipe realizar sua exposição e sua defesa. Desta vez a exposição feita foi da proposta ao destino do esgoto brusquense que a equipe considerou mais viável. O debate foi bastante interessante, com cada um dos grupos defendendo seu ponto de vista. Ao final, a maioria chegou ao consenso de que o melhor destino a ser dado ao esgoto, seria encaminhá-lo para o tratamento na empresa privada, visto já haver toda uma estrutura preparada e a diferença em termos de custos relativos à outra proposta ser muito pequena.

#### **6.3.4 Análise do questionário final**

Para dar início a esta análise, apresento um patamar geral das respostas dadas pelos alunos da segunda série, quando da aplicação do questionário final após a realização de todo o trabalho voltado ao desenvolvimento do pensamento crítico, recém descrito. No Anexo 17 está o questionário final aplicado aos alunos e no Anexo 18 estão as respostas de cada aluno à este questionário. O questionário aplicado foi semelhante ao questionário inicial sobre as concepções CTS. As Situações apresentadas no questionário foram modificadas, introduzindo temas de grande veiculação pela mídia naquele momento. As análises das respostas obtidas serão feitas tanto sob a perspectiva de CTS como de Pensamento Crítico.

As respostas deste questionário têm as mesmas categorizações do questionário inicial. Portanto, as categorias de análise são as mesmas do início, tanto para a avaliação da concepção CTS, como para o nível de pensamento crítico. Inclusive o enquadramento das respostas nas categorias CTS é o mesmo.

### Análise do Pensamento CTS

Na tabela 8 apresento o resumo das respostas dos alunos da segunda série ao questionário sobre pensamento CTS e nível de PC após a realização do trabalho dirigido ao desenvolvimento do pensamento crítico.

O que esperamos encontrar é uma evolução no nível do pensamento crítico e uma nova postura diante da Ciência e da Tecnologia.

Tabela 8: RESPOSTAS AO QUESTIONÁRIO FINAL DA SEGUNDA SÉRIE

	Situação A	Situação B	Situação C	Situação D	Situação E
Opinião 1	14	4	2	8	2
Opinião 2	0	6	8	1	2
Opinião 3	3	3	1	2	0
Opinião 4	0	5	7	5	14
Opinião 5	8	2	5	5	2
Opinião 6	0	5	2	4	5

Antes de cada Situação a ser analisada estarei apresentando a notícia e as opiniões disponíveis no questionário final.

#### **SITUAÇÃO A:**

##### ***Tuberculose: vacina terá desconto à países pobres***

*Os países em desenvolvimento poderão adquirir a preço reduzido a única vacina terapêutica contra a tuberculose que o laboratório espanhol Archivel Farma apresentou no Fórum Europeu de Investidores em Biotecnologia, realizado em Zurique, na Suíça.*

*"A vacina é orientada àqueles que mais precisam, inclusive os pacientes dos países em desenvolvimento", explicou à EFE o diretor de pesquisa de desenvolvimento da vacina, o médico espanhol Pere-Joan Cardona. A vacina, batizada como RUTI, está na fase de testes clínicos, mas ele lembrou que não ficará pronta até 2012. O coordenador da pesquisa espera poder testá-la nos países mais pobres, onde a tuberculose causa maiores estragos. (Site IG Notícias, out/2007)*

Para você, em relação às pesquisas e utilização de medicamentos:

OPINIÃO 1 ( ): Há interesses diversos até mesmo quando se fala em saúde ou em salvar vidas. Se muitos tipos de medicamentos tivessem preços mais acessíveis muitas doenças poderiam ser curadas.

OPINIÃO 2 ( ): Esse assunto não me interessa, eu nunca precisei desses remédios. Deixo as decisões para quem entende do assunto.

OPINIÃO 3 ( ): Acredito que se nós tivéssemos bastante Tecnologia conseguiríamos desenvolver essas pesquisas aqui no Brasil, sem depender de outros países.

OPINIÃO 4 ( ): Por não ter as tecnologias suficientes para curar muitas doenças, nós (Brasil) ainda estamos deixando muitas pessoas morrerem.

OPINIÃO 5 ( ): Independente de qualquer opinião, confio que as pesquisas científicas e as inovações tecnológicas resolverão o problema da utilização de medicamentos contra tuberculose pela população mais pobre, é só uma questão de tempo, principalmente agora que já descobriram a vacina para esta doença.

OPINIÃO 6 ( ): Nenhuma das afirmações anteriores contempla meu ponto de vista

Para a Situação A do questionário final pode-se perceber, no quadro de respostas, uma predominância de respostas para a Opinião 1. Esta opinião da

Situação A está enquadrada na categoria CT-1.2, correspondente à “Rejeição à Neutralidade da Ciência e da Tecnologia”. Essa opinião representa uma desconfiança quanto à neutralidade do desenvolvimento e da utilização da Ciência e da Tecnologia. O estudante AS-4 diz que *“O interesse toma conta de tudo, até quando se fala de salvar vida, primeiro eles colocam o preço da vacina que poucos possam pagar, depois de um tempo vê que não está vendendo, daí sim o governo dá a vacina de graça.”*

Há consciência por parte dos alunos de que existem interesses diversos por detrás da C&T. Aquela imagem de que elas estão aí somente para auxiliar e melhorar a vidas das pessoas começa a ser desmascarada, mesmo quando falamos em saúde. Esse despertar de uma consciência CTS parece chegar em um momento oportuno, o Brasil vive calamidades no setor de saúde pública: profissionais em greve, filas nos hospitais, pessoas deixando de ser atendidas e muitas patentes de medicamentos importantes no tratamento de doenças comuns ainda por serem quebradas.

#### **SITUAÇÃO B:**

##### ***Máquinas podem ficar mais inteligentes que humanos***

*No centro de um buraco negro existe um ponto chamado 'singularidade' onde as leis da física não fazem sentido. De forma parecida, de acordo com futuristas, a tecnologia da informação está chegando ao ponto onde máquinas serão mais inteligentes que humanos. Se tal fato acontecer, haverá uma alteração do que é inconcebível em termos humanos, disseram os especialistas, que fizeram um encontro no último sábado. O encontro, chamado 'The Singularity Summit: AI and the Future of Humanity', levou centenas de cientistas ao Vale do Silício, nos Estados Unidos. Lá foram imaginados computadores autoprogramáveis e implantes cerebrais que permitiriam a humanos pensar tão rápido quanto os microprocessadores atuais.*

*Pesquisadores de inteligência artificial (AI) alertaram que agora é a hora de desenvolver guias éticos para garantir que tais avanços ajudem ao contrario de fazer mal. "O nosso mundo não será mais o mesmo", disse Rodney Brooks, professor de robótica no MIT. Quanto aos computadores, "quem somos nós e quem são eles será uma questão completamente diferente", completa.*

*Eliezer Yudkowsky, co-fundador do Instituto de Singularidade de Inteligência Artificial, em Palo Alto, e organizador do evento, pesquisa o desenvolvimento da chamada 'inteligência artificial amigável'. Seu grande medo é que inventores brilhantes criem uma inteligência artificial que se desenvolva sozinha mas que não tenha moral e se torne má. (Site Terra Notícias, out/2007)*

Para você, em relação à utilização da inteligência artificial:

OPINIÃO 1 ( ): Duvido que não exista algum interesse obscuro por trás dessas pesquisas.

OPINIÃO 2 ( ): O governo e os cientistas deveriam propor utilizações responsáveis à inteligência artificial.

OPINIÃO 3 ( ): O uso da AI é uma necessidade para o progresso da humanidade.

OPINIÃO 4 ( ): Em algum tempo as máquinas serão mais inteligentes que os seres humanos e nos tornaremos sujeitos dessa situação.

OPINIÃO 5 ( ): Em algum tempo as “máquinas inteligentes” serão nossa salvação em questões difíceis de resolver.

OPINIÃO 6 ( ): Nenhuma das afirmações anteriores contempla meu ponto de vista.

Nesta Situação a alternativa mais escolhida foi a Opinião 2. A alternativa 2 está enquadrada como “Tecnocracia/Passividade”. Nesta Situação a fuga da responsabilidade por algo ainda desconhecido da população foi a opção mais escolhida. Ao jogar a responsabilidade toda nas mãos dos governantes e cientistas, a população se exime de qualquer culpa, caso algo dê errado com a aplicação desta nova Tecnologia. A impressão que tenho é de que para os leigos em assuntos como estes, a melhor opção seria deixar tudo nas mãos de pessoas supostamente mais responsáveis e neutras, sem interesse, diante da C&T, haja vista sua ignorância diante dos fatos. O estudante AS-1 confirma essa ignorância ao dizer: *“Isso pra mim é complicado, por que não tenho conhecimento sobre isso, e não sei como o governo se enquadra nessas coisas, não sei qual o interesse real, para a criação dessas máquinas...”*

O estudante AS-33 afirma que *“...se, essa inteligência artificial se tornar parte efetiva de nossa sociedade, em nossas vidas, a utilização da mesma deve ser responsável e consciente, para que possa ajudar o ser humano e não para destruí-lo e nem para ‘extinguí-lo’ da sua própria vida em sociedade, como emprego, relações com outras pessoas...”*. De modo geral os estudantes apontam que por não conhecer não podem decidir sobre a utilização da AI, e que aqueles que detêm o conhecimento deveriam propor soluções adequadas.

Os estudantes não se sentem responsáveis pela avaliação e utilização das Tecnologias, pelo menos até as conhecerem e utilizarem com maior freqüência. Em outras situações pode-se perceber que com utilização mais freqüente das Tecnologias, vêm a responsabilidade por aquilo que se utiliza. Pena, que aí as coisas já estão tão arraigadas e a dependência já é tão grande da população perante a C&T que não consegue mais se livrar delas, mesmo acreditando que elas lhe façam mal.

**SITUAÇÃO C:**

**Mulher é 1ª a ser julgada por troca de arquivos**

*Jamie Thomas, 30 anos, é a primeira pessoa a ir a júri popular acusada pelas gravadoras de ilegalmente trocar músicas online, violando direitos autorais, nos Estados Unidos. Um júri de 12 pessoas, incluindo um músico amador julgará a mulher.*

*As gravadoras dizem que no dia 21 de fevereiro de 2005, investigadores da SafeNet encontraram 1702 arquivos de Jamie compartilhados através do Kazaa, com o usuário tereastarr@KaZaA. Potencialmente, milhões de pessoas poderiam baixar os arquivos. (Site Terra Notícias, out/2007)*

Para você, em relação às tecnologias da internet:

OPINIÃO 1 ( ): A utilização desmedida e irresponsável das tecnologias disponíveis na internet é que pode levar a problemas mais sérios com a justiça.

OPINIÃO 2 ( ): Os internautas só utilizam aquilo que está a sua disposição. Se algum software fosse prejudicial deveria ser proibido.

OPINIÃO 3 ( ): A internet é algo extremamente necessário hoje em dia e a troca de arquivos e informações é uma prática comum. Seria impossível imaginar uma sociedade como a nossa sem atividades como essas.

OPINIÃO 4 ( ): As tecnologias da internet são isentas de valores sociais. Se as pessoas estão usando delas para cometer crimes, isso é devido à falta de caráter pessoal e de uso irregrado dessas tecnologias.

OPINIÃO 5 ( ): Com o desenvolvimento cada vez maior da Ciência e da Tecnologia chegaremos a uma situação ideal, onde se fará uso das tecnologias da internet de modo regrado e responsável. O problema é que ela não está sendo usada adequadamente.

OPINIÃO 6 ( ): Nenhuma das afirmações anteriores contempla meu ponto de vista.

Novamente a Opinião mais escolhida foi a 2, categorizada como Tecnocracia/Passividade. Isso reforça a neutralidade que as pessoas querem sentir diante da Ciência e da Tecnologia. Na Situação anterior o assunto era bastante desconhecido e distante da realidade dos alunos. Porém, agora, a temática faz parte de seu cotidiano e mesmo assim os estudantes não querem sentir-se responsáveis por algo que, de acordo com a notícia possa lhes trazer algum mau. É típico da idade destes jovens a fuga de muitas responsabilidades; de acreditar que, por serem jovens, não cabe a eles pensar e agir sobre assuntos que afetam toda a sociedade.

Há um sentimento de completa irresponsabilidade da sociedade diante da Tecnologia, associado a um pensamento determinista, como aponta o estudante AS-4: *“Se é proibido porque deixam colocar na internet, a tecnologia ta tão avançada, então porque não fazer um programa onde não aceite esse tipo de coisas.”*. O estudante AS-15 diz: *“... então que proíbam.”*

#### **SITUAÇÃO D:**

##### **Americana faz duas mastectomias e depois descobre que não tem câncer**

*Uma americana de Nova York que removeu seus dois seios descobriu que não sofria de câncer, já que o laboratório que realizou a biopsia havia cometido um erro de identificação com o exame de outra paciente, informou nesta quinta-feira (27) a imprensa americana.*

*Darrie Eason, entrevistada pelo canal ABC, contou que um técnico do laboratório cometeu um erro ao etiquetar as amostras.*

*Em função do exame que não era de Darrie, os médicos recomendaram as duas mastectomias. A paciente de 35 anos operada por erro entrou com um processo. (Agência Estado, set/2007)*

Para você, em relação à utilização da ciência e da tecnologia na medicina:

OPINIÃO 1 ( ): A maneira com que as tecnologias são utilizadas na medicina é que vai dizer se elas são boas ou ruins. Quando utilizadas para salvar vidas, elas são boas; quando utilizadas para matar, são ruins.

OPINIÃO 2 ( ): Existe uma discussão para a legalização do aborto em hospitais. Para isso serão utilizadas algumas tecnologias. Acredito que a decisão que os médicos e políticos tomarem sobre este assunto é a mais adequada à nossa sociedade. Afinal, são eles que entendem disso.

OPINIÃO 3 ( ): Não existe outra solução para curar a Aids e o câncer, por exemplo, que não sejam mais pesquisas e desenvolvimentos científicos e tecnológicos.

OPINIÃO 4 ( ): Quanto mais tecnologia tivermos, melhor será! Um exemplo é a tecnologia utilizada na medicina para salvar vidas.  
OPINIÃO 5 ( ): Nem sempre a utilização da tecnologia serve ao bem das pessoas. No caso da eutanásia, a mesma tecnologia que pode salvar vidas também pode matar.  
OPINIÃO 6 ( ): Nenhuma das afirmações anteriores contempla meu ponto de vista

A alternativa com maior quantidade de respostas foi a Opinião 1. Esta está categorizada como “Crença na Neutralidade da Ciência e Tecnologia”. Nesta categoria há o entendimento de que as pesquisas científicas e o desenvolvimento tecnológico acontecem simplesmente para gerar benefícios à humanidade. Na Situação apresentada, em relação a utilização da Ciência da Tecnologia na medicina, os estudantes confirmam sua confiança de que elas foram criadas e estão aí somente para salvar vidas e trazer o bem. De certo modo eles estão certos, colocam sua confiança na seguridade que C&T aliadas à medicina podem trazer às pessoas em momentos de doenças e problemas com a saúde. Normalmente as pessoas sentem-se dependentes da medicina e dos desenvolvimentos tecnocientíficos ligados a ela. Isso é confirmado com a justificativa do estudante AS-31:

*“As pessoas vêem as coisas conforme o se mundo. A partir da hora em que elas começarem a sentir que não está ajudando, ou sofrerem algo com isso, julgarão ruim toda a tecnologia usada. Ao contrário, acharão ótimo.”.*

Essa é uma questão que envolve valores, e nesses casos a maioria opta por aquilo que lhes seja útil e bom no momento. Neste caso, o valor da vida é maior do que pensar se uma Tecnologia foi criada para o bem ou não, desde que salve a vida que estiver em jogo. Do contrário, dirão que precisamos de mais Tecnologia ou que ela também é movida por interesses.

#### **SITUAÇÃO E**

##### ***Nissan desenvolve tecnologia antiembriaguez***

*Mortes no trânsito são provocadas por três fatores: homem, máquina ou condições da estrada. O primeiro, além de ser o que mais mata, é teoricamente o mais fácil de corrigir, mas anos de campanha contra o uso de álcool e de drogas conjugado à direção infelizmente provam que não é bem assim. Mesmo em países onde a fiscalização funciona sempre há um imbecil que bebe e dirige. Para impedir qualquer possibilidade de que isso aconteça, as montadoras estão partindo para o recurso mais extremo: impedir o motorista até de ligar o carro se estiver bêbado. E essa tecnologia não deve demorar a chegar ao mercado, como a Nissan prova com um de seus carros de teste de segurança.*

*O modelo usado para testar a tecnologia, ironicamente, se chama Fuga. Nele foram instalados diversos dispositivos que alertam pessoas que tenham ingerido álcool sobre eventuais barbeiragens e até as impedem de dirigir.*

*Os recursos que o carro possui:*

*1 – Sensores de odor de álcool*

*2 – Sistema de reconhecimento facial*

*3 – Comportamento de condução. (Site UOL Notícias, out/2007)*

Para você, em relação à utilização de tecnologias no trânsito:

OPINIÃO 1 ( ): As tecnologias utilizadas no trânsito são neutras, ou seja, não há interesses econômicos por detrás delas, somente o bem das pessoas.

