

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

TÂNIA MARA NIEZER

**ENSINO DE SOLUÇÕES QUÍMICAS POR MEIO DA ABORDAGEM
CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE (CTS)**

PONTA GROSSA

2012

TÂNIA MARA NIEZER

**ENSINO DE SOLUÇÕES QUÍMICAS POR MEIO DA ABORDAGEM
CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE (CTS)**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Ponta Grossa. Área de Concentração: Ciência, Tecnologia e Ensino.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto Silveira

Co-orientadora: Prof.^a Dr.^a Elenise Sauer

PONTA GROSSA

2012

Ficha catalográfica elaborada pelo Departamento de Biblioteca
da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa
n.41 /12

N682 Niezer, Tânia Mara

Ensino de soluções químicas por meio da abordagem Ciência-Tecnologia-
Sociedade (CTS). / Tânia Mara Niezer. -- Ponta Grossa, 2012.
139 f : il. ; 30 cm.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto Silveira
Co-orientadora: Prof.^a Dr.^a Elenise Sauer

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade
Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa. Curso de Pós-Graduação em
Ensino de Ciência e Tecnologia. Ponta Grossa, 2012.

1. Química - Estudo e ensino. 3. Alfabetização científica e tecnológica. 4. Ciência-
Tecnologia-Sociedade (CTS). 5. Soluções químicas. I. Silveira, Rosemari Monteiro
Castilho Foggiatto. II. Sauer, Elenise. III. Universidade Tecnológica Federal do
Paraná, Campus Ponta Grossa. IV. Título.

CDD 507



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus de Ponta Grossa
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**



FOLHA DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação Nº 45/2012

ENSINO DE SOLUÇÕES QUÍMICAS POR MEIO DA ABORDAGEM CIÊNCIA- TECNOLOGIA-SOCIEDADE (CTS)

por

TÂNIA MARA NIEZER

Esta dissertação foi apresentada às 13 horas e 30 minutos de 24 de agosto de 2012 como requisito parcial para a obtenção do título de MESTRE EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, com área de concentração em Ciência, Tecnologia e Ensino, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo citados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Wildson Luiz Pereira dos Santos
(UNB)

Prof. Dr^a. Nilcéia Aparecida Maciel Pinheiro
(UTFPR)

Prof. Dr. Ciro Maurício Zimmermann
(UTFPR)

Prof. Dr^a. Rosemari Monteiro Castilho
Foggiatto Silveira (UTFPR) - *Orientador*

Prof. Dr^a. Elenise Sauer
(UTFPR) - *Coorientador*

Prof. Dr^a. Sani de Carvalho Rutz da Silva
(UTFPR) Coordenador do PPGCT

**A FOLHA DE APROVAÇÃO ASSINADA ENCONTRA-SE NO DEPARTAMENTO DE
REGISTROS ACADÊMICOS DA UTFPR – CÂMPUS PONTA GROSSA**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela vida, por minha saúde, pela oportunidade de aprender a cada dia, pela disposição e proteção que encontrei para enfrentar os momentos de angústia e dúvida. A ELE minha eterna gratidão por ter colocado em meu caminho pessoas especiais a quem agora, tenho a oportunidade de mostrar como foram importantes nessa conquista.

Agradeço a minha orientadora Rosemari, amada amiga, por tudo o que fez por mim, pelas orientações, por sua compreensão, por seu incentivo e seu carinho. Seu dinamismo e sua sabedoria fazem dela uma pessoa fantástica, ímpar, que tenho a intimidade de dizer que foi minha mãezinha nessa jornada.

Agradeço a minha co-orientadora Elenise, por tudo o que aprendi em sua convivência. Exemplo de profissional e pessoa maravilhosa que irei ter para toda minha vida.

Agradeço ao meu noivo Lourival de Sá Ribas Júnior, pelo companheiro e amigo que é. Pelo estímulo que representa em minha vida, pela compreensão, incentivo e paciência que teve diante de minhas ausências e, principalmente, pelo seu amor e dedicação, ele é uma benção de Deus em minha vida.

Agradeço aos meus pais Lúcia e Afonso que me trouxeram a esta vida maravilhosa e que não pouparam esforços e amor para me educarem. Aos meus brothers Ederson e Robson, pessoas fantásticas que sempre me apoiaram e que agora tento retribuir o orgulho que sinto por vocês.

Agradeço aos professores da banca, Nilcéia, pessoa adorável e exemplo de competência, Ciro, pelos valorosos ensinamentos químicos, e Wildson, minha fonte de pesquisa, admiro sua dedicação e contribuições para com o ensino da Química, é uma honra em tê-lo como avaliador.

Agradeço aos meus alunos queridos que, generosamente, abriram-se ao diálogo, partilhando comigo momentos de discussão e aprendizagem, criando elos de amizade.

Agradeço aos representantes do colégio no qual foi realizado este estudo, pela oportunidade de pesquisa.

Agradeço aos meus amigos pela compreensão e incentivo.

RESUMO

NIEZER, Tânia Mara. **Ensino de soluções químicas por meio da abordagem ciência-tecnologia-sociedade (CTS)**. 2012. 145 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2012.

Este estudo parte da problematização sobre as possibilidades de se ensinar em sala de aula, o conteúdo químico de Soluções, relacionado ao cotidiano dos alunos, de forma a proporcionar a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) por meio do enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). O objetivo geral desta pesquisa consiste em desenvolver e analisar o ensino do conteúdo químico Soluções relacionando-o ao cotidiano dos alunos por meio do enfoque CTS contribuindo para a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT). O estudo foi desenvolvido com 55 alunos, da 2ª série do Ensino Médio, do curso Técnico em Agropecuária de um Centro Estadual de Educação Profissional, da cidade de Rio Negro, no Paraná. A abordagem metodológica foi a qualitativa de natureza interpretativa, com observação participante. A coleta de dados se deu por meio de fotos e vídeos das atividades, observação das próprias atividades realizadas pelos alunos, arguições orais, relatórios e anotações em diário de campo. As atividades desenvolvidas nesta pesquisa foram organizadas em quinze (15) momentos, nos quais se buscou discutir e contextualizar as relações sociais da Ciência e da Tecnologia por meio do estudo de Soluções químicas, de forma interdisciplinar. Os principais resultados evidenciaram que o enfoque CTS no ensino de Soluções, contribuiu para a apropriação dos conceitos químicos, pelos alunos, sendo possível transpor questões que os envolvem dia a dia. No decorrer das aulas os alunos se mostraram mais críticos e reflexivos acerca das implicações sociais em relação às questões científicas e tecnológicas. Outro resultado obtido neste estudo consistiu na elaboração de um guia didático, que poderá ser utilizado como sugestão metodológica pelos professores de Química do Ensino Médio.

Palavras chave: Ensino de Química. Alfabetização Científica e Tecnológica. CTS. Soluções Químicas.

ABSTRACT

NIEZER, Tânia Mara. **Teaching of chemical solutions through the approach science, technology and society (CTS)**. 2012. 145 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Federal Technology University - Parana. Ponta Grossa, 2012.