OPINIÃO 2 ( ): Os nossos governantes deveriam obrigar a presença de tecnologias como essa em veículos.

OPINIÃO 3 ( ): É impossível controlar os problemas do trânsito sem muita tecnologia.

OPINIÃO 4 ( ): Somente tecnologias deste tipo poderiam fazer com que motoristas bêbados deixassem de dirigir, porque a fiscalização e campanhas de conscientização de nada adiantam.

OPINIÃO 5 ( ): Quanto mais tecnologia um carro tiver, melhor será. Com o desenvolvimento cada vez maior da Ciência e Tecnologia se chegará a uma situação ideal, onde não haverá mais acidentes de trânsito devido à relação bebidas alcoólicasXdireção.

OPINIÃO 6 ( ): Nenhuma das afirmações anteriores contempla meu ponto de vista.

Nesta situação houve um número significativo de respostas para a Opinião 4. Como já foi dito, esta alternativa se enquadra na categoria CT-4, “Determinismo Tecnológico”.

Os estudantes apontam uma descrença muito grande em ações sociais e creditam um papel transformador às novas tecnologias. Num assunto como esse, que se ouvem manchetes todos os dias de pessoas que sofreram acidentes por causa da mistura de bebidas alcoólicas e direção, evitar que vidas sejam perdidas é muito importante. Para os estudantes somente Tecnologias como esta poderiam salvar mais vidas, pois há um total descrédito de ações organizadas por órgãos públicos, e campanhas de conscientização não têm surtido efeito na resolução do problema.

O estudante AS-31 diz que *“Campanhas de conscientização não são levadas a sério e essa seria uma solução. O problema seria para quem não tivesse recursos para adotar essa segurança.”* Embora a Tecnologia seja boa, há uma preocupação em relação à disponibilidade dela para a maioria da população.

Os estudantes começam a observar sob diferentes pontos de vista a mesma situação. Isso é muito bom para o desenvolvimento do pensamento crítico, mas este é assunto do próximo tópico.

### Análise do Pensamento Crítico

Na Tabela 9 podemos encontrar o somatório das categorias de Pensamento Crítico obtido a partir do questionário final respondido pelos alunos da segunda série, bem como a média geral para cada situação do questionário.

Tabela 9: SOMATÓRIO DAS CATEGORIAS PC NO QUESTIONÁRIO FINAL – 2ª SÉRIE

Código do aluno	Situação					Média para cada aluno
	A	B	C	D	E	-----
AS-1	16	17	NJ	18	16	16,75
AS-2	19	19	19	19	17	18,6
AS-4	17	17	19	17	18	17,6
AS-7	18	17	19	17	19	18
AS-9	19	17	19	19	19	18,6
AS-10	NJ	NJ	18	NJ	NJ	18
AS-13	19	19	18	18	18	18,4
AS-14	17	19	19	18	19	18,4
AS-15	19	19	19	19	19	19
AS-16	19	19	19	19	19	19
AS-17	19	17	19	18	19	18,4
AS-20	17	16	17	18	17	17
AS-21	19	19	19	17	19	18,6
AS-23	17	18	19	18	18	18
AS-28	17	19	18	17	17	17,6
AS-29	17	17	19	18	17	17,6
AS-31	17	18	18	17	18	17,6
AS-32	18	17	17	16	16	16,8
AS-33	18	18	19	19	17	18,2
AS-34	18	19	18	18	18	18,2
AS-35	18	18	19	18	18	18,2
AS-36	19	18	18	19	18	18,4
AS-37	18	17	18	19	18	18
AS-38	17	19	19	18	19	18,4
AS-39	19	18	19	18	19	18,6
<b>Média</b>	17,95833	17,95833	18,54167	18	18	18,078

Nesta turma muitos dos alunos que haviam respondido ao questionário inicial não responderam ao questionário final, a maioria por motivo de mudança de turma. O código que representa os alunos foi o mesmo utilizado na análise do questionário inicial. Quatro alunos, que não estavam na turma no início do trabalho, foram acrescentados ao final da Tabela 9 (AS-36, AS-37, AS-38, AS-39) e fazem parte das análises finais pelo fato de terem participado de todas as atividades realizadas com a turma.

As categorizações para todas as respostas de cada aluno estão no Anexo 19.

A partir da Tabela 9 podemos extrair diversas informações. Uma das mais importantes para essa análise é a média da turma para cada situação do questionário. A média geral, isto é, para todas as justificativas dadas pelos alunos no questionário, é de 18,08. Com isso podemos afirmar que a maioria dos alunos teve suas justificativas enquadradas em duas das categorias de pensamento crítico desenvolvido e as outras como PC não desenvolvido. Desse modo, o nível de

pensamento crítico para essa turma continua sendo 2, como no início do trabalho.

Em relação à média obtida pelos alunos no questionário inicial, antes da realização de atividades voltadas ao desenvolvimento do pensamento crítico, a média geral obtida no questionário final é menor, o que indica que o PC dos alunos desenvolveu-se durante o trabalho feito em sala de aula, embora a turma não tenha mudado de nível.

Uma comparação que me parece interessante ser feita, é o desenvolvimento geral do nível de pensamento crítico das duas turmas. A terceira série iniciou o ano com um nível de pensamento crítico igual a 2 (média geral de 18,16 pontos nas justificativas) e após os trabalhos desenvolvidos naquela turma, o nível saltou para 3 (média geral de 17,96). A segunda série iniciou o ano com o nível de pensamento crítico igual a 2 (com média geral 18,67 pontos) e ao final dos trabalhos de desenvolvimento de PC continuou no nível 2 (mas com média geral de 18,08 pontos). A diferença em pontos do nível final entre as duas turmas é pequena.

A turma da terceira série, com a qual se realizou somente o trabalho do caso simulado evoluiu apenas 0,2 pontos no nível de pensamento crítico antes e depois da aplicação da seqüência didática. A segunda série, com quem se realizou toda a seqüência de atividades relatadas anteriormente, com um trabalho muito mais voltado ao desenvolvimento do PC, evoluiu 0,59 pontos. A diferença em pontos é grande, tendo a segunda série evoluído quase três vezes mais do que a terceira. Embora os alunos da segunda série não tenham o pensamento crítico tão desenvolvido como os alunos da terceira, eles evoluíram muito mais, o que demonstra que um trabalho mais direcionado auxilia no desenvolvimento do pensamento crítico.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa consistiu na produção, aplicação e avaliação de estratégias didático-pedagógicas desenvolvidas a partir da perspectiva CTS, com vistas a analisar o desenvolvimento do pensamento crítico em relação à Ciência e à Tecnologia. Neste sentido, elaboramos, aplicamos e avaliamos duas seqüências didáticas distintas, em duas turmas de ensino médio. As seqüências elaboradas contemplaram conteúdos científicos, em interface com a Tecnologia e suas implicações sociais.

Na primeira intervenção em sala de aula articulamos os conteúdos sobre radioatividade a uma estratégia metodológica característica do enfoque CTS, o caso simulado, de modo a possibilitar uma seqüência didática que foi aplicada em uma turma de terceira série do ensino médio. Elaboramos instrumentos avaliativos para acompanhar tanto o desenvolvimento quanto o produto da seqüência didática aplicada e os aspectos de pensamento crítico dos alunos, de forma a permitir reflexões e necessários reajustes durante e após o processo. Os reajustes feitos serviram de base para o segundo trabalho que foi realizado com a turma de segundo ano e permitiu aprimorar tanto os instrumentos de coleta como as metodologias utilizadas, influenciando nos resultados obtidos nesta pesquisa.

O nível de pensamento crítico dos estudantes teve um desenvolvimento bom durante o trabalho com o caso simulado na terceira série. Isso se confirma pela comparação dos resultados dos questionários inicial e final feitos com essa turma. Não vou dizer que os estudantes já são peritos em fazer críticas, mas que passaram a observar melhor os fatos, analisar cuidadosamente as informações e tecer comentários melhor fundamentados, isso foi possível perceber em sala de aula. A consciência CTS ainda está distante daquela sonhada por qualquer pesquisador dessa área, mas avanços no sentido de “abrir os olhos” para as relações que existem entre C, T e S foram conquistados. Basta observar com cuidado o conjunto das respostas dadas pelos estudantes nos questionários finais. Uma visão mais ampla e o reconhecimento das implicações sociais que o desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia trouxe, ficaram evidentes em inúmeras respostas. Só isso já é um avanço. Uma nova postura diante da C&T é importante e necessária.

Somos parte de uma nova sociedade, muito mais inserida nos contextos

científicos e tecnológicos, nossos estudantes convivem com a tecnologia todos os dias, muito mais até do que nós professores. Falar com eles sobre a internet, sobre utilização de tecnologias na medicina, sobre o consumo impensado que a mídia nos apresenta e sobre como todos nós nos posicionamos frente a isso é talvez muito mais importante do que saber qual o *log* de  $x$  elevado a  $y$ . Educar para a cidadania, para a vivência em sociedade requer conhecimentos teóricos, científicos, tecnológicos, mas requer, também, saber utilizar estes conhecimentos, casar o teórico com o prático, o científico com o real, o tecnológico com o cotidiano. Ao trazer esses conhecimentos para a sala de aula podemos usar diversas estratégias didáticas. Podemos somente apresentar aos estudantes tudo que existe, e que eles já conhecem bastante; podemos fazê-los pensar sobre o que já conhecem, da maneira que costumam fazê-lo; ou então podemos fazê-los questionar suas verdades e por em crise seus pensamentos. Confrontar realidades e questionar aquilo que é posto como verdade é um primeiro passo para tornar o pensamento mais crítico. Algumas estratégias didático-metodológicas são mais promissoras quando falamos em desenvolver o pensamento crítico, porém nenhuma deve ser descartada.

Neste trabalho adotamos estratégias de desenvolvimento do pensamento crítico aliadas ao enfoque CTS. Esta junção se fez devido aos pressupostos epistemológicos da autora e influenciou tanto o modo como vemos os fatos, como observamos e analisamos as situações. Não há como dissociar os três fatores: Ciência, Tecnologia e Sociedade. Quando falamos em educação em Ciências esta é uma das possibilidades de trabalho. Muitas outras poderiam ter sido propostas: o trabalho por projetos, uma ilha de racionalidade, um trabalho puramente experimental, ou qualquer outra metodologia. Optamos por não seguir nada pronto, mas por fazer uma mescla de diversas estratégias metodológicas, não esquecendo os pressupostos epistemológicos presentes. O trabalho realizado trouxe seus resultados, já analisados, e que dentro dos objetivos desta pesquisa foram bastante úteis no sentido de corroborar com a hipótese inicial de que um trabalho educacional voltado ao desenvolvimento do pensamento crítico é possível de ser realizado em sala de aula.

Neste sentido, após a primeira intervenção realizei mais um trabalho, utilizando dados daquela, melhorando alguns aspectos, trabalhando mais com

outros fatores e implementando mais atividades específicas.

Com a segunda série, o trabalho realizado foi em torno da temática Combustíveis, Energia e Ambiente. Diversas foram as atividades realizadas, cada qual com um objetivo específico, mas todas direcionadas ao desenvolvimento do pensamento crítico. Esta intervenção foi muito mais longa do que aquela realizada com a outra turma. Os resultados do nível de pensamento crítico foram menores para esta turma, porém a evolução foi muito maior, como já relatamos nas análises.

Um trabalho muito mais criterioso, o tempo prolongado em que os estudantes ficaram em contato com a temática e com as atividades podem ter sido alguns dos motivos para um desenvolvimento do pensamento crítico maior. Isso corrobora com a idéia inicial que tínhamos de que o pensamento crítico pode ser desenvolvido com um trabalho didático-metodológico voltado a esse objetivo. Freire (1986: 61) já aponta para isso ao dizer que a "*criticidade (...) há de resultar de trabalho pedagógico crítico*".

Esse trabalho pedagógico crítico envolve não somente professor e estudante, mas todos os atores do ambiente escolar e todos os contextos em que se encontram. Levar o estudante a pensar quando lê um livro, quando faz uma pesquisa escolar, quando vai a campo coletar informações para algum trabalho escolar, ao ler um jornal, assistir TV, conversar com amigos. Essas são algumas das tarefas do professor que se dispõe a trabalhar com o pensamento dos estudantes, muito mais do que repassar conceitos formados, prontos e acabados.

O professor, eis uma peça importante neste jogo. Neste trabalho, eu, pesquisadora fui também a professora. Embora tendo estudado bastante sobre pensamento crítico, conhecendo bem o enfoque CTS, senti muita dificuldade no trabalho em sala de aula. Acredito que essa não é uma dificuldade só minha, mas da maioria da classe de professores. Não temos formação para trabalhar a educação do pensamento com nossos estudantes. Talvez essa dificuldade seja decorrente da formação inicial que tivemos, talvez da ausência de formação continuada, ainda não sei. Quando Freire e Shor (1986: 46) dizem que "*tanto os professores como os alunos devem ser agentes críticos do ato de conhecer*" sinto que há uma lacuna muito grande entre o ser agente crítico e a existência de um pensamento crítico. Em conversas que tive em pesquisas preliminares com docentes, tenho notado que os próprios professores estão completamente imersos no 'mundinho' de apenas ensinar

e transmitir conhecimentos que não conseguem eles próprios pensar criticamente, quanto mais realizar um trabalho pedagógico neste sentido. Não que eles não tenham conhecimento e condições de fazê-lo, ou não saibam como fazer, mas o contexto de sala de aula, as mazelas que o ensino, principalmente o público, vem sofrendo, tornam mais fáceis concretizar apenas um ensino de transmissão de informações, do que um ensino crítico. Esta me parece uma situação importante a ser entendida e pode se tornar alvo de novas pesquisas.

Outro apontamento que gostaria de fazer é a infinidade de análises que poderiam ter sido realizadas com os dados coletados nesta pesquisa. Analisamos apenas o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes num todo, considerando cada turma que fez parte desta pesquisa. Porém cada estudante teve seu desenvolvimento. Algumas inquietações me perturbam: como pode um mesmo estudante pensar criticamente bem diante de uma situação e praticamente não utilizar o pensamento crítico em outras? Seria devido ao seu conhecimento específico, suas vivências e experiências? Ou seria devido à maneira como cada estudante processa o novo conhecimento e o confronta com aqueles que já possuía?

Não realizei nenhuma análise sobre como aconteceu o desenvolvimento do pensamento de cada aluno. Será que para algum estudante um trabalho como este não influencia em nada seu modo de pensar?

As análises que fiz do pensamento crítico não incluíram análises textuais profundas das produções dos estudantes. Primeiro, pelo tempo disponível nesta pesquisa; segundo, por não ser o objetivo desta. Mas tenho convicção de que análises mais criteriosas sobre a escrita e a maneira de se expressar dos estudantes, antes e depois do trabalho desenvolvido, trariam algumas das respostas a essas inquietações.

No trabalho com o desenvolvimento do pensamento alguns cuidados precisam ser tomados, no sentido de dar mais tempo para os estudantes pensarem e responderem as perguntas que lhes são dirigidas; o cuidado de escolher assuntos mais interessantes a eles, principalmente para a realização de um caso simulado; uma cobrança maior para que os estudantes tenham uma maior organização do material que lhes é solicitado; entre outros detalhes que foram percebidos durante a realização do trabalho empírico.

Volto a afirmar que o material coletado na parte empírica da pesquisa é imensamente rico em informações e mereceria novas investigações. Sinto que ainda as farei, mas não é este o momento.

O estudo do desenvolvimento do pensamento crítico no Brasil está dando os primeiros passos. Temos algumas estratégias isoladas, apoiadas em estudos portugueses e norte-americanos. O enfoque CTS no ensino de Ciências não é tão novo, já temos pesquisas de mestrado e doutorado concluídas, livros publicados nesta área. Não trago nada inédito ao aliar o pensamento crítico com o enfoque CTS, como chamei de CTS-PC. O enfoque CTS é apenas uma das formas, a meu ver, de realizar um trabalho de desenvolvimento do pensamento crítico na educação em Ciências, especificamente de Química. Porém, é bastante promissora, principalmente por unir duas linhas da educação crítica: uma da educação crítica geral (PC) e outra mais específica (CTS) na área de Ciências da Natureza, porém não isolada das demais Ciências.

O ensino de Química é apenas um fragmento dos diversos campos de conhecimento, mas que tem íntimas relações com os outros. As possibilidades do enfoque CTS nesta área são grandes; e de pensamento crítico também. Como professora de Química, sinto uma responsabilidade muito grande em tornar o seu ensino algo mais abrangente, que não se limite aos conhecimentos específicos desta disciplina. Um trabalho interdisciplinar, ou pelo menos multidisciplinar seria o mais indicado para trabalhos futuros.

Chegando ao final de mais uma etapa e muito além de concluir esta pesquisa, o que fica são as marcas que ela deixa para o meu trabalho docente e para a vida dos estudantes que dela participaram. Tenho clareza de que não esgotei as possibilidades de desenvolvimento do pensamento crítico, nem fiz todas as análises possíveis neste trabalho. Apontei algumas possibilidades, limitadas ao contexto, às turmas em que desenvolvi as pesquisas, mas que podem ser extrapoladas para outras turmas e outros momentos pedagógicos. Espero ter contribuído para tornar o ensino de disciplinas de Ciências mais próximo da realidade e das necessidades dos estudantes e, também, daquilo que propõe a LDB e os PCNs.

O ato de pesquisar nunca será esgotado, sempre haverá novas possibilidades, novos olhares e interpretações. Quiçá este ato possa algum dia, fazer parte da vida da maioria dos professores.

Finalizo com algumas palavras de Albert Einstein, colhidas já algum tempo pelas leituras da vida que dizem muito neste momento:

*"Não basta ensinar ao homem uma especialidade, porque se tornará assim uma máquina utilizável e não uma personalidade. É necessário que adquira um sentimento, um senso prático daquilo que vale a pena ser empreendido, daquilo que é belo, do que moralmente correto."* (In: Bazzo, 1998)

## BIBLIOGRAFIA

ACEVEDO-DÍAZ, J. A. A. **Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS**. Boletín del Programa Ciência, Tecnologia, Sociedad e Innovación, Junho. Organização de Estados Iberoamericanos. 2001. Disponível em: [www.oei.es/ctsi15.htm](http://www.oei.es/ctsi15.htm). Acessado em 26 nov 2006.

ARENDT, Hannah. **A vida do espírito**. 3. ed. Rio de Janeiro: Relume Dumara, 1995.

AULER, Décio; STRIEDER, Roseline Beatriz; DELIZOICOV, Nadir Castilho, DELIZOICOV, Demétrio. **Compreensões de alunos da educação básica sobre interações entre CTS**. Atas do V ENPEC - Nº 5. 2005. Disponível em: [www.fc.unesp.br/abrapec/venpec/atas/conteudo/oralarea6.htm](http://www.fc.unesp.br/abrapec/venpec/atas/conteudo/oralarea6.htm). Acessado em 25 nov 2006.

BRASIL, **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei n.º 9.394. Diário Oficial da União, n.º 248 de 23/dez./1996.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Declaração sobre Ciência e o Uso do Conhecimento Científico**. 1999. Disponível em: <http://200.130.9.7/Temas/budapeste/declaracao.htm>. Acessado em 22 jan 2007.

\_\_\_\_\_. MEC; SEMTEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, 1999.

\_\_\_\_\_. MEC; SEMTEC. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília, 2002.

\_\_\_\_\_. MEC; SEB. **Orientações curriculares para o ensino médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Volume 2. Brasília, 2006.

BAZZO, Walter Antonio; LINSINGEN, Irlan von; PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale. **Introdução os Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Madrid: OEI, 2003.

BAZZO, Walter Antonio. **Ciência, Tecnologia e Sociedade e o contexto da educação tecnológica**. Florianópolis: UFSC, 1998.

BUZZI, Arcangelo R. **Introdução ao pensar: o ser, o conhecimento, a linguagem**. 18. ed. Petropolis: Vozes, 1989.

BYBEE, R. W., E DEBOER, G. E. **Research on goals for the science curriculum**. In: D. L. GABEL (Ed.), **Handbook of research on science teaching and learning**. p. 357-387. New York: Macmillan. 1994.

CAAMAÑO, A. **La educación Ciencia-Tecnología-Sociedade: una necesidad en el diseño del nuevo currículum de Ciencias.** In: ALAMBIQUE Didáctica de las Ciencias Experimentales, nº 3, p. 4-6, 1995.

CABRAL, Carla Giovana. **O conhecimento dialogicamente situado: histórias de vida, valores humanistas e consciência crítica de professoras do Centro Tecnológico da UFSC.** Florianópolis/SC, Tese de Doutorado, UFSC/PPGECT, 2005.

CACHAPUZ, A., PRAIA, J. E JORGE, M. **Reflexão em torno de perspectivas do ensino das Ciências: Contributos para uma nova orientação curricular — ensino por pesquisa.** In: Revista de Educação, nº 9 (1), p. 69-79, 2000.

CARRAHER, David Willian. **Senso crítico: do dia-a-dia às ciências humanas.** São Paulo: Pioneira, 1983.

CHAUÍ, Marilena. **Convite à filosofia.** São Paulo, Ática, 1994.

CUNHA, José Auri. **Filosofia: iniciação à investigação filosófica.** São Paulo, Atual, 1992.

DELVAL, Juan A. **Aprender na vida e aprender na escola.** Tradução de Jussara Rodrigues. Porto Alegre: ArtMed, 2001.

FREIRE, Paulo. **Educação como prática da liberdade.** 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1986.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa.** São Paulo: Paz e Terra, 2000.

GARCIA, Marta I. González; CERESO, José A. Lopez; LÓPEZ, José L. Luján. **Ciencia, Tecnología y Sociedad: Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología.** Madrid: Tecnos, 1996.

GOLDMANN, Lucien. **O que é sociologia?** São Paulo: Difel, 1986.

GORDILLO, Mariano Martín (Coord.) et al. **Ciencia, Tecnología e Sociedad: Materiales para la Educación CTS. Proyecto ARGO.** Astúrias: Grupo Norte, 2001.

HOFSTEIN, A., AIKENHEAD, G. e RIQUEARTS, K. **Discussions over STS at the fourth symposium.** In: *International Journal of Science Education*. V. 10, n 4, p. 357-366, 1988.

HOLTON, Gerald. **A imaginação científica.** Rio de Janeiro: Zahar, 1979.

IGLESIA, P. M. **Ciencia-Tecnología-Sociedad en la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Experimentales.** In: ALAMBIQUE Didáctica de las Ciencias Experimentales, nº 3, p. 7-11, 1995.

IOZZI, L. A. **Science-Technology-Society: Preparing for tomorrow's world. Teacher's guide. A multidisciplinary approach to problem-solving and critical thinking.** Longmont, CO: Sopris West, 1987.

KANT, Immanuel. **Lógica.** Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1992.

LACEY, Hugh **Valores e atividade científica.** São Paulo: Discurso editorial, 1998.

LIPMAN, Matthew. **A filosofia vai à escola.** 2. ed. São Paulo: Summus, 1990.

LIPMAN, Matthew. **O pensar na educação.** Petrópolis–RJ: Vozes, 1995.

LORIERI, Marcos Antonio. **Filosofia no ensino fundamental.** São Paulo: Cortez, 2002.

LÜDKE, M. & ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas.** São Paulo: EPU, 1986.

MARTINS, Isabel P., Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias.** V. 1. nº 1. 2002. Disponível em: <<http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen1/Numero1/Art2.pdf>> Acesso em: 12 de novembro de 2006.

MARTINS, I. P. (coord); LOPES, J. M. G.; COSTA, J. A. L.; SIMÕES, M. O.; RIBEIRO-CLARO, P.; SIMÕES, T. S. **Projecto de Programa de Química – 12º ano. Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias.** Ministério da Educação. Direção Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular. Portugal: Julho de 2004. Disponível em: [http://www.dgidc.min-edu.pt/programs/prog\\_hom/quimica\\_12\\_homol.pdf](http://www.dgidc.min-edu.pt/programs/prog_hom/quimica_12_homol.pdf)

MINELLA, Letícia. **Índice de qualidade da água ao longo de rios e ribeirões: município de Brusque.** Florianópolis/SC, Dissertação de Mestrado, UFSC/PPGEQ, 2005.

NÓBREGA, Olímpio Salgado; da SILVA, Eduardo Roberto; da SILVA, Ruth Hashimoto. **Química, Volume Único.** São Paulo: Ática, 2007.

NOVAIS, Vera Lucia Duarte de; **Química, volume 3.** São Paulo: Atual, 2000.

PACEY, A. **La cultura de la tecnología.** Cidade do México: Fondo de Cultura Económica, 1990.

PINHEIRO, N. A. M. **Educação crítico-reflexiva para um ensino médio científico-tecnológico: a contribuição do enfoque CTS para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático.** Florianópolis/SC, Tese de Doutorado, UFSC/PPGECT, 2005.

POPPER, K.R. **A lógica da pesquisa científica**. São Paulo: Cultrix, 1982.

PRIETO RUZ, Teresa; GONZÁLEZ GARCÍA, Francisco José. **Visión de futuros profesores de CTS sobre la influencia de la sociedad em la ciência y la tecnología**. *In*: Enseñanza de las Ciências, 2005. Número extra. VII Congreso Internacional sobre Investigación em la Didáctica de las Ciências. Disponível em : [http://ensciencias.uab.es/webblues/www/congres2005/htm/index\\_art\\_htm/2-1.htm](http://ensciencias.uab.es/webblues/www/congres2005/htm/index_art_htm/2-1.htm). Acessado em 11 nov 2006.

SANTOS, Wildson L. P.; MORTIMER, Eduardo Fleury. **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da Educação brasileira**. *Revista Ensaio*, UFMG, v.2, n° 2, 2000, p. 132-162.

SANTOS, Wildson L. P.; MORTIMER, Eduardo Fleury; SCOTT, Philip H.. **A argumentação em discussões sócio-científicas: reflexões a partir de um estudo de caso**. (200?)

SANTOS, Wildson L. P.; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. Ijuí: Ed. Unijuí, 1997.

SCHNETZLER, Roseli P. **A pesquisa em ensino de Química no Brasil: conquistas e perspectivas**. *In*: Quím. Nova, v.25. São Paulo, mai 2002.

SEPKA, F. H.; **Recepção, transmissão e processamento de dados: aplicação de uma sequência didática no ensino medio de física, estruturada sob a perspectiva CTS**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica – UFSC, 2004.

SILVA, Elizabeth Ramos da. **Estratégias Metodológicas para a Produção de Textos Críticos**. *In*: Revista Ciências Humanas – UNITAU. Volume 9, N 1, 2003. Disponível em: [www.unitau.br/prppg/publica/humanas/download/estratmetodologicas-N1-2003.pdf](http://www.unitau.br/prppg/publica/humanas/download/estratmetodologicas-N1-2003.pdf) - Acessado em 10 out 2006.

SILVA, Marcio Jose da. **O ensino de CTS através de revistas de divulgação científica**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica – UFSC, 2005.

SOLBES, Jordi; VILCHES, Amparo. **Visiones de los estudiantes de secundaria acerca de IAs interacciones Ciencia, Tecnología y Sociedad**. *In*: Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 1 Nº 2, 2002. Disponível em: <http://www.saum.uvigo.es/reec/Volumenes.htm>. Acessado em 25 nov 2006.

TAL, R. T., DORI, Y. J., KEINY, S., E ZOLLER, U. **Assessing conceptual change of teachers involved in STES education and curriculum development—the STEMS project approach**. *International Journal of Science Education*, 23 (3), p. 247-262. 2001.

TENREIRO-VIEIRA, Celina. **Formação em pensamento crítico de professores de ciências: Impacte nas práticas de sala de aula e no nível de pensamento crítico dos alunos.** *In: Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* Vol. 3 Nº 3, 2004. Disponível em: <http://www.saum.uvigo.es/reec/Volumenes.htm>. Acessado em 25 nov 2006.

TENREIRO-VIEIRA, Celina; VIEIRA, Rui Marques. **Produção e validação de actividades de laboratório promotoras do pensamento crítico dos alunos.** *Revista Eureka. Enseñanza y Divulgación Científica*, 3(3), p. 452-466. 2006.

TISHMAN, Shari.; PERKINS, David. N.; JAY, Eileen. **A Cultura do Pensamento na Sala de Aula.** Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

VIANNA, J. F.; PIRES, D. X.; VIANA, L. H.. **Processo químico industrial de extração de óleo vegetal: um experimento de química geral.** *In: Quím. Nova*, vol.22 n.5. São Paulo, Set./Oct. 1999.

VIEIRA, Rui Marques; MARTINS, Isabel. P. Práticas de professores do ensino básico orientadas numa perspectiva CTS-PC: Impacte de um programa de formação. *In: Membiela Pedro; Padilla, Yolanda (orgs). Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad en los inicios del siglo XXI.* Educación Editora. 2005. Disponível em: <http://webs.uvigo.es/educacion.editora/Libro01.htm>. Acessado em 31 jan 2007.

## ANEXO 1 – Questionário inicial sobre concepções CTS

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E  
TECNOLÓGICA

ORIENTADOR: Dr. WALTER ANTONIO BAZZO  
MESTRANDA: LEILA INÉS FOLLMANN FREIRE

Prezado(a) aluno(a)!

Este questionário faz parte de uma pesquisa maior sobre educação científica e tecnológica. Para tanto, aqui, gostaria de saber a sua opinião a respeito das situações apresentadas a seguir. Assim, será apresentada a situação através de uma notícia e, em seguida, algumas possíveis opiniões. Escolha aquela que mais se adeque ao seu pensamento e justifique a sua resposta. Lembre-se, escolha apenas uma alternativa.

### **SITUAÇÃO A:**

*O presidente da Petrobras, Sérgio Gabrielli, garantiu esta terça, durante audiência pública na Câmara que o novo acordo assinado pelo Brasil para explorar gás natural na Bolívia é equilibrado financeiramente, terá a rentabilidade adequada para os investidores e permite pensar em novos investimentos naquele país.*

*O deputado Jorge Boeira (PT) deixou a audiência com a certeza de que não haverá crise de distribuição de gás para o Brasil, especialmente para a região Sul. Também ficou claro para ele, que a Petrobras terá controle sobre os preços do produto, mantendo-o num patamar aceitável.*

*Uma das mudanças do contrato assinado pela Petrobras e suas parceiras - Repsol e Total - é a determinação de prioridade para o mercado interno boliviano, respeitando a viabilidade econômica do consórcio. Essa exigência, segundo Gabrielli, não acarretará perdas para a empresa brasileira. (Agência Brasileira de Comunicação, dez/2006)*

Para você, em relação à utilização do gás natural oriundo da Bolívia:

OPINIÃO 1 ( ): Exploração de gás natural é uma atividade tecnológica que está sujeita às motivações financeiras.

OPINIÃO 2 ( ): Esse assunto não me interessa, eu não uso e nem dependo do gás natural. Deixo as decisões para os cientistas e políticos.

OPINIÃO 3 ( ): A utilização do gás natural é essencial para o desenvolvimento dos estados da região sul do Brasil. Portanto, é necessário que se aceitem as exigências da Bolívia.

OPINIÃO 4 ( ): Sem o gás natural a economia do Brasil perderia muito financeiramente e isso acarretaria um prejuízo social enorme.

OPINIÃO 5 ( ): Se o Brasil não puder mais utilizar o gás natural oriundo da Bolívia, as pesquisas brasileiras em Ciência e Tecnologia resolverão o problema energético de outra maneira.

OPINIÃO 6 ( ): Nenhuma das afirmações anteriores contempla meu ponto de vista.

Se a opção assinalada foi 1, 2, 3, 4 ou 5, justifique. Se a opção foi a 6, expresse seu ponto de vista.

### **SITUAÇÃO B:**

*O ministro do Tribunal de Contas da União (TCU), João Augusto Nardes, afirmou nesta sexta-feira que o Governo Federal desviou mais de 200 milhões de reais da Infraero, empresa que administra os aeroportos do país. Relator dos processos sobre infraestrutura*

no TCU, o ministro Nardes, destaca que o dinheiro poderia ter sido investido no setor aéreo, mas acabou sendo redirecionado para o caixa do tesouro: "231 milhões foram para o tesouro, e o governo não aplicou na Infraero, portanto, isso deixa claro, evidente, que o governo direcionou os recursos para outros setores. Que poderiam ser aplicados ele colocou no caixa único, os recursos que saíram da atividade da própria Infraero e de arrecadação da Infraero, para o Tesouro. Então, está faltando recursos porque o governo resolveu dar prioridade à outras áreas." Além do redirecionamento dos recursos, o ministro João Augusto Nardes constatou a defasagem de servidores na Infraero. Segundo ele, faltam cerca de 1800 pessoas para garantir um atendimento adequado. (Agência RadioWeb, Brasília, dez/2006)

Para você, em relação ao sistema aéreo brasileiro:

OPINIÃO 1 ( ): Há interesses diversos que regem o sistema aéreo. Desse modo, de nada adiantaria se existissem novos aparelhos e maneiras de controle do tráfego aéreo.

OPINIÃO 2 ( ): Esse assunto não me interessa, eu não uso e nem dependo do transporte aéreo. Deixo as decisões para os técnicos e políticos.