This study is the questioning about the possibilities of teaching in the classroom, the chemical content of solutions, related to the daily life of students, to provide the Scientific and Technological Literacy (ACT) by focusing Science-Technology-Society (CTS). The overall goal of this research is to develop and analyze the chemical content of education solutions relating to the daily lives of students by focusing CTS contributing to the Scientific and Technological Literacy (ACT). The study was conducted with 55 students from 2nd grade of high school, the course of an Agricultural Technician in State Center for Professional Education, the city of Rio Negro, Parana. The methodological approach was qualitative interpretative, with participant observation. Data collection occurred through photos and videos of activities, observation of activities performed by the students themselves, oral reports and notes in a field journal. The activities developed in this research were organized into fifteen (15) times in which it was sought to discuss and contextualize the social relations of science and technology through the study of chemical solutions, in an interdisciplinary way. The main results showed that the CTS approach in teaching Solutions, contributed to the appropriation of chemical concepts, students, and can transpose issues that involve day to day. During the classes students were more critical and reflective about the social implications in relation to science and technology issues. Another result obtained in this study consisted of developing a teaching guide that can be used as a methodological suggestion by teachers of high school chemistry.

Key Words: Chemistry Teaching. Scientific and Technological Literacy. STS. Chemical Solutions.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Práticas e transformações no currículo	19
Quadro 2 – Diferenças entre as duas tradições da abordagem CTS.....	44
Quadro 3 – Adaptação dos nove aspectos do enfoque CTS	66
Quadro 4 – Síntese das atividades da proposta de ensino realizadas pelos alunos.	69
Quadro 5 – Percepção dos alunos sobre a proposta de ensino.....	105

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma do desenvolvimento da proposta de ensino	68
Figura 2 – Atividade experimental sobre Soluções – Preparo do soro caseiro	78
Figura 3 – Verificação da propriedade de condução elétrica das Soluções	79
Figura 4 – Verificação da propriedade de condução elétrica das Soluções	79
Figura 5 – Visita à SANEPAR – Turbidez da água.....	82
Figura 6 – Visita à SANEPAR – Tanques de tratamento da água.....	82
Figura 7 – Visita à SANEPAR – Apresentação das normas de tratamento da água.	83
Figura 8 – Visita à SANEPAR – Cloração: etapa final do tratamento da água.....	83
Figura 9 – Alunos realizando pesquisa em sites na internet.	94
Figura 10 – Cartaz informativo sobre o uso de agrotóxicos	94
Figura 11 – Cartaz informativo sobre as vantagens da agricultura orgânica - 1.....	95
Figura 12 – Cartaz informativo sobre as vantagens da agricultura orgânica - 2.....	95
Figura 13 – Organização das equipes para o trabalho com caso simulado.	98
Figura 14 – Socialização dos livros no Dia de Campo da escola.	102
Figura 15 – Socialização dos livros no Dia de Campo da escola.	102

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACT – Alfabetização Científica e Tecnológica

CEB – Câmara de Educação Básica

CNE – Conselho Nacional de Educação

CT – Ciência e Tecnologia

CTS – Ciência-Tecnologia-Sociedade

DC – Divulgação Científica

DCEs – Diretrizes Curriculares Estaduais

DCNEM – Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

DDE – Dicloro-Difenil-Etano

DDT – Dicloro-Difenil-Tricloroetano

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

PCN+ – Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais

PCNs – Parâmetros Curriculares Nacionais

RDCs – Revistas de Divulgação Científica

SANEPAR – Companhia de Saneamento do Paraná

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
1.1 O Currículo e a Disciplina de Química	17
1.1.1 A Disciplina de Química sob o aspecto Sócio Histórico e Curricular	17
1.1.2 Dimensão Sócio-Histórica do Ensino de Química	22
1.1.3 A Importância do Ensino de Soluções na Química	31
1.2 O Ensino e a Alfabetização Científica e Tecnológica	33
1.3 Alfabetização Científica e Tecnológica no Ensino de Química.....	33
1.4 O Enfoque CTS no Ensino de Química	41
1.4.1 O Movimento CTS e sua Dimensão no Campo da Educação	42
1.4.2 O Enfoque CTS no Ensino da Química	45
1.5 A Linguagem Científica	52
1.5.1 A Linguagem e a Divulgação Científica no Ensino de Química.....	52
1.5.2 Estratégias Didáticas utilizadas no Ensino de Química no Enfoque CTS	57
2 METODOLOGIA E ANÁLISE DOS DADOS	63
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	71
3.1 Conceito de Soluções Químicas, suas Propriedades e Aplicações: Concepções Iniciais dos Alunos	71
3.2 Cálculos Químicos sobre Soluções: Construindo o Conhecimento por meio do Enfoque CTS	74
3.3 A Utilização das Soluções Químicas no Tratamento da Água e na Agricultura, e sua Interferência no Modo de Vida das Pessoas.....	80
3.4 A Percepção dos Alunos Sobre as Propriedades das Soluções Químicas na Demanda de Produtos Agrícolas Considerando seus Interesses e Implicações Sociais	86
3.5 A Importância da Divulgação Científica na Participação Social e de Responsabilidade Cidadã e Profissional do Técnico em Agropecuária na Perspectiva da ACT	91
3.6 Divulgação do Conhecimento Construído: Apresentação dos Trabalhos Para a Comunidade Escolar.....	100
3.7 Avaliação da Proposta.....	104

3.7.1 Percepção dos Alunos Sobre a Proposta de Ensino.....	104
CONSIDERAÇÕES FINAIS	107
Sugestões para Trabalhos Futuros	111
REFERÊNCIAS.....	113
APÊNDICES	118
APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).....	119
APÊNDICE B – Questionário aos Professores.....	121
APÊNDICE C – Determinação da densidade e cálculos de fração molar	122
APÊNDICE D – Questões sobre as reportagens de contaminação do leite materno por agrotóxicos	125
APÊNDICE E – Ficha de análise sobre o filme	126
APÊNDICE F – Referências bibliográficas das revistas de divulgação científica utilizadas pelos alunos	127
ANEXOS	128
ANEXO A – Reportagens	129
ANEXO B – Agrotóxico: de mocinho a bandido	131
ANEXO C – Agricultura e desenvolvimento sustentável	136

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o Ensino Médio brasileiro passou por vários processos de estruturação, até ser regulamentado como etapa final da Educação Básica. O Ensino Médio no país, atualmente, é regido pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), de 20 de dezembro de 1996, e por outros documentos oficiais como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) e as Diretrizes Curriculares Estaduais (DCEs), que incitam a abordagem metodológica que possibilite ao aluno uma formação geral para exercer no mundo do trabalho, dignamente, sua cidadania.

Na estrutura curricular, os documentos oficiais enfatizam a necessidade de se elaborar estratégias didáticas, orientadas para a valorização de elementos cotidianos, considerando as particularidades de cada contexto escolar, na perspectiva de auxiliar o aluno na compreensão dos conceitos científicos e na apropriação de valores fundamentais para sua vida. Assim, a Química enquanto disciplina curricular da base nacional comum abarca a responsabilidade de contribuir na formação de cidadãos críticos e conscientes de seu papel no mundo.