OPINIÃO 3 ( ): Deveria se investir mais em tecnologias que dessem conta do problema, afinal, não basta investir dinheiro na infra-estrutura dos aeroportos se os recursos humanos e os aparelhos utilizados não dão conta de resolver o problema.

OPINIÃO 4 ( ): Os problemas de tráfego aéreo afetam toda a sociedade. Muitos estrangeiros que poderiam vir para o Brasil de férias, ou então fazer investimentos, desistem devido os problemas com o transporte aéreo.

OPINIÃO 5 ( ): Independente de qualquer opinião, confio que as pesquisas científicas e as inovações tecnológicas resolverão o problema do tráfego aéreo em breve, é só uma questão de tempo.

OPINIÃO 6 ( ): Nenhuma das afirmações anteriores contempla meu ponto de vista.

Se a opção assinalada foi 1, 2, 3, 4 ou 5, justifique. Se a opção foi a 6, expresse seu ponto de vista.

### **SITUAÇÃO C:**

#### **Renault e Nissan propõem veículo elétrico em 2010**

O fabricante francês de carros Renault anunciou hoje (12/12/06) que trabalha junto a seu parceiro japonês, a Nissan, para propor um veículo elétrico em 2010, dentro de seu compromisso de reduzir as emissões de dióxido de carbono à atmosfera. O veículo, que estará adaptado ao uso em áreas urbanas, está "em fase de estudo avançado" e os dois fabricantes "trabalham sobre o conjunto das autopeças", afirmou a Renault em comunicado.

Em 2008, a Renault espera vender um milhão de veículos que emitirão menos de 140 gramas de dióxido de carbono por quilômetro. Um terço das unidades emitirá menos de 20 gramas. Para alcançar esta meta, o construtor francês trabalha em "um leque de tecnologias alternativas economicamente abordáveis para seus clientes e que podem ser amplamente difundidas", entre elas a energia elétrica.

A Renault espera também contar com uma gama completa de veículos em 2009 que funcionem com combustíveis biológicos a preços comparáveis com os modelos de gasolina e diesel. Em 2006, o fabricante espera que a metade dos motores de energia vendidos na Europa possa funcionar com bioetanol e que todos os que utilizarem diesel possam receber 30% de biodiesel.

"A Renault considera os biocombustíveis como uma das soluções mais eficazes e econômicas para controlar as emissões de dióxido de carbono a médio prazo", afirmou o fabricante, que já terá uma oferta de biocombustíveis na Europa em 2007. (Site Terra Notícias, dez/2006)

Para você, em relação à emissão de gases poluentes na atmosfera:

OPINIÃO 1 ( ): A má utilização que se faz dos equipamentos e artefatos tecnológicos que é responsável pela poluição.

OPINIÃO 2 ( ): O governo e os cientistas deveriam propor soluções a esse problema.

OPINIÃO 3 ( ): A poluição é uma conseqüência necessária do progresso. A gente sempre vai poluir. Se não poluir, não vamos produzir.

OPINIÃO 4 ( ): As pesquisas em combustíveis alternativos e a construção de um carro elétrico são as melhores alternativas para diminuir a emissão de gases poluentes e melhorar a vida da sociedade.

OPINIÃO 5 ( ): Temos Ciência e Tecnologia para resolver o problema da poluição. O problema é que esta não está sendo usada adequadamente.

OPINIÃO 6 ( ): Nenhuma das afirmações anteriores contempla meu ponto de vista.

Se a opção assinalada foi 1, 2, 3, 4 ou 5, justifique. Se a opção foi a 6, expresse seu ponto de vista.

### **SITUAÇÃO D**

#### ***Exposição mostra robôs que preparam coquetéis***

*Olhando com seus brilhantes olhos vermelhos para uma jovem à sua frente, o barman Chapok estende seu braço para oferecer a ela um coquetel de gim e laranja. Ela pega o copo, murmura um constrangido "obrigado" e sai enquanto o robô-barman volta sua atenção para a parede decorada com garrafas.*

*"As pessoas estão interagindo, elas estão realmente conversando com meu robô", diz David Calkins sorrindo. Ele é professor de robótica na Universidade Estadual de San Francisco, nos Estados Unidos. "Isso é fantástico, exatamente o que eu estava esperando." (Site Terra Notícias, dez/2006)*

Para você, em relação à robotização:

OPINIÃO 1 ( ): Os robôs estão sendo criados para auxiliar os humanos em suas atividades.

OPINIÃO 2 ( ): As decisões que os especialistas tomarem sobre a utilização dos robôs é a mais adequada à nossa sociedade.

OPINIÃO 3 ( ): Os robôs estão chegando com toda força e farão os serviços de modo semelhante ou melhor que os seres humanos.

OPINIÃO 4 ( ): Em uma sociedade robotizada sobraria mais tempo para a diversão e o lazer das pessoas. Seria uma alternativa para fugir do estresse.

OPINIÃO 5 ( ): Temo a repercussão que os robôs teriam junto a sociedade, eles poderiam tomar o lugar de muitas pessoas em seus trabalhos.

OPINIÃO 6 ( ): Nenhuma das afirmações anteriores contempla meu ponto de vista.

Se a opção assinalada foi 1, 2, 3, 4 ou 5, justifique. Se a opção foi a 6, expresse seu ponto de vista.

### **SITUAÇÃO E**

#### ***Um em cada 8 americanos enfrentam problemas com uso excessivo da web***

*Um grupo de cientistas da prestigiada Universidade de Stanford (Califórnia, leste) descobriu que para 1 em cada 8 americanos o uso da internet está se tornando um problema.*

*Cerca de 14% dos usuários de internet nos Estados Unidos mostram indícios de ciberdependência. Acredita-se que esta seja a primeira amostragem em larga escala dos efeitos de uma exposição prolongada à rede mundial de computadores.*

*Dos entrevistados, 68,9% se descreveram como usuários regulares da internet. Quase 6% disseram sentir que suas relações sociais sofreram com o longo tempo que passam conectados à rede. Cerca de 14% consideraram difícil passar muitos dias sem se conectar à internet.*

*Cerca de 8,7% dos entrevistados tentam ocultar o uso desnecessário da internet, enquanto 3,7% disseram ficar preocupados quando não estão conectados.*

*Pouco mais de 9% disseram usar a internet como forma de fugir dos problemas e 12,4% afirmaram que quase sempre ficam conectados mais tempo do que pretendiam.*

*Segundo Elias Aboujaoude, professor assistente do departamento de Psiquiatria de Stanford, "muitos entrevistados foram demitidos do trabalho pelo uso excessivo da internet,*

*e seus cônjuges ameaçaram pedir divórcio", acrescentou. "Primeiro, tentam justificar, e quando algo importante ocorre, eles percebem que um comportamento aparentemente inocente traz um monte de problemas", insistiu.*

*Elias Aboujaoude, professor assistente do departamento de Psiquiatria de Stanford, advertiu que a ciberdependência poderia nascer de algo simples como checar e-mails a cada cinco minutos, atualizar blogs (diários publicados na internet) ou entrar em páginas de informações financeiras para ver o preço das ações.*

*(Site UOL Notícias, dez/2006)*

Para você, em relação ao uso da internet:

OPINIÃO 1 ( ): A utilização desmedida e irresponsável da internet é que pode levar a ciberdependência.

OPINIÃO 2 ( ): Os internautas só utilizam aquilo que está a sua disposição. Se fosse prejudicial deveria ser proibido.

OPINIÃO 3 ( ): A internet é algo extremamente necessário hoje em dia. Seria impossível imaginar uma sociedade como a nossa sem a internet.

OPINIÃO 4 ( ): As tecnologias da internet são isentas de valores sociais. Elas que se autodeterminam e seria impossível viver nesta era tecnológica sem o auxílio da internet.

OPINIÃO 5 ( ): Com o desenvolvimento cada vez maior a da Ciência e Tecnologia chegaremos a uma situação ideal, onde se fará uso da internet de modo regrado e responsável. O problema é que ela não está sendo usada adequadamente.

OPINIÃO 6 ( ): Nenhuma das afirmações anteriores contempla meu ponto de vista.

Se a opção assinalada foi 1, 2, 3, 4 ou 5, justifique. Se a opção foi a 6, expresse seu ponto de vista.

Se você tiver algum comentário a fazer sobre a estrutura deste questionário ou sobre as temáticas envolvidas, sinta-se a vontade.

Muito obrigada e bons estudos!

Leila Inês Follmann Freire

## ANEXO 2: Situação inicial para discussão de inter-relações CTS

### **Ipen inicia a produção de novos radioisótopos**

Ao comemorar os 42 anos de fundação, hoje, o Instituto de Pesquisas Nucleares (Ipen) ativa um novo acelerador de partículas, o Ciclone 30, para a produção de novos radioisótopos usados em medicina nuclear.

O novo acelerador vai produzir em larga escala o flúor-18, radioisótopo com meia-vida de duas horas, avalia o superintendente do Ipen, Cláudio Rodrigues. [...]

Para um exame médico, os radioisótopos são injetados no corpo. Ao liberar energia, permitem que um detector específico registre essa emissão como imagens.

A vantagem de se usar radioisótopos de meia-vida curta, como o flúor-18, é que eles produzem menos danos ao organismo. [...] A meia-vida curta exige que para ser usado no Brasil o flúor-18 seja produzido aqui.

A entrada em operação do novo acelerador, segundo o superintendente do Ipen, fará com que radioisótopos de meia-vida ainda mais curta, caso do carbono-11, nitrogênio 13 e oxigênio-15 – com meias-vidas de 20, 30 e 2 minutos, respectivamente -, também sejam produzidos no Ipen. Para tirar partido desse avanço será necessário instalar um detector junto ao acelerador. As negociações para isso estão em desenvolvimento com vários hospitais particulares paulistas, segundo Rodrigues. [...]

Radioisótopos também são utilizados para destruir, por emissão de energia, tumores cancerígenos em contato bastante próximo, numa técnica conhecida como braquiterapia.

(Ulisses Capozoli. O Estado de S. Paulo, 28/08/1998.)

(Material retirado do livro didático Química, volume 3, de Vera Novais)

## ANEXO 3: Cronograma de aulas

### Cronograma de aulas detalhado 2ª série

#### 1º Bimestre:

27/02 (02 aulas)

Apresentação da disciplina, do projeto de pesquisa da professora.  
Estabelecimento de um contrato didático e pedagógico.  
Aplicação de um questionário de sondagem de pensamento crítico e de concepções.  
Introdução aos estudos CTS.

06/03 (02 aulas)

O papel dos combustíveis fósseis no desenvolvimento mundial: problemas políticos, econômicos e sociais.  
Os combustíveis fósseis: o carvão, o crude (petróleo bruto) e o gás natural.  
O que são  
Como são extraídos  
Como se transportam

13/03 (02 aulas)

Combustíveis sólidos, líquidos e gasosos.  
Combustíveis líquidos e sólidos: evidência da existência de forças intermoleculares  
Tipo de forças intermoleculares em diferentes interações "moleculares"  
As forças intermoleculares e os estados físicos das substâncias  
Propriedades coligativas e forças intermoleculares  
Exercícios

20/03 (02 aulas)

Propriedades coligativas de sólidos e líquidos  
Exercícios

27/03 (02 aulas)

Tonoscopia  
Ebulioscopia  
Crioscopia  
Osmoscopia  
Exercícios

03/04 (02 aulas)

Os combustíveis gasosos: gás de cozinha e gás natural  
Aproximação gases reais e gases ideais  
A equação dos gases ideais  
Exercícios

10/04 (02 aulas)

Soluções: dissolução, solubilidade, saturação, concentração, aplicação  
Exercícios

17/04 (02 aulas)  
Revisão de todos os exercícios  
Construção de texto sobre a utilização dos combustíveis e o impacto ecológico

24/04 (02 aulas)  
Avaliação escrita

## **2° Bimestre:**

08/05 (02 aulas)  
De onde vem a energia dos combustíveis?  
Reações exotérmicas e endotérmicas e suas relações com o calor  
Exercícios

15/05 (02 aulas)  
Energia interna de um sistema e entalpia – Parte I  
Exercícios

22/05 (02 aulas)  
Energia interna de um sistema e entalpia – Parte II  
Exercícios

29/05 (02 aulas)  
Energia interna de um sistema e entalpia – Parte III  
Exercícios

05/06 (02 aulas)  
A energia dos combustíveis e a entalpia de combustão  
Energia interna de um sistema e entalpia – Parte IV  
Exercícios

12/06 (02 aulas)  
Avaliação teórica com consulta sobre Termoquímica

19/06 (02 aulas)  
Combustíveis alternativos e algumas alternativas aos combustíveis.  
Problema do limite dos recursos naturais.  
A energia dos combustíveis: a eficiência no uso, a necessidade de economizar e as implicações ambientais da sua utilização.  
Combustíveis alternativos: hidrogênio, álcool, bioálcool, biodiesel e biogás.

26/06 (02 aulas)  
A reciclagem de materiais orgânicos como fonte de obtenção de combustíveis  
A produção de biogás e o estudo da cinética química.  
Trabalho prático-investigativo: construção de um biodigestor e coleta do gás.

03/07 (02 aulas)  
Estudo das condições de ocorrência de uma reação química  
Auxílio no desenvolvimento do trabalho

10/07 (02 aulas)  
Fatores que alteram a velocidade uma reação química  
Término do trabalho prático-investigativo

17/07 (02 aulas)  
Apresentação dos trabalhos

24/07 (02 aulas)  
Discussão do trabalho realizado até então  
Aplicação de um questionário sobre nível de pensamento crítico.

### **3° Bimestre:**

*(ênfase CTS em fase de elaboração)*

07/08 (02 aulas)  
Produtos da combustão dos combustíveis e poluição atmosférica  
Equilíbrio Químico I  
Exercícios

14/08 (02 aulas)  
Equilíbrio Químico II  
Exercícios

21/08 (02 aulas)  
Equilíbrio Químico III  
Exercícios

04/09 (02 aulas)  
Reações de Oxirredução  
Exercícios

11/09 (02 aulas)  
Balanceamento de reações de oxirredução  
Exercícios

18/09 (02 aulas)  
Revisão dos conteúdos

25/09 (02 aulas)  
Avaliação (método não definido)

### **4° Bimestre:**

02/10 (02 aulas)  
O trabalho dos químicos no melhoramento dos combustíveis e na procura de um fuel do futuro: a economia no uso de oxigenados e de hidrogênio.  
Vantagens e inconvenientes da utilização de combustíveis alternativos  
Alternativas aos combustíveis: metas e recursos  
As células de combustível, células fotovoltaicas e aerogeradores.

09/10 (02 aulas)

O estudo das pilhas

Diferença de potencial de uma pilha

Determinação da diferença de potencial a partir do potencial de cada eletrodo

Exercícios

16/10 (02 aulas)

Algumas aplicações das pilhas galvânicas

O caso do descarte de pilhas e baterias: um problema ambiental.

23/10 (02 aulas)

Resolução de exercícios sobre pilhas

Trabalho de conscientização voltado à comunidade escolar: onde descartar as pilhas e baterias?

30/10 (02 aulas)

Início do trabalho com o caso simulado sobre Radioatividade

Apresentação da controvérsia e sensibilização para o tema

Leitura e interpretação de textos com diferentes pontos de vista sobre o assunto

Divisão de papéis

06/11, 13/11 e 20/11 (06 aulas)

Trabalho das equipes

Estudos envolvendo os conteúdos:

A energia nuclear

Energia de ligação nuclear e estabilidade dos núcleos

A estabilidade /instabilidade nuclear e o decaimento radioativo

Emissões radioativas: partículas alfa e beta e radiações gama

Período de decaimento ou tempo de meia vida

Fontes naturais e artificiais de radioatividade

Datação e radioatividade

Medidores (detectores) de radioatividade

Reações nucleares: a fusão nuclear e a fissão (cisão) nuclear

27/11 (02 aulas)

Exposição das equipes/atores

Debate aberto

04/12 (02 aulas)

Avaliação final e conclusões

Reaplicação do questionário sobre concepções CTS e de nível de pensamento crítico

11/12 (02 aulas)

Avaliação da disciplina como um todo

## Cronograma de aulas detalhado 3ª série

### 1º Bimestre:

27/02 (02 aulas)

Apresentação da disciplina, do projeto de pesquisa da professora.

Estabelecimento de um contrato didático e pedagógico.

Aplicação de um questionário de sondagem de pensamento crítico e de concepções.

Introdução aos estudos CTS.