Como docente da rede pública estadual, lecionando para alunos de Ensino Médio regular e profissional, verifico que na maioria das escolas, os conteúdos de Química são apresentados de forma independente e dissociados da realidade dos alunos, o que muitas vezes dificulta seu aprendizado, desmotivando o interesse pela disciplina e contribuindo para aumentar os índices de retenção escolar.

Percebe-se ainda que muitos alunos de ensino médio, não conseguem estabelecer relações entre os conceitos químicos apresentados em sala de aula e as modificações que ocorrem no meio em que vivem. Assim, a disciplina de Química encontra-se metodologicamente defasada, vazia de significados e descontextualizada, o que sugere uma reflexão sobre seu processo de ensino e aprendizagem, evidenciando a importância desse conhecimento para a formação do cidadão alfabetizado científica e tecnologicamente.

No caso em específico do conteúdo de Soluções, apresentado aos alunos no 2º ano do Ensino Médio, os conceitos são geralmente trabalhados em sala, com ênfase nos cálculos e aplicações de fórmulas, sem relações com as atividades da vida cotidiana. Tal fato acaba por valorizar os aspectos quantitativos do conteúdo,

deixando para segundo plano os qualitativos, como afirma Echeverria (1996), moldando um conhecimento abstrato e incompreensível para o aluno.

Por diversas vezes escutei dos alunos, no início do estudo da disciplina, questionamentos como: “para que serve a Química?” ou ainda “mas no que eu vou usar a Química?”. Essa vivência me possibilitou refletir sobre a forma com que os conteúdos da ciência são apresentados a eles para que não consigam perceber que tudo o que os cerca é constituído pela Química. Em se tratando do conteúdo de Soluções químicas, a importância dada aos cálculos e aplicações de fórmulas torna-se um aspecto que contribui para o afastamento entre o conhecimento científico e as atividades diárias dos alunos, o que, em muitos casos, resulta na dificuldade de aprendizagem dos conceitos.

Assim, entende-se que as Soluções são muito frequentes na vida cotidiana, porém, a explicação de seus aspectos químicos como: propriedades, constituição e comportamento, comumente se dão por meio de modelos e teorias que dependem da abordagem didática do professor para serem aprendidos pelos alunos. É necessário ao aluno compreender que o conhecimento científico não é algo absoluto, inquestionável, fora do espaço e do tempo e, sim, um conhecimento construído, que serve como base para novas descobertas, que busca novos desafios, podendo trazer uma melhoria na qualidade de vida auxiliando-o a encontrar caminhos para a resolução das situações cotidianas, como pode também, trazer problemas que causem malefícios.

Dessa forma, este estudo priorizou abordar os conceitos sobre Soluções, de forma a possibilitar aos alunos estabelecer relações de análise sobre os impactos da ciência e da tecnologia na sociedade, por meio de conexões com acontecimentos diários, promovendo assim, a sistematização dos conhecimentos químicos.

Nesse sentido, o foco deste trabalho volta-se para o estabelecimento de uma proposta que vise promover em sala de aula a compreensão acerca dos conceitos científicos apresentados pela Química, possibilitando a formação cidadã dos alunos de Ensino Médio. Estima-se que ao se contextualizar as relações entre os conceitos químicos e as transformações naturais e/ou artificiais, o ensino da ciência adquira significado, contribuindo para o aprendizado do aluno, tornando-o capaz de participar dos debates públicos relativos à ciência, à tecnologia e as suas implicações na sociedade em que vive.

Diante deste contexto, o problema que norteou este estudo foi: **Como ensinar em sala de aula o conteúdo químico de Soluções, relacionado ao cotidiano dos alunos, de forma a proporcionar a alfabetização científica e tecnológica?**

Para isso, o objetivo geral desta dissertação consiste em desenvolver e analisar o ensino do conteúdo químico Soluções relacionando-o ao cotidiano dos alunos por meio do enfoque CTS contribuindo para a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT).

Dessa maneira, visando proporcionar um ensino que oportunize aos alunos adquirirem compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico, com o intuito de formar cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados, para que sejam capazes de tomarem decisões informadas, desenvolverem o pensamento crítico e a independência intelectual (AULER, 2007), propõe-se desenvolver atividades no enfoque CTS.

Para nortear a aplicação deste estudo que se preocupou com a relação dos alunos com o processo de ensino, foram elaborados os seguintes objetivos específicos: identificar as concepções prévias dos alunos sobre as Soluções químicas; desenvolver com os alunos atividades sob um enfoque CTS, de maneira a proporcionar a alfabetização científica e tecnológica; elaborar um guia didático para utilização dos docentes de Ensino Médio e obter a percepção dos alunos sobre a proposta de ensino utilizada em sala.

O processo de ensino e aprendizagem em Química, com perspectivas à alfabetização científica e tecnológica, pressupõe a análise teórica de alguns conceitos fundamentais. Para tal, no segundo capítulo, o referencial teórico fundamenta a necessidade de se ensinar os conteúdos químicos no enfoque CTS, possibilitando ao aluno realizar uma melhor leitura do mundo que o cerca. Inicialmente, por meio dos estudos de Auler (2003), Auler e Delizoicov (2001), Chassot (2003; 2010), Demo (2010) e Santos (2007; 2009), fundamenta-se a argumentação sobre a importância de se promover no contexto escolar, a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), entendendo que a aprendizagem com perspectivas à ACT possui dimensão fundamental na inclusão social, fazendo com que o cidadão reconheça sua importância na transformação do mundo. Dessa forma, a Ciência se constitui como a linguagem desenvolvida pelos homens, objetivando explicar o mundo natural.

Para melhor compreender o papel da Química enquanto disciplina curricular, buscou-se por meio dos trabalhos de Sacristán e Gómez (1998), de Goodson (2008) e de Moreira e Silva (2005), caracterizar o currículo escolar como resultado de relações ao qual se entrecruzam processos e agentes em um complexo e verdadeiro processo social, com significado prático e real, entendendo que este define um território ativo sobre o qual se pode discutir, investigar, mas, antes de tudo, sobre o qual se pode intervir.

Em relação ao ensino de Química, Goodson (2008) relata que a princípio, o estudo desta ciência se restringiu a poucas pessoas, dedicando-se meramente a química pura e aplicada no campo industrial. Alfonso-Goldfarb (2004), salienta aspectos interessantes da história da ciência, possibilitando compreender suas interferências na história do ensino de Química. Nessa teia de relações, Chassot (1996; 2004) promove um importante resgate sobre a história do ensino de Química no Brasil, discutindo os percalços dessa ciência para chegar a ser consolidada como disciplina curricular.