06/03 (02 aulas)

Início do trabalho com o caso simulado sobre Radioatividade

Apresentação da controvérsia e sensibilização para o tema

Leitura e interpretação de textos com diferentes pontos de vista sobre o assunto

Divisão de papéis

13/03, 20/03 e 27/03 (06 aulas)

Trabalho das equipes

Estudos envolvendo os conteúdos:

A energia nuclear

Energia de ligação nuclear e estabilidade dos núcleos

A estabilidade /instabilidade nuclear e o decaimento radioativo

Emissões radioativas: partículas alfa e beta e radiações gama

Período de decaimento ou tempo de meia vida

Fontes naturais e artificiais de radioatividade

Datação e radioatividade

Medidores (detectores) de radioatividade

Reações nucleares: a fusão nuclear e a fissão (cisão) nuclear

03/04 (02 aulas)

Exposição das equipes/atores

Debate aberto

Avaliação final e conclusões

10/04 (02 aulas)

O átomo, propriedades dos elementos e substâncias

Exercícios

17/04 (02 aulas)

Introdução à Química Orgânica. Cadeias carbônicas e representações

Exercícios

24/04 (02 aulas)

Regras básicas de nomenclatura de compostos orgânicos

Exercícios

### 2º Bimestre:

08/05 (02 aulas)

Alcanos

Alcenos  
Exercícios

15/05 (02 aulas)  
Alcinos  
Dienos  
Exercícios

22/05 (02 aulas)  
Hidrocarbonetos cíclicos  
Exercícios

29/05 (02 aulas)  
Atividade avaliativa sobre os hidrocarbonetos

05/06 (02 aulas)  
Álcoois, Fenóis e Éteres.  
Exercícios

12/06 (02 aulas)  
Aldeídos e Cetonas  
Exercícios

19/06 (02 aulas)  
Ácidos Carboxílicos e Ésteres  
Exercícios

26/06 (02 aulas)  
Atividade avaliativa sobre o conteúdo das três aulas anteriores

03/07 (02 aulas)  
Derivados halogenados e Aminas  
Exercícios

10/07 (02 aulas)  
Amidas e Tiocompostos  
Exercícios

17/07 (02 aulas)  
Nitrosaminas e derivados de ácido carboxílico  
Exercícios

24/07 (02 aulas)  
Discussão do trabalho realizado até então

**3° Bimestre:**

07/08 (02 aulas)  
Isomeria  
Reações de adição: adição a carbonos insaturados

14/08 (02 aulas)  
Reações de adição: polimerização  
Outros tipos de adição  
Exercícios

21/08 (02 aulas)  
Reações de substituição  
Exercícios  
Exercícios de vestibular

04/09 (02 aulas)  
Correção dos exercícios de vestibular  
Reações envolvendo acidez e basicidade

11/09 (02 aulas)  
Reações de eliminação, de condensação e outras.  
Exercícios

18/09 (02 aulas)  
Reações de óxido-redução  
Exercícios

25/09 (02 aulas)  
Avaliação (método não definido)

#### **4° Bimestre:**

02/10 (02 aulas)  
Polímeros: propriedades e usos  
Principais tipos de polímeros

09/10 (02 aulas)  
Trabalho de pesquisa: Plásticos e lixo

16/10 (02 aulas)  
Polímeros de adição  
Polímeros de condensação  
Silicones

23/10 (02 aulas)  
Particularidades dos sabões e detergentes  
Como atuam  
Os biodegradáveis

30/10 (02 aulas)  
Reação de saponificação  
Características dos sabões e detergentes

06/11 (02 aulas)  
Introdução à bioquímica

13/11 (02 aulas)  
Proteínas e aminoácidos

20/11 (02 aulas)  
Lipídios, carboidratos e ácidos nucléicos.

27/11 (02 aulas)  
Avaliação Bimestral

04/12 e 11/12 (04 aulas)  
Revisão pré-vestibular  
Avaliação do trabalho

## ANEXO 5: Detalhamento das categorizações PC 3ª série (questionário inicial)

Turma: 3ª série

Código do aluno	Situação A	Situação B	Situação C	Situação D	Situação E
A1	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8
A2	1,3,6,8	1,3,6,7	1,3,5,7	1,3,6,8	1,3,6,8
A3	1,3,6,8	1,3,5,7	1,3,5,7	1,4,6,8	2,4,6,8
A4	1,3,6,7	1,4,6,8	1,4,6,8	1,3,5,7	1,3,5,7
A5	1,4,6,8	1,3,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8
A6	1,3,5,7	1,3,5,8	1,3,6,8	0	1,3,6,8
A7	1,3,5,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8	1,3,6,8
A8	1,4,6,7	1,4,6,8	1,3,6,7	1,4,6,8	1,4,6,8
A9	1,3,6,8	1,3,6,8	1,3,6,8	1,3,5,8	1,3,6,8
A10	2,3,5,8	1,3,6,8	1,3,5,8	1,3,6,8	1,3,5,7
A11	1,4,5,8	1,3,5,8	1,3,5,8	1,3,6,8	1,3,6,8
A12	1,3,5,7	1,3,6,8	1,3,6,8	1,3,6,8	1,3,6,7
A13	1,3,6,8	1,3,5,8	1,3,5,8	1,3,5,8	1,4,6,8
A14	1,4,6,8	1,3,5,7	1,3,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8
A15	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8
A16	2,4,6,8	1,4,6,8	2,4,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8
A17	1,3,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8
A18	1,3,6,8	1,3,6,8	1,3,6,8	1,3,6,8	1,3,6,8
A19	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8	1,4,6,8
A20	1,3,6,7	1,3,6,8	1,3,5,8	1,3,6,8	1,3,6,8
A21	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8
A22	1,3,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,3,5,7	1,3,5,8
A23	1,4,6,8	2,4,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8	1,3,6,8
A24	1,3,6,8	1,3,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8
A25	1,3,6,8	1,3,5,8	1,4,6,8	1,3,6,8	1,3,6,8
A26	1,4,6,8	1,3,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8
A27	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8

## ANEXO 6: Notícia inicial do caso simulado

### **Países europeus são os que mais utilizam energia nuclear, porém esta fonte está em expansão no Brasil**

Levando-se em consideração a produção total de energia elétrica no mundo, a participação da energia nuclear saltou de 0,1% para 17% em 30 anos, fazendo-a aproximar-se da porcentagem produzida pelas hidrelétricas. De acordo com a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) no final de 1998 havia 434 usinas nucleares em 32 países e 36 unidades sendo construídas em 15 países.

Em termos relativos, a região que mais utiliza a nucleoeletricidade é a Europa Ocidental. Trinta por cento da energia elétrica é gerada por centrais nucleares, sendo esta a principal fonte de energia. A América do Norte fica com 17% e Extremo Oriente e Europa Oriental com 15%. Três países respondem por 60% do total mundial de capacidade instalada em usinas nucleares e em geração de nucleoeletricidade (Japão, França e EUA). Entre estes, destacam-se a França, com 80% de sua energia gerada por 56 reatores nucleares, e o Japão, com 30%.

Após alguns acidentes como o de Chernobyl (1986), diversos países diminuíram os investimentos em seus programas de produção de energia nuclear, em especial a Itália que desativou permanentemente os reatores e cancelou os projetos. Paralelamente, a indústria nuclear mundial passou a investir em segurança como forma de superar a decadência com a qual se deparou este setor na década de 80. Um dos pontos principais foi a automação para reduzir as possibilidades de falha humana.

Ainda assim, em setembro do ano passado o acidente na usina de Tokaimura demonstrou que o risco de acidentes é um fantasma que continua rondando esta alternativa de geração de energia.

Recentemente a Alemanha decidiu que não serão instalados novos reatores e que os reatores em funcionamento serão desativados após completada a sua vida útil (32 anos neste caso). A Turquia também abandonou o projeto de construir sua primeira usina nuclear. No sentido oposto, o Brasil logo após a inauguração de Angra 2 já discute o projeto de Angra 3 e um novo projeto para a instalação de uma usina nuclear na região sul já está em andamento no congresso.

Seria uma parceria entre uma empresa privada Francesa e a estatal brasileira responsável pelo complexo de Angra.

O processo está em fase avançada e vem sendo mantido em sigilo, com o intuito de não gerar polêmica e envolver a população. O local escolhido para a instalação é a região sul de Santa Catarina, nas proximidades da usina termoelétrica em Criciúma.

Apesar da "crise" na indústria nuclear, os países com maior necessidade desse tipo de energia, como o Japão ou a França, que não têm outras alternativas, continuarão investindo neste setor.

Restam algumas perguntas: O Brasil tem necessidade de utilizar a energia nuclear para abastecer sua rede interna? Porque a população não está envolvida nas discussões?

Notícia adaptada/modificada de  
<http://www.comciencia.br/reportagens/nuclear/nuclear02.htm>

## ANEXO 7 – Questionário final CTS-PC 3ª serie

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

ORIENTADOR: Dr. WALTER ANTONIO BAZZO  
MESTRANDA: LEILA INÉS FOLLMANN FREIRE

Prezado(a) aluno(a)!

Este questionário faz parte de uma pesquisa maior sobre educação científica e tecnológica. Para tanto, aqui, gostaria de saber a sua opinião a respeito das situações apresentadas a seguir. Assim, será apresentada a situação através de uma notícia e, em seguida, algumas possíveis opiniões. Escolha aquela que mais se adeque ao seu pensamento e justifique a sua resposta. Lembre-se, escolha apenas uma alternativa.

### **SITUAÇÃO A:**

#### ***Veículos movidos a Etanol causam doenças***

*Os veículos movidos a etanol (álcool combustível) poderiam contribuir para o desenvolvimento de um número maior de enfermidades e até de mortes decorrentes de doenças respiratórias do que os carros e caminhões a gasolina, revelou um estudo feito nos Estados Unidos.*

*Se todos os carros e caminhões forem substituídos por veículos movidos a etanol, as mortes vinculadas à contaminação do ar aumentariam cerca de 4% nos Estados Unidos, segundo estudo da publicação "Environmental Science & Technology".*

*"Nossos resultados mostram que uma alta mistura de etanol traz um risco igual ou maior para a saúde pública do que a gasolina, que já causa um dano de saúde significativo", disse Mark Jacobson, cientista atmosférico da Universidade Stanford e principal autor do estudo.*

*O estudo levanta várias questões a respeito do etanol, um combustível produzido a partir da cana-de-açúcar no Brasil e do milho nos Estados Unidos, no qual muitos confiam para reduzir a dependência do petróleo e a emissão de gases poluentes causadores do efeito estufa. (Site Globo Notícias, abril/2007)*

Para você, em relação à utilização do álcool combustível:

OPINIÃO 1 ( ): A utilização do álcool como combustível tem por trás, além da preocupação ecológica, interesses financeiros e políticos.

OPINIÃO 2 ( ): Não me interessa por este assunto. Deixo as decisões para os cientistas e políticos.

OPINIÃO 3 ( ): Essa pesquisa pode até dizer que o álcool combustível é perigoso para a saúde, mas penso que com o uso do álcool vamos controlar o aquecimento global.

OPINIÃO 4 ( ): Sem o desenvolvimento da indústria do álcool a economia do Brasil perderia muito e isso refletiria num prejuízo social enorme.

OPINIÃO 5 ( ): Se o álcool combustível fizer realmente mais mal à saúde do que a gasolina, em breve as pesquisas em ciência e tecnologia resolverão esse problema de alguma maneira.

OPINIÃO 6 ( ): Nenhuma das afirmações anteriores contempla meu ponto de vista.

Se a opção assinalada foi 1, 2, 3, 4 ou 5, justifique. Se a opção foi a 6, expresse seu ponto de vista.

### **SITUAÇÃO B:**

*O presidente da empresa brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária (Infraero), brigadeiro José Carlos Pereira, apresentou hoje um novo sistema de controle de vôos – que poderá ser adotado por todos os países do mundo a partir de 2017. O sistema dispensará o uso de controladores no monitoramento do tráfego aéreo. A comunicação será feita entre o avião e um satélite, que por sua vez enviará os dados para um centro de controle na Terra. Esse centro ficará responsável pela retransmissão dos dados relativos ao tráfego aéreo captados por satélite para os aviões. (Site Terra Notícias, abril/2007)*

Para você, em relação ao sistema aéreo brasileiro:

OPINIÃO 1 ( ): Há interesses diversos que regem o sistema aéreo. Desse modo, de nada adiantaria se existissem novos aparelhos e maneiras de controle do tráfego aéreo.

OPINIÃO 2 ( ): Esse assunto não me interessa, eu não uso e nem dependo do transporte aéreo. Deixo as decisões para os técnicos e políticos.

OPINIÃO 3 ( ): Somente investindo mais em tecnologia teremos o problema do tráfego aéreo resolvido.

OPINIÃO 4 ( ): Os problemas de tráfego aéreo afetam toda a sociedade. Muitos estrangeiros que poderiam vir para o Brasil de férias, ou então fazer investimentos, desistem devido os problemas com o transporte aéreo.

OPINIÃO 5 ( ): Independente de qualquer opinião, confio que as pesquisas científicas e as inovações tecnológicas resolverão o problema do tráfego aéreo em breve, é só uma questão de tempo.

OPINIÃO 6 ( ): Nenhuma das afirmações anteriores contempla meu ponto de vista.

Se a opção assinalada foi 1, 2, 3, 4 ou 5, justifique. Se a opção foi a 6, expresse seu ponto de vista.

### **SITUAÇÃO C:**

*O desmatamento da floresta tropical amazônica para o plantio de soja é ainda mais danoso ao meio ambiente do que o uso da terra para a produção de pasto para o gado, adverte um estudo realizado por cientistas da Universidade Federal de Viçosa (MG) e publicado nesta quarta-feira (18) no semanário científico britânico "New Scientist".*

*Os campos de soja no Brasil reduzem o padrão de chuva local em quatro vezes com relação às terras ocupadas por pasto, continua o estudo. A razão é que os campos de soja são de cor clara, o que significa que refletem muita radiação solar.*

*Como resultado, a superfície do campo é menos aquecida, reduzindo o volume de ar quente que se eleva do solo. Desta forma, menos nuvens se formam e, conseqüentemente, ocorrem menos precipitações.*

*O estudo, feito por cientistas da Universidade de Viçosa, constatou que em regiões de floresta desmatadas para a produção de soja houve uma queda de 15,7% das chuvas, enquanto a mesma área destinada ao pasto gerou uma redução de 3,9%. Segundo a revista "New Scientist", cerca de um sétimo da floresta tropical brasileira original foi destruído para a agricultura. Oitenta e cinco por cento desta terra é destinada ao pasto e 15% para o plantio de soja, um cultivo cuja popularidade se estende rapidamente como fonte de comida e biocombustível. (Site Globo Notícias, abril/2007)*

Para você, em relação ao desmatamento das florestas para o avanço da agricultura:

OPINIÃO 1 ( ): A ciência e a tecnologia estão a disposição para serem usadas. Os interesses econômicos dos grandes agricultores é que conduziram a esse nível de desmatamento.

OPINIÃO 2 ( ): O governo, os cientistas e técnicos deveriam propor soluções a esse problema, para que não tenhamos mais reflexos disso no aquecimento da Terra.

OPINIÃO 3 ( ): O desmatamento é uma consequência necessária ao progresso.

OPINIÃO 4 ( ): Essa questão do desmatamento para o avanço da agricultura é apenas uma das consequências do crescimento populacional no planeta.

OPINIÃO 5 ( ): Quanto mais desenvolvimento tecnológico, mais vamos produzir e isso é bom tanto para a agricultura, para a economia, como para resolver o problema da fome no mundo.

OPINIÃO 6 ( ): Nenhuma das afirmações anteriores contempla meu ponto de vista.

Se a opção assinalada foi 1, 2, 3, 4 ou 5, justifique. Se a opção foi a 6, expresse seu ponto de vista.

### **SITUAÇÃO D**

#### ***Bebê com anencefalia recebe alta e vai para casa em SP***

*Marcela de Jesus Ferreira, que nasceu com anencefalia – falta de parte do cérebro – e amanhã completa cinco meses de vida, recebeu alta hospitalar hoje da Santa Casa de Patrocínio Paulista, no interior de São Paulo. É a primeira vez que a menina vai para uma residência. Marcela precisará usar um concentrador de oxigênio elétrico, aparelho emprestado pela prefeitura, para auxiliar na respiração. Para não ter problemas em quedas de energia, um cilindro de oxigênio será emprestado pela Santa Casa, que ainda poderá ceder uma enfermeira diariamente.*

*Marcela chegou em casa no colo da mãe, numa ambulância sob a supervisão da pediatra Márcia Beani Barcellos. A médica visitará o bebê duas a três vezes por semana e uma equipe do Programa de Saúde da Família fará o acompanhamento diário da evolução de Marcela. (Site Globo Notícias, abril/2007)*

Para você, em relação à utilização da ciência e da tecnologia na medicina:

OPINIÃO 1 ( ): A maneira com que as tecnologias são utilizadas na medicina é que vai dizer se elas são boas ou ruins. Quando utilizadas para salvar vidas, elas são boas; quando utilizadas para matar, são ruins.

OPINIÃO 2 ( ): Existe uma discussão para a legalização do aborto em hospitais. Para isso serão utilizadas algumas tecnologias. Acredito que a decisão que os médicos e políticos tomarem sobre este assunto é a mais adequada à nossa sociedade. Afinal, são eles que entendem disso.