Nesse contexto histórico, buscou-se ainda, compreender os caminhos traçados pelo ensino de Química para que, atualmente, seja possível sanar ou, ao menos, reduzir a relação de fragmentação desse ensino, apontado por Lufti (2005). Para Mortimer (1997; 2000) e Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009) é necessário promover a contextualização dos conceitos científicos, em específicos dos químicos, na reestruturação dos conceitos de senso comum elaborados historicamente pelos alunos.

Tais referências remetem à prática docente no contexto da sala de aula, evidenciando a necessidade de o professor ter uma postura diferenciada no seu fazer pedagógico, de modo a levar os alunos a participar ativamente da construção do conhecimento, para que possam se tornar cidadãos informados e atuantes, assim como futuros profissionais da área científica e tecnológica. Trazer discussões no enfoque CTS sobre os conteúdos químicos pode tornar o ensino da ciência atrativo, de significado para o aluno, contribuindo na aprendizagem dos conceitos científicos em relação aos acontecimentos naturais.

Para oportunizar aos alunos desenvolver a capacidade de tomada de decisão, trabalhou-se nas aulas com reflexões sobre valores sociais em relação às questões científicas e tecnológicas, abordadas pelo ensino de Soluções Químicas com enfoque CTS. Esta seção apoia-se em Cerezo (1998) e Garcia *et al.* (1996) que

apresentaram o surgimento do movimento CTS em suas dimensões históricas, políticas e sociais, deixando evidente que a análise crítica sobre as relações entre ciência-tecnologia-sociedade, são fundamentais para o cidadão na aquisição de conhecimentos básicos e para o desenvolvimento da tomada de decisões. Santos e Schnetzler (2003), Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007) e Leal (2009) enfatizam que cada vez mais é necessário que a população possa, além de ter acesso às informações sobre o desenvolvimento científico-tecnológico, ter também condições de avaliar e participar dos debates que venham a atingir o meio onde vive.

Procurando entender como a linguagem química interfere no processo de ensino e aprendizagem, considerando que apresenta características singulares em relação às demais ciências, Mortimer (1997; 2000) e Machado (2000) discutem a dimensão constitutiva das nossas formas de pensar e do processo de significação do discurso, que estão ligados às situações de enunciados e ao contexto em que o discurso foi produzido. Nesse sentido, a utilização de diferenciadas estratégias de ensino no enfoque CTS, busca aproximar a linguagem científica apresentada nos conceitos químicos das atividades cotidianas dos alunos viabilizando o acesso ao conhecimento e possibilitando que compreendam o papel do discurso científico na explicação e socialização dos acontecimentos do mundo.

No terceiro capítulo apresentam-se os procedimentos metodológicos e a análise dos dados obtidos. No contexto do problema, realizou-se a pesquisa aplicada sendo que a abordagem para analisar os dados do estudo foi a qualitativa de natureza interpretativa, com a observação participante. Considerando Moreira e Caleffe (2008), essa metodologia possibilita ao pesquisador, entrar no mundo social dos participantes do estudo. Da análise dos dados emergiram sete (7) categorias elencadas a seguir:

1. Conceito de Soluções químicas, suas propriedades e aplicações: concepções iniciais dos alunos;
2. Cálculos químicos sobre Soluções: construindo o conhecimento por meio da abordagem CTS;
3. A utilização das Soluções químicas no tratamento da água e na agricultura, e sua interferência no modo de vida das pessoas;
4. A percepção dos alunos sobre as propriedades das Soluções químicas na utilização de produtos agrícolas, considerando seus interesses e implicações sociais;

5. A importância da divulgação científica na participação social e de responsabilidade cidadã e profissional do técnico em agropecuária na perspectiva da ACT;
6. Divulgação do conhecimento construído: apresentação dos trabalhos para a comunidade escolar;
7. Avaliação da proposta: percepção dos alunos sobre a proposta metodológica;

Nas Considerações Finais, retomam-se os objetivos e apresenta-se a importância de um processo de ensino e aprendizagem que oportunize a ACT, por meio de reflexões sobre as relações CTS, no anseio de tornar os alunos, cidadãos capazes de participarem de debates públicos e tomadas de decisões, com responsabilidade social sobre suas ações. Na sequência, discute-se sobre as limitações do estudo e sugestões para futuras pesquisas.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 O Currículo e a Disciplina de Química

A discussão preliminar sobre currículo busca analisar as relações que permeiam as disciplinas escolares e as implicações na escolha das ciências no rol de conteúdos escolares necessários para a compreensão da realidade. Como análise inicial, propõe-se conhecer o contexto histórico e social em que a Química foi incorporada ao currículo para, posteriormente, refletir sobre o papel do estudo sobre Soluções químicas, na formação cidadã do aluno com perspectivas a ACT, apresentados pelos seguintes tópicos:

- A Disciplina de Química sob o aspecto Sócio Histórico e Curricular;
- Dimensão Sócio Histórica do Ensino de Química;
- A Importância do Ensino de Soluções na Química.

1.1.1 A Disciplina de Química sob o aspecto Sócio Histórico e Curricular

A palavra currículo deriva da palavra latina *Scurrere*, (correr), refere-se a curso (ou carro de corrida), definida ainda, como o curso a ser seguido ou apresentado (GOODSON, 2008). Nas acepções mais recentes, o currículo denota como sendo o projeto educativo a ser efetivado nas aulas, ou ainda, como se incorpora à dimensão dinâmica de sua realização (SACRISTÁN; GÓMEZ, 1998).

O currículo é um assunto polêmico, no campo educacional, sendo que seus aspectos históricos e suas intencionalidades são focos de constantes debates entre os estudiosos, promovendo diferentes conceitos acerca do tema.

De acordo com Moreira e Silva (2005), o currículo é parte de uma tradição seletiva, que considera determinado conhecimento mais importante, em detrimento de outro, portanto, não é meramente um conjunto neutro de conhecimentos, é fruto da expressão das relações sociais de poder.

Citando Moreira e Silva (2005, p. 21):

O currículo existente, isto é, o conhecimento organizado para ser transmitido nas instituições educacionais, passa a ser visto não apenas como implicado na produção de relações assimétricas de poder no interior da escola e da sociedade, mas também como histórica e socialmente contingente. O currículo é uma área contestada, é uma arena política.

Dessa forma, na elaboração do currículo, muitos elementos que moldam à cultura escolar, são introduzidos com a pretensão de reproduzir uma forma de entender a realidade e os processos de produção social, aos quais se considera que a escola deve seguir.

Sacristán e Gómez (1998) destacam que o currículo define um território prático sobre o qual se pode discutir, investigar, mas, antes de tudo, sobre o qual se pode intervir.

Segundo Goodson (2008), o currículo é formulado numa variedade de áreas e níveis, havendo assim, a distinção entre o currículo escrito e o currículo como atividade em sala de aula. Isso significa que “a luta para definir um currículo envolve prioridades sociopolíticas e discurso de ordem intelectual” (GOODSON, 2008, p. 28).

De modo geral, o currículo disciplinar precisa enfatizar a escola como espaço de socialização do conhecimento, responsável por contextualizar os conteúdos, contribuindo para a crítica às contradições sociais, políticas e econômicas, presentes nas estruturas da sociedade contemporânea. Nesta perspectiva, o currículo poderá propiciar a compreensão sobre a produção científica, a reflexão filosófica e a criação artística, relacionando o contexto em que se constituem.