OPINIÃO 3 ( ): Acredito que somente mais pesquisas e desenvolvimentos científicos e tecnológicos trarão soluções para todas as doenças ainda incuráveis, como o HIV e o câncer.

OPINIÃO 4 ( ): Quanto mais tecnologia tivermos, melhor será! Um exemplo é este da tecnologia utilizada na medicina para salvar vidas.

OPINIÃO 5 ( ): Nem sempre a utilização da tecnologia serve ao bem das pessoas. No caso da eutanásia, a mesma tecnologia que pode salvar vidas também pode matar.

OPINIÃO 6 ( ): Nenhuma das afirmações anteriores contempla meu ponto de vista.

Se a opção assinalada foi 1, 2, 3, 4 ou 5, justifique. Se a opção foi a 6, expresse seu ponto de vista.

### **SITUAÇÃO E**

#### ***Videogames violentos são “distração divertida”, diz pesquisa***

*Os jogadores de videogames violentos acreditam que esses jogos são apenas uma forma “divertida” de distração, que não os torna insensíveis à violência na vida real, afirma uma nova pesquisa sobre um dos segmentos de mais rápido crescimento na indústria do entretenimento.*

*No entanto, os usuários desse tipo de jogo reconhecem que pessoas "que já sejam de alguma maneira perturbadas" podem ser levadas a abandonar os limites aceitáveis de comportamento caso passem a jogar de maneira obsessiva.*

*Em resposta a preocupações políticas e do público sobre esses videogames, o Conselho Britânico de Classificação de Filmes (BBFC) encomendou a pesquisa, que envolveu entrevistas com jogadores, pais e representantes setoriais.*

*A BBFC concluiu que para os jogadores "a violência ajuda a tornar os jogos uma experiência extasiante e divertida, bem distinta da vida cotidiana". Mas acrescentou que "os jogadores não parecem perder a consciência de que se trata de um jogo, e não confundem o jogo com a vida real".*

*Os videogames tendem a polarizar opiniões de uma maneira que nenhuma outra forma de mídia faz e alguns títulos são alvo de críticas severas por representações explícitas de violência.*

*Mas um participante da pesquisa insistiu que os jogadores não estão todos vivendo em um mundo de fantasia que implique em comportamento violento. "Da mesma forma que não sinto ter marcado um gol em um videogame de futebol, não sinto ter matado alguém. Sei que não é real."*

*Alguns jogadores mais jovens, com menos de 15 anos, disseram que algumas cenas mais violentas os incomodam. Eles sentem desconforto quanto às imagens explícitas de matança e admitem que os jogos causam pesadelos. (Site Terra Notícias, abril/2007)*

Para você, em relação ao uso do videogame:

OPINIÃO 1 ( ): Acredito que somente a utilização desmedida e irresponsável dos videogames com jogos violentos é que pode levar a um aumento da violência.

OPINIÃO 2 ( ): Os jogadores só utilizam aquilo que está a sua disposição. Se os jogos violentos fossem prejudiciais deveriam ser proibidos.

OPINIÃO 3 ( ): É inevitável que os adolescentes e jovens joguem esses tipos de jogos violentos. É somente o que há no mercado.

OPINIÃO 4 ( ): As tecnologias de diversão são isentas de valores sociais. Concordo com o jovem que disse que não sente ter matado alguém de verdade quando faz isso num jogo.

OPINIÃO 5 ( ): Com o desenvolvimento cada vez maior da Ciência e Tecnologia chegaremos a uma situação ideal, onde se fará uso das tecnologias de diversão de modo regrado e responsável.

OPINIÃO 6 ( ): Nenhuma das afirmações anteriores contempla meu ponto de vista.

Se a opção assinalada foi 1, 2, 3, 4 ou 5, justifique. Se a opção foi a 6, expresse seu ponto de vista.

Se você tiver algum comentário a fazer sobre a estrutura deste questionário ou sobre as temáticas envolvidas, sinta-se a vontade.

Muito obrigada e bons estudos!

Leila Inês Follmann Freire

**ANEXO 9: Detalhamento das categorizações PC 3ª série (questionário final)****Turma 3ª série**

<b>Código do Aluno</b>	<b>Situação A</b>	<b>Situação B</b>	<b>Situação C</b>	<b>Situação D</b>	<b>Situação E</b>
A2	1,3,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8	1,4,6,8	1,3,5,8
A3	1,3,6,8	1,3,5,8	1,3,6,8	1,3,5,8	1,3,5,7
A5	1,4,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8	2,4,6,8	1,3,6,8
A6	1,3,5,7	1,3,6,8	1,3,5,8	1,3,6,8	1,3,5,7
A7	1,3,6,8	1,3,5,7	1,3,5,8	1,3,5,7	1,3,6,8
A8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8
A9	1,3,5,8	1,3,6,8	1,3,6,8	1,3,6,8	1,4,6,8
A11	1,3,6,8	1,3,6,8	1,3,6,8	1,3,6,8	1,3,6,8
A14	1,3,5,7	1,3,5,8	1,3,5,8	1,3,5,8	1,3,5,7
A16	1,3,5,8	1,3,6,8	1,3,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8
A17	1,4,6,8	1,3,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8
A19	1,4,6,8	1,3,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,3,5,8
A20	1,4,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8
A21	1,4,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8	1,3,5,8	1,3,6,8
A22	1,3,6,8	1,3,5,7	1,3,5,7	1,3,6,8	1,3,6,8
A24	1,3,6,8	1,3,6,8	1,3,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8
A25	1,3,6,8	1,3,5,8	1,3,5,7	1,3,6,8	1,3,5,8
A26	2,4,6,8	1,3,5,8	1,3,5,8	1,3,6,8	1,4,6,8
A27	1,3,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8	1,3,6,8
AA	1,3,5,7	1,3,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8

**ANEXO 10: Detalhamento das categorizações PC 2ª série (questionário inicial)****Turma: 2ª série**

<b>Código do aluno</b>	<b>Situação A</b>	<b>Situação B</b>	<b>Situação C</b>	<b>Situação D</b>	<b>Situação E</b>
A1	2,4,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8	1,4,6,8	2,4,6,8
A2	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8
A3	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8
A4	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8
A5	1,3,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8
A6	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8
A7	1,3,6,8	1,3,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8
A8	1,3,6,8	2,3,6,8	1,3,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8
A9	2,4,6,8	2,3,6,8	1,4,6,8	2,4,6,8	1,4,6,8
A10	1,4,6,8	2,3,6,8	1,3,6,8	1,4,6,8	2,4,6,8
A11	1,3,5,8	1,3,6,8	1,3,6,8	1,3,6,8	1,4,6,8
A12	1,4,6,8	1,3,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8
A13	2,4,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8
A14	1,3,6,8	1,3,6,8	1,3,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8
A15	1,4,6,8	1,3,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	2,4,6,8
A16	2,4,6,8	1,3,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8
A17	2,4,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8	1,3,6,8	1,3,6,8
A18	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8
A19	1,3,6,8	1,3,6,8	1,3,6,8	1,3,5,8	1,3,6,8
A20	1,3,5,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8	1,3,6,8
A21	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8
A22	1,3,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8
A23	1,3,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8	1,4,6,8
A24	1,3,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8	1,3,6,8	1,3,6,8
A25	1,4,6,8	1,3,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8
A26	1,3,5,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,3,5,8
A27	1,4,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8	1,3,6,8	1,4,6,8
A28	1,3,5,8	1,4,6,8	1,3,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8
A29	1,3,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	2,4,6,8
A30	1,4,6,8	2,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	2,4,6,8
A31	1,3,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	2,4,6,8
A32	1,4,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8	1,4,6,8	2,4,6,8
A33	1,4,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8	1,4,5,8	2,4,6,8
A34	1,3,5,7	1,4,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8	1,3,6,8
A35	1,3,5,7	1,4,6,8	1,3,6,8	1,4,6,8	1,3,5,8

## **ANEXO 11: Textos: Carvão, Petróleo, Gás natural**

### **O Petróleo**

O petróleo é uma mistura de hidrocarbonetos, oleosa, inflamável, menos densa que a água, com cheiro característico e de cor variando entre o negro e o castanho escuro. Embora objeto de muitas discussões no passado, hoje se tem como certa a sua origem orgânica, sendo uma combinação de moléculas de carbono e hidrogênio. Admite-se que esta origem esteja ligada à decomposição dos seres que compõem o plâncton – organismos em suspensão nas águas doces ou salgadas tais como protozoários, celenterados e outros – causada pela pouca oxigenação e pela ação de bactérias.

Estes seres decompostos foram, ao longo de milhões de anos, se acumulando no fundo dos mares e dos lagos, sendo pressionados pelos movimentos da crosta terrestre e transformaram-se na substância oleosa que é o petróleo. Ao contrário do que se pensa, o petróleo não permanece na rocha que foi gerado - a rocha matriz - mas desloca-se até encontrar um terreno apropriado para se concentrar.

Estes terrenos são denominados bacias sedimentares, formadas por camadas ou lençóis porosos de areia, arenitos ou calcários. O petróleo aloja-se ali, ocupando os poros rochosos, onde forma "lagos". Ele acumula-se, formando jazidas. Ali são encontrados o gás natural, na parte mais alta, e petróleo e água nas mais baixas.

### **A exploração do petróleo**

A reconstrução da história geológica de uma área, através da observação de rochas e formações rochosas, determina a probabilidade da ocorrência de rochas reservatório. A utilização de medições gravimétricas, magnéticas e sísmicas, permitem o mapeamento das estruturas rochosas e composições do subsolo. A definição do local com maior probabilidade de um acúmulo de óleo e gás é baseada na sinergia entre a Geologia, a Geofísica e a Geoquímica, destacando-se a área de Geo-Engenharia de Reservatórios.

### **O transporte do petróleo**

Pelo fato dos campos petrolíferos não serem localizados, necessariamente, próximos dos terminais e refinarias de óleo e gás, é necessário o transporte da produção através de embarcações, caminhões, vagões, ou tubulações (oleodutos e gasodutos).

### **O refino do petróleo**

Apesar da separação da água, óleo, gás e sólidos produzidos, ocorrer em estações ou na própria unidade de produção, é necessário o processamento e refino da mistura de hidrocarbonetos proveniente da rocha reservatório, para a obtenção dos componentes que serão utilizados nas mais diversas aplicações (combustíveis, lubrificantes, plásticos, fertilizantes, medicamentos, tintas, tecidos, etc..). As técnicas mais utilizadas de refino são: i) destilação, ii) craqueamento térmico, iii) alquilação e iv) craqueamento catalítico.

### **A distribuição do petróleo**

Os produtos finais das estações e refinarias (gás natural, gás residual, GLP, gasolina, nafta, querosene, lubrificantes, resíduos pesados e outros destilados) são comercializados com as distribuidoras, que se incumbirão de oferecê-los, na sua forma original ou aditivada, ao consumidor final.

### **O Petróleo no Brasil**

A história do petróleo no Brasil começou na Bahia, onde, no ano de 1858, o decreto n.º 2266 assinado pelo Marquês de Olinda, concedeu a José Barros Pimentel o direito de extrair mineral betuminoso para fabricação de querosene de iluminação, em terrenos situados nas margens do Rio Marau, na Província da Bahia. No ano seguinte, em 1859, o inglês Samuel Allport, durante a construção da Estrada de Ferro Leste Brasileiro, observou o gotejamento de óleo em Lobato, no suburbio de Salvador.

Em 1930, setenta anos depois e após vários poços perfurados sem sucesso em alguns estados brasileiros, o Engenheiro Agrônomo Manoel Inácio Bastos, realizando uma caçada nos arredores de Lobato, tomou conhecimento que os moradores usavam uma lama preta, oleosa para iluminar suas residências. A partir de então retornou ao local diversas

vezes para pesquisas e coletas de amostras, com as quais procurou interessar pessoas influentes, porém sem sucesso, sendo considerado como "maníaco".

Em 1932 foi até o Rio de Janeiro, onde foi recebido pelo Presidente Getúlio Vargas, a quem entregou o relatório sobre a ocorrência de Lobato. Finalmente, em 1933 o Engenheiro Bastos conseguiu empolgar o Presidente da Bolsa de Mercadorias da Bahia, Sr. Oscar Cordeiro, o qual passou a empreender campanhas visando a definição da existência de petróleo em bases comerciais na área. Diante da polêmica formada, com apaixonantes debates nos meios de comunicação, o Diretor-Geral do Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, Avelino Inácio de Oliveira, resolveu em 1937 pela perfuração de poços na área de Lobato, sendo que os dois primeiros não obtiveram êxito.

Em 29 de julho de 1938, já sob a jurisdição do recém-criado Conselho Nacional de Petróleo - CNP, foi iniciada a perfuração do poço DNPM-163, em Lobato, que viria a ser o descobridor de petróleo no Brasil, quando no dia 21 de janeiro de 1939, o petróleo apresentou-se ocupando parte da coluna de perfuração. O poço DNPM-163, apesar de ter sido considerado antieconômico, foi de importância fundamental para o desenvolvimento da atividade petrolífera no Estado da Bahia. A partir do resultado desse poço, houve uma grande concentração de esforços na Bacia do Recôncavo, resultando na descoberta da primeira acumulação comercial de petróleo do país, o Campo de Candeias, em 1941.

A constatação de petróleo na Bacia do Recôncavo viabilizou a exploração de outras bacias sedimentares terrestres, primeiramente pelo CNP e, posteriormente, pela PETROBRAS. O petróleo continua sendo descoberto e explorado na plataforma continental e nos mais distantes rincões do subsolo nacional; recentemente foram inauguradas as instalações de escoamento de petróleo no Campo de Rio Urucu, na longínqua Bacia do Alto Amazonas.

## **O Gás Natural**

### **O que é?**

O gás natural é uma mistura de hidrocarbonetos leves, que à temperatura ambiente e pressão atmosférica, permanece no estado gasoso. É um gás inodoro e incolor, não é tóxico e é mais leve que o ar. O gás natural é uma fonte de energia limpa, que pode ser usada nas indústrias, substituindo outros combustíveis mais poluentes, como óleos combustíveis, lenha e carvão. Desta forma ele contribui para reduzir o desmatamento e diminuir o tráfego de caminhões que transportam óleos combustíveis para as indústrias. As reservas de gás natural são muito grandes e o combustível possui inúmeras aplicações em nosso dia-a-dia, melhorando a qualidade de vida das pessoas. Sua distribuição é feita através de uma rede de tubos e de maneira segura, pois não necessita de estocagem de combustível e por ser mais leve do que o ar, se dispersa rapidamente na atmosfera em caso de vazamento. Usando o gás natural, você protege o meio ambiente e colabora para acabar com a poluição.

### **Origem**

É uma energia de origem fóssil, resultado da decomposição da matéria orgânica fóssil no interior da Terra, encontrado acumulado em rochas porosas no subsolo, freqüentemente acompanhado por petróleo, constituindo um reservatório.

### **Gás Natural e o Meio Ambiente**

Por estar no estado gasoso, o gás natural não precisa ser atomizado para queimar. Isso resulta numa combustão limpa, com reduzida emissão de poluentes e melhor rendimento térmico, o que possibilita redução de despesas com a manutenção e melhor qualidade de vida para a população.

A composição do gás natural pode variar bastante, predominando o gás metano, principal componente, etano, propano, butano e outros gases em menores proporções.

Apresenta baixos teores de dióxido de carbono, compostos de enxofre, água e contaminantes, como nitrogênio. A sua combustão é completa, liberando como produtos o dióxido de carbono e vapor de água, sendo os dois componentes não tóxicos, o que faz do gás natural uma energia ecológica e não poluente.

O gás natural caracteriza-se por sua eficiência, limpeza e versatilidade. É utilizado em indústrias, no comércio, em residências, em veículos. É altamente valorizado em consequência da progressiva conscientização mundial da relação entre energia e o meio ambiente.

As especificações do gás para consumo são ditadas pela [Portaria n. 41 de 15 de abril de 1998](#), emitida pela Agência Nacional do Petróleo, a qual agrupou o gás natural em 3 famílias, segundo a faixa de poder calorífico. O gás comercializado no Brasil enquadra-se predominantemente no grupo M (médio), cujas especificações são:

- Poder calorífico superior (PCS) a 20 °C e 1 atm: 8.800 a 10.200 kcal/m<sup>3</sup>
- Densidade relativa ao ar a 20 °C: 0,55 a 0,69
- Enxofre total: 80 mg/m<sup>3</sup> máximo
- H<sub>2</sub>S: 20 mg/m<sup>3</sup> máximo
- CO<sub>2</sub>: 2 % em volume máximo
- Inertes: 4 % em volume máximo
- O<sub>2</sub>: 0,5 % em volume máximo
- Ponto de orvalho da água a 1 atm: -45 °C máximo
- Isento de poeira, água condensada, odores objetáveis, gomas, elementos formadores de goma, hidrocarbonetos condensáveis, compostos aromáticos, metanol ou outros elementos sólidos ou líquidos.

### Aplicações

O gás natural, depois de tratado e processado, é utilizado largamente em residências, no comércio, em indústrias e em veículos. Nos países de clima frio, seu uso residencial e comercial é predominantemente para aquecimento ambiental. Já no Brasil, esse uso é quase exclusivo em cocção de alimentos e aquecimento de água.

Na indústria, o gás natural é utilizado como combustível para fornecimento de calor, geração de eletricidade e de força motriz, como matéria-prima nos setores químico, petroquímico e de fertilizantes, e como redutor siderúrgico na fabricação de aço.

Na área de transportes, é utilizado em ônibus e automóveis, substituindo o óleo diesel, a gasolina e o álcool.

### Vantagens do Gás Natural

- **baixo impacto ambiental:** o gás é um combustível ecológico. Sua queima produz uma combustão limpa, melhorando a qualidade do ar, pois substitui formas de energias poluidoras como carvão, lenha e óleo combustível. Contribui ainda para a redução do desmatamento.
- **facilidade de transporte e manuseio:** Contribui para a redução do tráfego de caminhões que transportam outros tipos de combustíveis. Não requer estocagem, eliminando os riscos do armazenamento de combustíveis.
- **vetor de atração de investimentos:** A disponibilidade do gás atrai novas empresas, contribuindo para a geração de empregos na região.
- **segurança:** Por ser mais leve do que o ar, o gás se dissipa rapidamente pela atmosfera em caso de vazamento. Esta é a grande diferença em relação ao gás de cozinha (GLP) que, por ser mais pesado que o ar, tende a se acumular junto ao ponto de vazamento, facilitando a formação de mistura explosiva.

### Impactos e Problemas

Por ser um combustível fóssil, formado a milhões de anos, trata-se de uma energia não renovável, portanto finita.

O gás natural apresenta riscos de asfixia, incêndio e explosão. Por outro lado,

existem meios de controlar os riscos causados pelo uso do gás natural. Por ser mais leve que o ar, o gás natural tende a se acumular nas partes mais elevadas quando em ambientes fechados. Para evitar risco de explosão, devem-se evitar, nesses ambientes, equipamentos elétricos inadequados, superfícies superaquecidas ou qualquer outro tipo de fonte de ignição externa.

Em caso de fogo em locais com insuficiência de oxigênio, poderá ser gerado monóxido de carbono, altamente tóxico. A aproximação em áreas onde ocorrerem vazamentos só poderá ser feita com uso de aparelhos especiais de proteção respiratória cujo suprimento de ar seja compatível com o tempo esperado de intervenção, controlando-se permanentemente o nível de explosividade.

Os vazamentos com ou sem fogo deverão ser eliminados por bloqueio da tubulação alimentadora através de válvula de bloqueio manual. A extinção do fogo com extintores ou aplicação de água antes de se fechar o suprimento de gás poderá provocar graves acidentes, pois o gás pode vir a se acumular em algum ponto e explodir.

### **O que é um Gasoduto?**

O gasoduto é uma rede de tubulações que leva o gás natural das fontes produtoras até os centros consumidores. O gasoduto Bolívia-Brasil transporta o gás proveniente da Bolívia para atender os Estados de Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Transporta grandes volumes de gás, possui tubulações de diâmetro elevado, opera em alta pressão e somente se aproxima das cidades para entregar o gás às companhias distribuidoras, constituindo um sistema integrado de transporte de gás.

O gás é comercializado através de contatos de fornecimento com as Companhias Distribuidoras de casa Estado, detentoras da concessão de distribuição. A TBG (Transportadora Brasileira Gasoduto Bolívia-Brasil S/A), proprietária do gasoduto, é responsável pelo transporte do gás até os pontos de entrega (Companhias Distribuidoras).

### **Como funciona uma Rede de Distribuição**

As redes de distribuição transportam volumes menores de gás natural a menores pressões, com tubulações de diâmetros menores que do gasoduto. É esta rede que recebe o gás nos gasodutos e o leva até as indústrias e aos centros urbanos e por fim, até a sua casa. A rede de gás natural é tão importante e segura quanto as redes de energia elétrica, telefone, água ou fibra ótica e contribuem para facilitar a vida das pessoas e impulsionar o comércio e as indústrias.

### **O Gás Natural é uma Energia Segura?**

Totalmente. Além de segura é ecologicamente correta. As redes de distribuição são enterradas e protegidas com placas de concreto, faixas de segurança e sinalização. Há algumas *medidas de segurança utilizadas nas obras*:

- **materiais:** na fabricação dos dutos foram utilizados materiais especiais, de grande resistência e durabilidade. As soldas são inspecionadas através de um rigoroso controle de qualidade.
- **válvulas de bloqueio:** são instaladas ao longo da rede com o objetivo de interromper o fluxo de gás, em caso de um eventual vazamento. Em trechos urbanos são instalados a cada 1 km.
- **proteção das tubulações:** as tubulações são enterradas, no mínimo, a 1 metro de profundidade. Nas travessias, a tubulação é revestida por um tubo protetor contra as cargas externas. Em áreas urbanas, as placas de concreto são instaladas sobre a tubulação, para protegê-la de impactos decorrentes de escavações.
- **controle de corrosão:** contra o ataque corrosivo do solo, as tubulações são protegidas por um sistema conhecido por proteção catódica.
- **sinalização:** a finalidade é alertar sobre a presença da rede de gás. A sinalização subterrânea consta de fita plástica na cor amarela com 30 cm de largura, instalada abaixo da superfície do solo para alertar as pessoas que fazem escavações. A sinalização aérea é

constituída de placas e avisos instalados ao longo da rede.

- **odorização:** tem o objetivo de dotar o gás de um odor característico, para permitir a pronta detecção em caso de eventuais vazamentos.

### O carvão

#### **INFORMAÇÕES GERAIS**

O carvão é uma complexa e variada mistura de componentes orgânicos sólidos, fossilizados ao longo de milhões de anos, como ocorre com todos os combustíveis fósseis. Sua qualidade, determinada pelo conteúdo de carbono, varia de acordo com o tipo e o estágio dos componentes orgânicos. A turfa, de baixo conteúdo carbonífero, constitui um dos primeiros estágios do carvão, com teor de carbono na ordem de 45%; o linhito apresenta um índice que varia de 60% a 75%; o carvão betuminoso (hulha), mais utilizado como combustível, contém cerca de 75% a 85% de carbono, e o mais puro dos carvões; o antracito, apresenta um conteúdo carbonífero superior a 90%.

Da mesma forma, os depósitos variam de camadas relativamente simples e próximas da superfície do solo e, portanto, de fácil extração e baixo custo, a complexas e profundas camadas, de difícil extração e custos elevados.

Em termos de participação na matriz energética mundial, segundo o Balanço Energético Nacional (2003), o carvão é atualmente responsável por cerca de 7,9% de todo o consumo mundial de energia e de 39,1% de toda a energia elétrica gerada. No âmbito mundial, apesar dos graves impactos sobre o meio ambiente, o carvão ainda é uma importante fonte de energia. As principais razões para isso são as seguintes: i) abundância das reservas; ii) distribuição geográfica das reservas; iii) baixos custos e estabilidade nos preços, relativamente a outros combustíveis.

Embora fontes renováveis, como biomassa, solar e eólica, venham a ocupar maior parcela na matriz energética mundial, o carvão deverá continuar sendo, por muitas décadas, o principal insumo para a geração de energia elétrica, especialmente nos países em desenvolvimento (AIE, 1997). Para isso, no entanto, são necessários avanços na área de P&D, visando a atender aos seguintes requisitos: i) melhorar a eficiência de conversão; ii) reduzir impactos ambientais (principalmente na emissão de gases poluentes); iii) aumentar sua competitividade comercial. Embora não sejam mutuamente excludentes, esses fatores são normalmente conflitantes, principalmente os itens ii e iii.

#### **RESERVAS, PRODUÇÃO E CONSUMO**

O carvão mineral é o mais abundante dos combustíveis fósseis, com reservas provadas da ordem de 1 trilhão de toneladas, o suficiente para atender à demanda atual por mais de duzentos anos. No Brasil, as principais reservas de carvão mineral estão localizadas no Sul do País, notadamente no Estado do Rio Grande do Sul, que detém mais de 90% das reservas nacionais. No final de 2002, as reservas nacionais de carvão giravam em torno de 12 bilhões de toneladas, o que corresponde a mais de 50% das reservas sul-americanas e a 1,2% das reservas mundiais.

No entanto, segundo o Balanço Energético Nacional (2003), o uso energético do carvão mineral ainda é bastante restrito, representando apenas 6,6% da matriz energética brasileira. Entre outras restrições, os altos teores de cinza e enxofre (da ordem de 50% e 2,5%, respectivamente) são os principais responsáveis pelo baixo índice de aproveitamento do carvão no Brasil. Espera-se, porém, que o desenvolvimento de tecnologias de remoção de impurezas e de combustão eficiente, como descrito no próximo item, proporcione maiores índices de aproveitamento desse recurso.

#### **TECNOLOGIAS DE APROVEITAMENTO**

Para assegurar a importância do carvão na matriz energética mundial, atendendo principalmente às metas ambientais, tem-se pesquisado e desenvolvido tecnologias de remoção de impurezas (limpeza) e de combustão eficiente do carvão (*Clean Coal Technologies*). Essas tecnologias podem

ser instaladas em qualquer um dos quatro estágios da cadeia do carvão, como descrito a seguir (AIE, 1997):

1. Remoção de impurezas antes da combustão;
2. Remoção de poluentes durante o processo de combustão;
3. Remoção de impurezas após a combustão;
4. Conversão em combustíveis líquidos (liquefação) ou gasosos (gaseificação).

**Remoção de Impurezas antes da Combustão:** Trata-se de um conjunto de técnicas destinadas à remoção de grandes proporções de enxofre e outras impurezas antes da combustão, visando a reduzir a produção de cinzas e SO<sub>x</sub> durante o estágio de combustão. Após a remoção dessas impurezas, o carvão pode ser usado não somente para a geração de energia elétrica, mas também em processos industriais que requeiram combustíveis sólidos de melhor qualidade. Atualmente, utilizam-se processos físicos e químicos de remoção de impurezas, mas uma nova tecnologia de remoção biológica, por meio de técnicas enzimáticas e microbiológicas, tem sido desenvolvida. Os processos físicos, comercialmente disponíveis, removem cerca de 30% a 50% do enxofre orgânico (10% a 30% do total) do carvão e cerca de 60% dos compostos minerais que formam as cinzas durante a combustão. Tais processos incluem a flutuação de espumas, a ciclização de líquidos pesados, a aglomeração seletiva e a separação magnética ou eletrostática.

**Combustão Pulverizada:** Nos processos atuais de combustão pulverizada (CP), o carvão é queimado como partículas pulverizadas, aumentando substancialmente a eficiência da combustão e da conversão. A maioria das tecnologias modernas de CP atinge 99% de eficiência na combustão. A eficiência de conversão da energia térmica em energia elétrica pode chegar a 43%, no caso de plantas com ciclo a vapor supercrítico (temperatura entre 700°C e 720°C). Ganhos adicionais de eficiência podem ser alcançados, mas atualmente o encarecimento do sistema não os justifica. Esperam-se, porém, melhoramentos futuros, elevando a eficiência a 50%, sem aumento de custo.

**Combustão em Leito Fluidizado:** A tecnologia de combustão em leito fluidizado permite a redução de enxofre (até 90%) e de NO<sub>x</sub> (70-80%), pelo emprego de partículas calcárias e de temperaturas inferiores ao processo convencional de pulverização. Uma das vantagens em relação à combustão pulverizada convencional é a redução de enxofre sem perdas de eficiência térmica. Outra vantagem dessa tecnologia é que ela pode queimar resíduos e carvões de baixa qualidade, com baixo índice de emissões, sendo, portanto, adequada também a sistemas de incineração.

**Gaseificação Integrada a Ciclos Combinados:** A tecnologia de gaseificação integrada do carvão é recente e consiste na reação do carvão com vapor de alta temperatura e um oxidante (processo de gaseificação), dando origem a um gás combustível sintético de médio poder calorífico. Esse gás pode ser queimado em turbinas a gás, onde o calor residual dos gases de exaustão pode ser recuperado e aproveitado por meio de uma turbina a vapor (ciclo combinado). Isso possibilita a remoção de cerca de 95% do enxofre e a captura de 90% do nitrogênio.

Em termos de perspectivas, estudos indicam que as várias tecnologias de uso racional do carvão apresentam diferentes estágios de desenvolvimento. Somente uma delas, a combustão pulverizada (CP), pode ser considerada tecnológica e comercialmente aprovada (AIE, 1999).

Em termos de flexibilidade de combustível, destacam-se as plantas de leito fluidizado (LF). Em termos ambientais, destaca-se a gaseificação integrada (GI).

Nos próximos dez anos, grande parte da instalação de novas plantas de geração termelétrica a carvão deverá se concentrar no Sudeste Asiático, principalmente na China e na Índia. A maioria delas será formada por plantas de CP, porém de eficiência relativamente baixa.

## **IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS**

Os maiores impactos socioambientais do carvão decorrem de sua mineração, que

afeta principalmente os recursos hídricos, o solo e o relevo das áreas circunvizinhas. A abertura dos poços de acesso aos trabalhos de lavra, feita no próprio corpo do minério, e o uso de máquinas e equipamentos manuais, como retroescavadeiras, escarificadores e rafas, provocam a emissão de óxido de enxofre, óxido de nitrogênio, monóxido de carbono e outros poluentes da atmosfera.

Durante a drenagem das minas, feita por meio de bombas, as águas sulfurosas são lançadas no ambiente externo, provocando a elevação das concentrações de sulfatos e de ferro e a redução de pH no local de drenagem.

O beneficiamento do carvão gera rejeitos sólidos, que também são depositados no local das atividades, criando extensas áreas cobertas de material líquido, as quais são lançadas em barragens de rejeito ou diretamente em cursos de água. Grande parte das águas de bacias hidrográficas circunvizinhas é afetada pelo acúmulo de materiais poluentes (pirita, siltito e folhelhos). As pilhas de rejeito são percoladas pelas águas pluviais, ocasionando a lixiviação de substâncias tóxicas, que contaminam os lençóis freáticos. A posterior separação de carvão coqueificável de outras frações de menor qualidade forma novos depósitos, que cobrem muitos hectares de solos cultiváveis.

No Brasil, a região Sul é a que apresenta maiores transtornos relacionados ao impacto da extração de carvão. As cidades de Siderópolis e Criciúma estão entre as que apresentam graves problemas socioambientais. Em virtude dos rejeitos das minas de carvão, a cidade de Siderópolis enfrenta a ocupação desordenada das terras agricultáveis. Os trabalhadores das minas e seus familiares também são afetados diretamente pelas emanções de poeiras provenientes desses locais. Doenças respiratórias, como asma, bronquite, enfisema pulmonar e até mesmo a pneumoconiose, estão presentes no cotidiano dessa população. Além dos referidos impactos da mineração, a queima de carvão em indústrias e termelétricas causa graves impactos socioambientais, em face da emissão de material particulado e de gases poluentes, dentre os quais se destacam o dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e os óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>). Além de prejudiciais à saúde humana, esses gases são os principais responsáveis pela formação da chamada chuva ácida, que provoca a acidificação do solo e da água e, conseqüentemente, alterações na biodiversidade, entre outros impactos negativos, como a corrosão de estruturas metálicas.

## ANEXO 12: Experimento: produtos da combustão de diferentes combustíveis

### Objetivos

Proporcionar ao aluno condições de comparar a formação de fuligem durante a combustão da gasolina e do álcool e refletir sobre a contribuição de cada um como agente poluidor; discutir sobre as diversas fontes de energia e os problemas da queima incompleta dos combustíveis.

### Materiais

- 2 lamparinas
- 1 pires de fundo branco
- 30 mL gasolina
- 30 mL álcool combustível
- 1 caixa de fósforos

### Procedimento

1. Coloque álcool combustível em uma das lamparinas até aproximadamente 2 cm de altura.
2. Enxugue bem com um papel absorvente qualquer quantidade de álcool que possa ter escorrido para fora da lamparina ou sobre a bancada.
3. Acenda com cuidado a lamparina que contém álcool e coloque um pires branco sobre a chama lamparina – a uma distância de mais ou menos 5 cm. Após cerca de 5 segundos observe o fundo do pires.
4. Apague a lamparina e anote suas observações na tabela de resultados.
5. Repita o mesmo procedimento utilizando a outra lamparina, agora com gasolina.