Nesse enfoque, as disciplinas escolares compreendem saberes epistemológicos constituídos historicamente com base em ideologias sociais e políticas, que atualmente, em seu conjunto de conhecimentos, estabelecem o currículo a ser ensinado.

A respeito da organização do conhecimento em disciplina, Lopes (1998) afirma que assim como os processos de transposição (mediação) didática, são modificadores do conhecimento científico e constitutivos de um conhecimento propriamente escolar. Ou seja, as disciplinas escolares, em suas características cognitivas e finalidades sociais, são instâncias próprias de conhecimento, o que as diferem do conhecimento científico acadêmico.

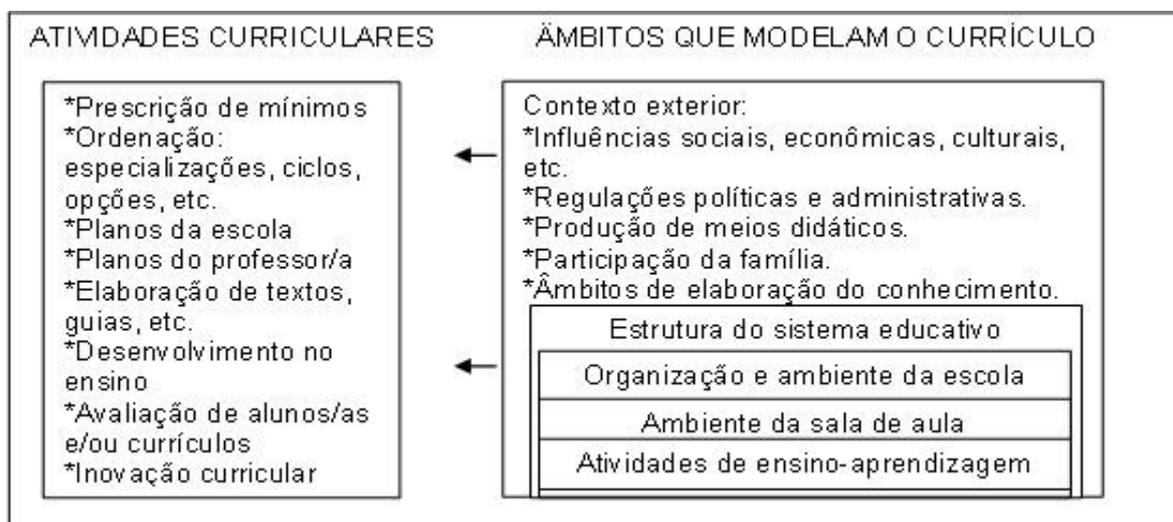
Sendo assim, Goodson (2008) ressalta que as disciplinas escolares não podem ser transformadas como “destiladores” finais de um conhecimento que não

muda e nem pode mudar, ou ainda, serem ensinadas como se fossem estruturas e textos incontestáveis e fundamentais, pois isso levaria a uma epistemologia falha, deteriorada pedagogicamente e dúbia, intelectualmente.

Goodson (2008) enfoca ainda, três conclusões pertinentes ao processo histórico de consolidação das matérias escolares.

A primeira conclusão é que as matérias escolares não constituem entidades monolíticas, mas amálgamas mutáveis de subgrupos e tradições que, mediante controvérsia e compromisso, influenciam a direção da mudança. Em segundo lugar, o processo de se tornar uma matéria escolar caracteriza a evolução da comunidade, que passa de uma comunidade que promove objetivos pedagógicos e utilitários para uma comunidade que define a matéria “disciplina” acadêmica ligada com estudiosos de universidades. Em terceiro lugar, o debate em torno do currículo pode ser interpretado em termos de conflito entre matérias em relação a status, recursos e território (GOODSON, 2008, p. 120).

Dessa forma, o currículo é um âmbito de relações ao qual se entrecruzam processos e agentes em um complexo e verdadeiro processo social, com significado prático e real, conforme demonstra o quadro trazido por Sacristán e Gómez (1998, p. 130).



Quadro 1 – Práticas e transformações no currículo

Fonte: Sacristán e Gómez (1998, p. 130)

As relações entre os âmbitos e contextos que moldam o currículo, apresentadas pela representação gráfica, ressaltam que o currículo se estabelece por meio de diferentes atividades, no contexto da prática de ensino. Nessa perspectiva, não se pode considerar que professores e alunos sejam os únicos

agentes da configuração e do desenvolvimento curricular, sendo que sua consolidação remete a práticas sociais e de transformação.

Moreira e Silva (2005), afirmam que a escola é um território de luta social que amplia as capacidades humanas, a fim de habilitar as pessoas a intervirem na formação de suas próprias subjetividades, colaborando para que sejam capazes de exercer poder, com vistas à transformação das condições ideológicas e materiais de dominação, em práticas que promovam o fortalecimento do poder social, demonstrando as possibilidades da democracia.

Entende-se, nessa perspectiva, que a escola é um espaço de confronto e diálogo entre os conhecimentos sistematizados e construídos no cotidiano popular. Por sua vez, o currículo como configurador da prática real que determina a experiência de aprendizagem dos alunos, torna-se um veículo de comunicação de teorias e ideias para a realidade.

Como resposta às demandas colocadas à articulação da educação com o contexto socioeconômico, surge, nas últimas décadas, a construção de propostas curriculares, numa tentativa de reestruturar o ensino, principalmente, em nível médio.

A consolidação dessas propostas inicia-se por meio da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, com a função de estabelecer diretrizes para nortear os currículos, de modo a assegurar uma formação básica comum a todo o país. A regulamentação do Ensino Médio, ditada pela LDB, define os objetivos formativos para este nível de ensino:

Art. 35 – O ensino médio, etapa final da educação básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidades:

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

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

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

IV – a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina (BRASIL, 1996, p. 11).

O Ensino Médio é considerado pela Lei 9.394, como etapa final da educação básica, sendo direito de todo cidadão e dever do Estado e da família, promovê-la e

incentivá-la. O documento destaca a preocupação em garantir a universalização da educação, democratizando o processo e visando possibilitar o desenvolvimento da pessoa para o pleno exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho.

No ano de 1998, por meio da resolução nº 03/98, são divulgadas as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM), documento produzido pela Câmara de Educação Básica (CEB) e pelo Conselho Nacional de Educação (CNE). As DCNEM abordam que a estrutura curricular deve ser pautada na construção de competências e habilidades, sendo estas norteadas pelos eixos de contextualização e interdisciplinaridade. Tais diretrizes esclarecem que a identidade do Ensino Médio consiste na preparação geral para o trabalho, permeando todos os conteúdos do currículo, de forma a garantir uma formação ampla, que considere também, aspectos estéticos e éticos.