### Ao final do experimento:

*Limpe tudo que você sujou e se organize para a elaboração do relatório.*

Tabela de resultados:

	Observações
Fundo da base usada em contato com álcool	
Fundo da base usada em contato com gasolina	

### Questões para discussão

1. Como chamamos o que ficou depositado no fundo do pires?
2. Por que um dos combustíveis depositou mais material que o outro?
3. Em que condições você espera que se forme mais CO durante a combustão da gasolina em um carro?
4. Quais as desvantagens da combustão incompleta?
5. Qual outro processo que você conhece que produz fuligem e que não foi citado aqui?
6. Entre o álcool e a gasolina, qual combustível que você espera que forme maiores quantidades do gás tóxico SO<sup>2</sup> durante a combustão? Explique.
7. Se o motor de um carro estiver desregulado, o que não é tão raro, será que 1 litro de gasolina fará o carro andar a mesma distância que andaria se o motor estivesse regulado? Por que?
8. Por que muitas vezes em túneis longos se encontram placas com os dizeres: “Desligue o motor em caso de congestionamento”.
9. Qual dos combustíveis listados no texto teórico libera a maior quantidade de energia por mol? Avalie o combustível mais eficiente energeticamente transformando a quantidade de energia liberada por grama do combustível. (massas atômicas: C = 12; O = 16; H = 1).
10. Qual dos combustíveis listados na Tabela 1 é considerado o mais limpo? Explique.

## **ANEXO 13: Texto Química Ambiental: O Ser Humano e a Atmosfera**

## ANEXO 15: Experimento: decomposição de matéria orgânica e velocidade de reação

### EXPERIMENTO: Simulação da compostagem

**OBJETIVO:** Observar que tipo de lixo leva mais tempo para se transformar e quais as condições que favorecem uma decomposição rápida.

**DURAÇÃO PREVISTA:** 30 dias

### MATERIAIS:

- Lixo: orgânico (pão, rodela de tomate, etc), plásticos, papel, metal, vidro, etc.
- Seis garrafas de plástico tipo PET;
- Terra;
- Água;
- Geladeira.

**METODOLOGIA:** Trabalho em grupo.

### PROCEDIMENTO:

- Corte a parte superior das garrafas de plástico;
- Numere as garrafas de 1 a 6;
- Faça camadas alternadas de lixo e terra, de tal forma que você possa observar, pela transparência da garrafa, as transformações sofridas nos materiais.
- Na primeira coloque os materiais inteiros, já na segunda, coloque-os em pedaços menores. Repita o mesmo procedimento nas garrafas 3, 4, 5 e 6.
- Deixe a primeira e a segunda garrafa à temperatura ambiente;
- Coloque a terceira e a quarta garrafa na geladeira;
- Para a quinta e sexta garrafa, acrescente um pouco de água para o sistema ficar úmido, deixando estas garrafas à temperatura ambiente;
- Observe os sistemas uma vez por semana, até que o primeiro material tenha se decomposto. Anote todas as observações e a data de registro na tabela seguinte.

### DATA DE OBSERVAÇÃO:

GARRAFA	ORGÂNICO	PAPEL	PLÁSTICO	METAL	VIDRO
1					
2					
3					
4					
5					
6					

## **ANEXO 16: Experimento: fatores que influenciam na velocidade das reações**

## ANEXO 17: Questionário Final CTS-PC 2ª serie

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS – CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

ORIENTADOR: Dr. WALTER ANTONIO BAZZO  
MESTRANDA: LEILA INÊS FOLLMANN FREIRE

Prezado(a) aluno(a)!

Este questionário faz parte de uma pesquisa maior sobre educação científica e tecnológica. Para tanto, aqui, gostaria de saber a sua opinião a respeito das temáticas apresentadas a seguir. Assim, será apresentada a situação através de uma notícia e, em seguida, algumas possíveis opiniões. Escolha apenas uma alternativa, aquela que mais se adeque ao seu pensamento e justifique a sua resposta. Lembre-se, escolha apenas uma alternativa.

### **SITUAÇÃO A:**

#### **Tuberculose: vacina terá desconto à países pobres**

Os países em desenvolvimento poderão adquirir a preço reduzido a única vacina terapêutica contra a tuberculose que o laboratório espanhol Archivel Farma apresentou no Fórum Europeu de Investidores em Biotecnologia, realizado em Zurique, na Suíça.

"A vacina é orientada àqueles que mais precisam, inclusive os pacientes dos países em desenvolvimento", explicou à EFE o diretor de pesquisa de desenvolvimento da vacina, o médico espanhol Pere-Joan Cardona. A vacina, batizada como RUTI, está na fase de testes clínicos, mas ele lembrou que não ficará pronta até 2012. O coordenador da pesquisa espera poder testá-la nos países mais pobres, onde a tuberculose causa maiores estragos. (Site IG Notícias, out/2007)

Para você, em relação às pesquisas e utilização de medicamentos:

OPINIÃO 1 ( ): Há interesses diversos até mesmo quando se fala em saúde ou em salvar vidas. Se muitos tipos de medicamentos tivessem preços mais acessíveis muitas doenças poderiam ser curadas.

OPINIÃO 2 ( ): Esse assunto não me interessa, eu nunca precisei desses remédios. Deixo as decisões para quem entende do assunto.

OPINIÃO 3 ( ): Acredito que se nós tivéssemos bastante Tecnologia conseguiríamos desenvolver essas pesquisas aqui no Brasil, sem depender de outros países.

OPINIÃO 4 ( ): Por não ter as tecnologias suficientes para curar muitas doenças, nós (Brasil) ainda estamos deixando muitas pessoas morrerem.

OPINIÃO 5 ( ): Independente de qualquer opinião, confio que as pesquisas científicas e as inovações tecnológicas resolverão o problema da utilização de medicamentos contra tuberculose pela população mais pobre, é só uma questão de tempo, principalmente agora que já descobriram a vacina para esta doença.

OPINIÃO 6 ( ): Nenhuma das afirmações anteriores contempla meu ponto de vista.

Se a opção assinalada foi 1, 2, 3, 4 ou 5, justifique. Se a opção foi a 6, expresse seu ponto de vista.

### **SITUAÇÃO B:**

#### **Máquinas podem ficar mais inteligentes que humanos**

No centro de um buraco negro existe um ponto chamado 'singularidade' onde as leis da física não fazem sentido. De forma parecida, de acordo com futuristas, a tecnologia da informação está chegando ao ponto onde máquinas serão mais inteligentes que humanos. Se tal fato acontecer, haverá uma alteração do que é inconcebível em termos humanos, disseram os especialistas, que fizeram um encontro no último sábado. O encontro, chamado 'The Singularity Summit: AI and the Future of Humanity', levou centenas de cientistas ao Vale do Silício, nos Estados Unidos. Lá foram imaginados computadores autoprogramáveis e implantes cerebrais que permitiriam a humanos pensar tão rápido quanto os microprocessadores atuais.

Pesquisadores de inteligência artificial (AI) alertaram que agora é a hora de desenvolver guias éticos para garantir que tais avanços ajudem ao contrario de fazer mal. "O nosso mundo não será mais o

mesmo", disse Rodney Brooks, professor de robótica no MIT. Quanto aos computadores, "quem somos nós e quem são eles será uma questão completamente diferente", completa. Eliezer Yudkowsky, co-fundador do Instituto de Singularidade de Inteligência Artificial, em Palo Alto, e organizador do evento, pesquisa o desenvolvimento da chamada 'inteligência artificial amigável'. Seu grande medo é que inventores brilhantes criem uma inteligência artificial que se desenvolva sozinha mas que não tenha moral e se torne má. (Site Terra Notícias, out/2007)

Para você, em relação à utilização da inteligência artificial:

OPINIÃO 1 ( ): Duvido que não exista algum interesse obscuro por trás dessas pesquisas.

OPINIÃO 2 ( ): O governo e os cientistas deveriam propor utilizações responsáveis à inteligência artificial.

OPINIÃO 3 ( ): O uso da AI é uma necessidade para o progresso da humanidade.

OPINIÃO 4 ( ): Em algum tempo as máquinas serão mais inteligentes que os seres humanos e nos tornaremos sujeitos dessa situação.

OPINIÃO 5 ( ): Em algum tempo as "máquinas inteligentes" serão nossa salvação em questões difíceis de resolver.

OPINIÃO 6 ( ): Nenhuma das afirmações anteriores contempla meu ponto de vista.

Se a opção assinalada foi 1, 2, 3, 4 ou 5, justifique. Se a opção foi a 6, expresse seu ponto de vista.

#### **SITUAÇÃO C:**

##### **Mulher é 1ª a ser julgada por troca de arquivos**

Jamie Thomas, 30 anos, é a primeira pessoa a ir a júri popular acusada pelas gravadoras de ilegalmente trocar músicas online, violando direitos autorais, nos Estados Unidos. Um júri de 12 pessoas, incluindo um músico amador julgará a mulher.

As gravadoras dizem que no dia 21 de fevereiro de 2005, investigadores da SafeNet encontraram 1702 arquivos de Jamie compartilhados através do Kazaa, com o usuário tereastarr@KaZaA. Potencialmente, milhões de pessoas poderiam baixar os arquivos. (Site Terra Notícias, out/2007)

Para você, em relação às tecnologias da internet:

OPINIÃO 1 ( ): A utilização desmedida e irresponsável das tecnologias disponíveis na internet é que pode levar a problemas mais sérios com a justiça.

OPINIÃO 2 ( ): Os internautas só utilizam aquilo que está a sua disposição. Se algum software fosse prejudicial deveria ser proibido.

OPINIÃO 3 ( ): A internet é algo extremamente necessário hoje em dia e a troca de arquivos e informações é uma prática comum. Seria impossível imaginar uma sociedade como a nossa sem atividades como essas.

OPINIÃO 4 ( ): As tecnologias da internet são isentas de valores sociais. Se as pessoas estão usando delas para cometer crimes, isso é devido à falta de caráter pessoal e de uso irregrado dessas tecnologias.

OPINIÃO 5 ( ): Com o desenvolvimento cada vez maior da Ciência e da Tecnologia chegaremos a uma situação ideal, onde se fará uso das tecnologias da internet de modo regado e responsável. O problema é que ela não está sendo usada adequadamente.

OPINIÃO 6 ( ): Nenhuma das afirmações anteriores contempla meu ponto de vista.

Se a opção assinalada foi 1, 2, 3, 4 ou 5, justifique. Se a opção foi a 6, expresse seu ponto de vista.

#### **SITUAÇÃO D:**

##### **Americana faz duas mastectomias e depois descobre que não tem câncer**

*Uma americana de Nova York que removeu seus dois seios descobriu que não sofria de câncer, já que o laboratório que realizou a biopsia havia cometido um erro de identificação com o exame de outra paciente, informou nesta quinta-feira (27) a imprensa americana.*

*Darrie Eason, entrevistada pelo canal ABC, contou que um técnico do laboratório cometeu um erro ao etiquetar as amostras.*

*Em função do exame que não era de Darrie, os médicos recomendaram as duas mastectomias. A paciente de 35 anos operada por erro entrou com um processo. (Agência Estado, set/2007)*

Para você, em relação à utilização da ciência e da tecnologia na medicina:  
OPINIÃO 1 ( ): A maneira com que as tecnologias são utilizadas na medicina é que vai dizer se elas são boas ou ruins. Quando utilizadas para salvar vidas, elas são boas; quando utilizadas para matar, são ruins.

OPINIÃO 2 ( ): Existe uma discussão para a legalização do aborto em hospitais. Para isso serão utilizadas algumas tecnologias. Acredito que a decisão que os médicos e políticos tomarem sobre este assunto é a mais adequada à nossa sociedade. Afinal, são eles que entendem disso.

OPINIÃO 3 ( ): Não existe outra solução para curar o HIV e o câncer, por exemplo, que não sejam mais pesquisas e desenvolvimentos científicos e tecnológicos.

OPINIÃO 4 ( ): Quanto mais tecnologia tivermos, melhor será! Um exemplo é a tecnologia utilizada na medicina para salvar vidas.

OPINIÃO 5 ( ): Nem sempre a utilização da tecnologia serve ao bem das pessoas. No caso da eutanásia, a mesma tecnologia que pode salvar vidas também pode matar.

OPINIÃO 6 ( ): Nenhuma das afirmações anteriores contempla meu ponto de vista.

Se a opção assinalada foi 1, 2, 3, 4 ou 5, justifique. Se a opção foi a 6, expresse seu ponto de vista.

#### **SITUAÇÃO E**

##### **Nissan desenvolve tecnologia antiembriaguez**

Mortes no trânsito são provocadas por três fatores: homem, máquina ou condições da estrada. O primeiro, além de ser o que mais mata, é teoricamente o mais fácil de corrigir, mas anos de campanha contra o uso de álcool e de drogas conjugado à direção infelizmente provam que não é bem assim. Mesmo em países onde a fiscalização funciona sempre há um imbecil que bebe e dirige. Para impedir qualquer possibilidade de que isso aconteça, as montadoras estão partindo para o recurso mais extremo: impedir o motorista até de ligar o carro se estiver bêbado. E essa tecnologia não deve demorar a chegar ao mercado, como a Nissan prova com um de seus carros de teste de segurança.

O modelo usado para testar a tecnologia, ironicamente, se chama Fuga. Nele foram instalados diversos dispositivos que alertam pessoas que tenham ingerido álcool sobre eventuais barbeiragens e até as impedem de dirigir.

Os recursos que o carro possui:

1 – Sensores de odor de álcool

2 – Sistema de reconhecimento facial

3 – Comportamento de condução. (Site UOL Notícias, out/2007)

Para você, em relação à utilização de tecnologias no trânsito:

OPINIÃO 1 ( ): As tecnologias utilizadas no trânsito são neutras, ou seja, não há interesses econômicos por detrás delas, somente o bem das pessoas.

OPINIÃO 2 ( ): Os nossos governantes deveriam obrigar a presença de tecnologias como essa em veículos.

OPINIÃO 3 ( ): É impossível controlar os problemas do trânsito sem muita tecnologia.

OPINIÃO 4 ( ): Somente tecnologias deste tipo poderiam fazer com que motoristas bêbados deixassem de dirigir, porque a fiscalização e campanhas de conscientização de nada adiantam.

OPINIÃO 5 ( ): Quanto mais tecnologia um carro tiver, melhor será. Com o desenvolvimento cada vez maior da Ciência e Tecnologia se chegará a uma situação ideal, onde não haverá mais acidentes de trânsito devido à relação bebidas alcoólicas X direção.

OPINIÃO 6 ( ): Nenhuma das afirmações anteriores contempla meu ponto de vista.

Se a opção assinalada foi 1, 2, 3, 4 ou 5, justifique. Se a opção foi a 6, expresse seu ponto de vista.

Se você tiver algum comentário a fazer sobre a estrutura deste questionário ou sobre as temáticas envolvidas, sinta-se a vontade.

Muito obrigada e bons estudos!

Leila Inês Follmann Freire

**ANEXO 19: Detalhamento das categorizações PC 2ª série (questionário final)**

<b>Código do aluno</b>	<b>Situação A</b>	<b>Situação B</b>	<b>Situação C</b>	<b>Situação D</b>	<b>Situação E</b>
AS-1	1,3,5,7	1,3,5,8	NJ	1,3,6,8	1,3,5,7
AS-2	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,3,5,8
AS-4	1,3,5,8	1,3,5,8	1,4,6,8	1,3,5,8	1,3,6,8
AS-7	1,3,6,8	1,3,5,8	1,4,6,8	1,3,5,8	1,4,6,8
AS-9	1,4,6,8	1,3,5,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8
AS-10	NJ	NJ	1,3,6,8	NJ	NJ
AS-13	1,4,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8	1,3,6,8	1,3,6,8
AS-14	1,3,5,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8	1,4,6,8
AS-15	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8
AS-16	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8
AS-17	1,4,6,8	1,3,5,8	1,4,6,8	1,3,6,8	1,4,6,8
AS-20	1,3,5,7	1,3,5,7	1,3,5,8	1,3,6,8	1,3,5,8
AS-21	1,4,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,3,5,8	1,4,6,8
AS-23	1,3,5,8	1,3,6,8	1,4,6,8	1,4,6,7	1,3,6,8
AS-28	1,3,5,8	1,4,6,8	1,3,6,8	1,3,5,8	1,3,5,8
AS-29	1,3,5,8	1,3,5,8	1,4,6,8	1,3,6,8	1,3,5,8
AS-31	1,3,6,7	1,3,6,8	1,3,6,8	1,3,5,8	1,3,6,8
AS-32	1,3,6,8	1,3,5,8	1,3,5,8	1,3,5,7	1,3,5,7
AS-33	1,3,6,8	1,3,6,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,3,5,8
AS-34	1,3,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8	1,3,6,8	1,3,6,8
AS-35	1,3,6,8	1,3,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8	1,3,6,8
AS-36	1,4,6,8	1,4,5,8	1,3,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8
AS-37	1,3,6,8	1,3,5,8	1,3,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8
AS-38	1,3,5,8	1,4,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8	1,4,6,8
AS-39	1,4,6,8	1,3,6,8	1,4,6,8	1,3,6,8	1,4,6,8