Em âmbito estadual, a educação do nível de Ensino Médio é respaldada pelas Diretrizes Curriculares Estaduais (DCE), instituídas nas escolas pela Secretaria de Estado da Educação do Paraná, a partir de 2008. As DCEs são o resultado do trabalho coletivo que envolveu professores da rede estadual de ensino. Este documento reconhece que além de seus conteúdos mais estáveis, as disciplinas escolares incorporam e atualizam conteúdos decorrentes do movimento das relações de produção e dominação que determinam relações sociais, geram pesquisas científicas e trazem para debate, questões políticas e filosóficas emergentes (PARANÁ, 2008).

As diretrizes estaduais, em seus princípios teóricos, propõem que o currículo da educação Básica deva oferecer ao estudante, uma formação escolar que possibilite o enfrentamento com o intuito de transformar a realidade social, econômica e política do seu contexto. O documento destaca a importância dos conteúdos disciplinares e do professor como autor de seu plano de ensino, opondo-se ao esvaziamento dos conteúdos disciplinares, que considera ter ocorrido nos modelos de organização curricular que vigoraram na década de 90.

Os documentos citados anteriormente apresentam peculiaridades e ideologias características, mas convergem ao priorizar uma estrutura curricular que contextualize os conteúdos disciplinares, de forma a ofertar uma educação que apresente significado para os alunos, aumentando sua compreensão sobre o mundo em que vivem, tornando-os mais críticos para exercer sua cidadania, com possibilidades de argumentar e agir frente a diversas informações.

A partir disso, entende-se que a Química, enquanto disciplina curricular, deve ser responsável por formar um aluno que se aproprie de seus conhecimentos, para que seja capaz de refletir criticamente sobre seu contexto. Nesse sentido, o processo sócio histórico da consolidação da Química, como disciplina, poderá auxiliar na compreensão de sua importância na formação crítica e cidadã dos alunos.

Considera-se que, para melhor compreensão da atual realidade do ensino da Química no contexto escolar, faz-se necessário remeter-se à análise da incorporação sócio-histórica dessa ciência como disciplina curricular, assunto da próxima sessão.

1.1.2 Dimensão Sócio-Histórica do Ensino de Química

A ciência Química, enquanto área de conhecimento construída historicamente, possui em sua estrutura, conceitos que uma vez apreendidos, permitem ampliar a concepção da natureza e dos processos tecnológicos que permeiam a sociedade, dentro de uma maior criticidade e melhor entendimento dos fatos.

Nas palavras de Chassot (2004, p. 91-92),

Entender ciência nos facilita, também, contribuir para controlar e prever as transformações que ocorrem na natureza. Assim, teremos condições de fazer com que essas transformações sejam propostas, para que conduzam a uma melhor qualidade de vida. Isto é, a intenção é colaborar para que essas transformações que envolvem o nosso cotidiano sejam conduzidas para que tenhamos melhores condições de vida.

Qualquer cidadão que detenha um mínimo de conhecimento químico pode ter condições de utilizá-lo para suas interpretações de situações de relevância social, reais, concretas e vividas, bem como, aplicá-lo nessas e em outras situações.

Para isso, Santos e Schnetzler (2003, p. 47-48), declaram que:

é necessário que os cidadãos conheçam como utilizar as substâncias no seu dia-a-dia, bem como se posicionem criticamente com relação aos efeitos ambientais da utilização da química às decisões referentes aos

investimentos que nessa área, a fim de buscar soluções para os problemas sociais que podem ser resolvidos com a ajuda de seu desenvolvimento.

Pelo exposto, entende-se que o conhecimento químico possa contribuir na atividade reflexiva e crítica do aluno sobre o mundo, levando-o a perceber que suas ações podem interferir de maneira histórica no seu modo de vida, assim como as atividades da ciência partem de um contexto histórico que, muitas vezes, apresentam suas consequências no decorrer do tempo.

Sendo o conhecimento químico fruto de um processo histórico, verifica-se que para compreender a atual realidade do ensino da Química, torna-se necessário a discussão sobre a revisão histórica da incorporação dessa ciência no currículo escolar.

Assim, analisando de forma sucinta o desenvolvimento do ensino de Química, tem-se que a constituição do saber químico contribuiu para a estruturação desta ciência, enquanto disciplina de ensino e que a história do ensino de química está diretamente relacionada com o relato histórico das Ciências, de forma geral.

Nesse sentido, Alfonso-Goldfard (2004, p. 13-14) salienta os aspectos interessantes e complexos da história da ciência.

Interessante porque recuperou conhecimentos sobre a natureza que pareciam errados pelos critérios científicos; porque recuperou outras formas de ciência que a Ciência Moderna apagara; porque recuperou para a Ciência seu papel de conhecimento produzido pela cultura humana. Um conhecimento especial, sim, mas, que, como outros conhecimentos, foi construído e inventado pelo ser humano e, portanto, cheio de idas e voltas. E daí será preciso apagar aquela imagem da Ciência como um processo de grandes descobertas de grandes gênios que pairam acima da capacidade dos pobres mortais.

O termo ciência, em seu sentido moderno, foi criado no século XIX, passando a influenciar desde a mudança de currículo das escolas, até o desenvolvimento das nações. A partir do século XX, a Ciência que parecia ser um corpo de conhecimentos quase prontos e acabados, passou ainda, por grandes transformações originárias, principalmente, do surgimento de novas teorias e pelo aumento da pressão, relacionada às guerras e às poluições geradas pelo avanço tecnológico. Isso tudo fez com que fosse necessária uma crítica, ou seja, uma revisão dos critérios da Ciência e do conhecimento científico (ALFONSO-GOLDFARB, 2004).

Na questão da ciência química, em relação ao contexto global do século XIX, esse ramo da ciência foi objeto de considerável desenvolvimento ao longo de duas linhas principais: a teoria atômica da matéria e o início dos estudos da química orgânica, sendo que ambas deveriam ter grandes implicações, não só para a química, mas para a física e a biologia (LUTFI, 2005).

Goodson (2008) descreve que o conflito em torno das matérias escolares, expondo a natureza hegemônica do conhecimento acadêmico, foi exposto no relato de David Layton, em *The Science of Common Things*, que consistia em uma forma de educação científica, ensinada em algumas escolas elementares inglesas, na década de 1840.

No entanto, apesar de surgir na França, de acordo com Goodson (2008), foi na Inglaterra, na década de 1850, que o intenso movimento referente às *ciências das coisas comuns*, organizou um currículo escolar dando ênfase à experiência trazida pelo aluno, com relação ao seu cotidiano, o que resultou em uma política governamental, a qual subsidiava, desde a produção de material didático, e envio de equipamentos para as escolas, até a formação de professores para um trabalho pedagógico com a classe operária.

Sendo assim, Goodson (2008) relata ainda, que o ensino dos conhecimentos científicos estabelecia relações com os interesses pragmáticos da vida cotidiana.

Porém, a popularização da ciência não foi concebida como viável pela elite social que manifestou incisiva reação contra essa iniciativa de ensino. A atuação crescente das classes média e alta, contrárias a essa forma bem-sucedida de educação científica de massas, desencadeou o desvinculamento das *ciências das coisas comuns*, retirando-as do currículo escolar. Em 1859, as dotações para o ensino de ciências foram reduzidas drasticamente, e em 1862, com o Código Revisado e o “pagamento por resultados”, todos os recursos financeiros especialmente destinados para ciências, foram retirados, o que resultou na destruição sistemática de uma iniciativa bem-sucedida na educação científica de massa, Goodson (2008, p. 123). Com isso, conclui-se que o ensino na Grã-Bretanha da época, foi gradativamente reorganizado e reconstruído, de forma a liquidar com todos os esforços que visassem à educação das classes inferiores.

A matéria de ciências reaparece no currículo vinte anos mais tarde, admitindo como forma correta de ensinar ciência, uma versão de ciência pura de laboratório, suprimindo os objetivos utilitários que valorizavam o saber, promovendo

a pesquisa pela pesquisa e as diferenças entre conceitos abstratos, em contraposição às experiências cotidianas.

Dessa forma, o ensino de ciências com objetivos pedagógicos e utilitários sobre o estudo da natureza, foi extinta, sendo substituída por um ensino de ciências constituído de um misto de ciência pura e ciência laboratorial, destinada à elite da população universitária da época.

Essa fragmentação do ensino de ciências ainda pode ser vivenciada nos dias atuais da Educação Básica brasileira, justificando, em parte, a dificuldade de se estabelecer o aprendizado das disciplinas científicas naturais e exatas, pelos alunos. Ainda em relação à fragmentação do ensino de química Lutfi (2005, p. 43) ressalta:

A organização básica do conteúdo, como hoje é ensinado em Química, foi estabelecida na França do século XIX e segue campos historicamente delimitados: química inorgânica; físico-química; química orgânica. O ensino de química analítica fica restrito às escolas técnicas de química; e o de bioquímica é suprimido pela biologia. Uma química “geral” trabalha, na verdade, com os modelos de estrutura atômica e de ligação química, classificação dos elementos e as leis das combinações químicas. Dentre esses ramos, a química analítica qualitativa trabalha com um método, o método analítico, relacionando as informações.

Para tanto, no Brasil, a Química apresenta suas primeiras ligações com o ensino, a partir da colonização portuguesa, estando vinculado aos interesses políticos e econômicos de exploração. Anterior ao período de 1500, Chassot (1996) afirma que há um grande vazio histórico, como também nos primeiros dois séculos de colonização, havendo o que o autor declara como um incômodo silêncio envolvendo nossa história da Ciência, da Educação e, assim é mais inaudível a história de um ensino de Química. Fato que, de certa forma, delata os interesses dos grupos dominantes da época em se excluir de existência histórica, o período anterior ao descobrimento do país, pelos europeus.

Nesse sentido, a marcada dependência econômica, política e cultural do país, frente ao Reino Português e a não integração de Portugal ao surto de desenvolvimento econômico europeu, característico dos séculos XVII e XVIII, geraram um crescimento científico, praticamente nulo, no Brasil, nesse período (LOPES, 1998).

Chassot (1996) descreve que na virada do século XVIII para o XIX, o ilustre entusiasta da Química, Antônio de Araújo e Azevedo – Conde da Barca, um ilustrado colaborador do Rei, foi, provavelmente, um dos pioneiros da Educação em

Química brasileira. Segundo o autor, o primeiro decreto que se refere oficialmente ao ensino de Química, no Brasil, é o de 6 de julho de 1810, que declara a criação de uma cadeira de Química, na Real Academia Militar.

Dessa forma, por meio de uma Carta Lei de 4 de dezembro de 1810, tem-se a seguinte descrição sobre a docência de Química:

No quinto ano haverá duas lentes. O primeiro ensinará tática e estratégia; o segundo ensinará Química, dará todos os métodos para o conhecimento das minas, servindo-se das obras de Lavoisier, Vandequelin, Jouveroi, Langrange e Chaptal para formar seu compêndio, onde fará toda a sua aplicação às artes e a utilidade que nela derivam. (PM-02, p. 51 *apud* CHASSOT, 1996, p. 137)

Dentro dessa perspectiva, o Conde da Barca se preocupou com a Química aplicada e vinculada à realidade e inserida às coisas cotidianas. Suas recomendações englobam a estrutura curricular do ensino ao procedimento metodológico do professor. Essas instruções, porém, parecem ter morrido com seu autor, sendo que, com o advento da Independência, a educação se tornou mais elitista, e o ensino de Química adquiriu caráter livresco, teórico, apêndice da Física ou, em simbiose com a mineralogia, fundamentado e orientado para um humanismo retórico (CHASSOT, 1996).

Em 1837, criava-se o Colégio Pedro II, com um currículo que englobava disciplinas científicas, com o objetivo de ser modelo para os demais estabelecimentos de ensino e organizar o ensino secundário. Leal (2009) configura que a Química teria suas orientações metodológicas reduzidas a modestas proporções de um curso secundário, em limitado período de tempo, ensinando somente os fenômenos mais correntes e fundamentais dessas Ciências. Mesmo assim, questões pedagógicas específicas influenciaram para o não-desenvolvimento do ensino de Ciências, sendo que apenas em 1887, noções de Ciências Físicas e Naturais passaram a ser exigidas nos exames de Medicina (LOPES, 1998).

No início do século XX, em 1918, surgem o Instituto de Química, no Rio de Janeiro, criado para formar profissionais que atuassem nas indústrias químicas e o curso de química na Escola Politécnica, em São Paulo. Apesar das disciplinas de Física e Química constarem isoladamente na grade curricular a partir da Reforma Rocha Vaz, em 1925, tal aspecto não contribuiu significativamente para a existência efetiva do ensino de Ciências no país. Lopes (1998) considera que, historicamente,

as Ciências foram associadas ao fazer e não ao pensar, adquirindo função de preparação para o trabalho, assim, o pragmatismo científico se associava à formação das classes trabalhadoras.

Com a Reforma Francisco Campos em 1931, como relata Macedo e Lopes (2002), a disciplina de Química passou a ser ministrada de forma regular, compondo o currículo do ensino secundário, no país. A princípio, a Química teve seu foco para o conhecimento da composição e da estrutura íntima dos corpos, de suas propriedades e das leis que regem as suas transformações. Dessa forma, os objetivos para o ensino da disciplina, estavam voltados para a apropriação de conhecimentos específicos, entre eles, despertar o interesse científico nos alunos e enfatizar a sua relação com a vida cotidiana.

Chagas (2001, p. 101) esclarece,

[...] as primeiras escolas de Química só foram criadas em 1920, e somente em 1934, com a criação das universidades, é que seu ensino passou a ser feito com uma visão mais científica. Com o grande crescimento do parque industrial brasileiro, a partir da Segunda Guerra Mundial, a procura por químicos se tornou mais intensa e a profissão mais conhecida, consolidando-se na década de 1960.

No cenário pós-guerra, ocorre a fase de valorização da ciência, relacionada à possibilidade de desenvolvimento científico e tecnológico.

Na medida em que as humanidades foram associadas ao nacionalismo, após a derrubada do Estado Novo e o fim da Segunda Guerra foi a vez das Ciências serem associadas à democracia. Como a ciência era considerada neutra, sem pátria, acima de credos e partidos, a ela coube maior espaço no pós-guerra, entre os que defendiam a solidariedade entre os povos. (LOPES, 1998, p. 128)

Em contrapartida, no contexto nacional, os debates pela promulgação da nova LDB surgem após a Constituição de 1946. A ênfase atribuída ao ensino de Ciências foi justificada por sua utilidade social ligada à formação técnica profissional e ao desenvolvimento científico.

Nesse contexto, em 1961, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei nº 4024/61, conduz ao reconhecimento da legitimidade de outros saberes, que não só os de cunho acadêmico, integrando o ensino profissional ao sistema regular de ensino e estabelecendo a plena equivalência entre os cursos profissionalizantes e os propedêuticos (KUENZER, 2005).

Lopes (1998) enfatiza ainda, que até meados dos anos sessenta, ensinar ciências era considerado como o ensino de fatos e princípios possuidores de utilidade prática, mesmo que fosse totalmente desvinculado da realidade do aluno. Isso levou a um ensino de Química, de concepção epistemológica empírico-descritivista. A Lei 5692/71, com raízes no tecnicismo, acentuou a formação para o trabalho sobre a formação geral, porém o reducionismo utilitarista e deficitário desta modalidade de ensino, em nada contribuiu para o avanço das Ciências.

No período entre 1978 e 1984, houve uma efervescência nas escolas. Há um despertar para a responsabilidade social do químico e a preocupação com o uso e apropriação do conhecimento. Apareceram propostas que falavam de ecologia, detergentes, usinas nucleares, aditivos alimentares, petróleo, álcool e domissanitários (LUTFI, 2005, p. 42).

A consolidação do ensino de Ciências e, por consequência, da Química, de acordo com Lopes (1998), foi condicionada pela modificação da mentalidade social com respeito às Ciências, valorizando-as, e pela modificação na estrutura econômica da sociedade.

De acordo com Leal (2009), dos anos 70, do século anterior até a atualidade, a reflexão sobre as limitações de uma visão triunfalista da ciência vem, de certa forma, aumentando e amadurecendo, alertando para que as pessoas não estabeleçam uma relação submissa e despolitizada com a ciência, em geral, e com a Química, em específico.

Em 1996, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, estabelece objetivos para a Educação Básica, a fim de promover, de forma democrática, a formação cidadã. Por meio da regulamentação da LDB 9394/96 tem-se que:

A Educação Básica tem por finalidades desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores. (BRASIL. LDB Nº 9394, 1996, Art. 22).

No conteúdo da Lei, considera-se que o cidadão da sociedade moderna não domine apenas a leitura e a escrita, ou o conhecimento das áreas de ciências e humanidades, estudadas no ensino fundamental. É necessário ao cidadão moderno, também, o conhecimento específico das disciplinas científicas do nível médio.

As Orientações Curriculares para o Ensino Médio (2008), com referências na LDB 9394/96 e nos PCN+ expressa a visão de que:

[...] as ciências que compõem a área têm em comum a investigação sobre a natureza e o desenvolvimento tecnológico, e que é com elas que a escola, compartilhando e articulando linguagens e modelos que compõem cada cultura científica, estabelece mediações capazes de produzir o conhecimento escolar, na inter-relação dinâmica de conceitos cotidianos e científicos diversificados, que incluem o universo cultural da ciência Química. (BRASIL, 2008, p. 103)

Em relação ao ensino de Química, as diretrizes curriculares assumem, explicitamente, que o conhecimento químico é fundamental para instrumentalizar o aluno na tomada de decisões e julgamentos, promovendo condições para que exerça sua cidadania, como parte da Educação Básica.

O aprendizado de Química pelos alunos de Ensino Médio implica que eles compreendam as transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada e assim possam julgar com fundamentos as informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola e tomar decisões autonomamente, enquanto indivíduos e cidadãos. Esse aprendizado deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas. Tal a importância da presença da Química em um Ensino Médio compreendido na perspectiva de uma Educação Básica. (BRASIL, 1998, p. 30)

No entanto, alerta-se que o enfoque do ensino da Química, priorizando o estudo de fatos cotidianos, ambientais e industriais, sem estabelecer aprofundamento teórico científico-tecnológico dos conceitos químicos indispensáveis, pode interferir na efetiva compreensão dos fenômenos naturais, ou seja, a pouca preocupação na abordagem dos conceitos científicos resulta no esvaziamento dos conteúdos e a Química perde seu objetivo científico de ensino.

Em outro ângulo, Santos e Schnetzler (2003), afirmam que o ensino atual de nossas escolas está muito distante do que o cidadão necessita conhecer para exercer sua cidadania. Sendo que muitos dos professores de Química de Ensino Médio, concordam que o ensino desta disciplina apresenta muitos problemas e que, também, a maioria das pessoas, após frequentar a escola, sabe pouco de Química. Pouquíssimas delas conseguem se posicionar sobre problemas que exijam algum conhecimento dessa matéria e não percebem que a Química está presente em quase tudo na vida, que desde simples atitudes inatas aos seres humanos como

respirar, comer, pensar, são realizadas por processos químicos, até mesmo grandes descobertas do campo da tecnologia e da saúde. Sem um conhecimento de Química, ainda que mínimo, torna-se complicado conseguir posicionar-se sobre diversos problemas que afligem o homem e, em consequência, exercer efetivamente sua cidadania.

Dessa forma tem-se, atualmente, um Ensino de Química desarticulado, fora da realidade, sem propostas metodológicas claras e sem significado para o aluno.

Os conteúdos da química são apresentados de forma independente e dissociados, o que muitas vezes dificulta seu aprendizado. Por isso, o enfoque empregado nesta pesquisa busca promover o aprendizado contextualizado dos conceitos químicos, com possibilidades à alfabetização científica e tecnológica, relacionando os conteúdos da disciplina com as práticas da formação em técnico em agropecuária.

Mortimer (2000) descreve que a evolução conceitual dos alunos não implica na rejeição das concepções de senso comum, mas na possibilidade de pensar o mundo por meio de diferentes concepções (espontâneas, científicas), cada uma mantendo um vínculo a contextos específicos.

Portanto, torna-se fundamental na formação cidadã, abordar os conteúdos do ensino de Química, de maneira a possibilitar a construção e reconstrução de significados dos conceitos científicos e tecnológicos, vinculados aos contextos históricos, políticos, econômicos, sociais e culturais, relacionando as questões ideológicas que influenciam e possibilitam o desenvolvimento de concepções críticas, em relação à Química, na sociedade científica e tecnológica.

De acordo com Chagas (2001), a Química é, por sua própria natureza, uma ciência multidisciplinar. Isso se justifica, de acordo com o autor, por ela operar em nível micro e macroscópico, entre especulações empíricas e teóricas, contrapondo atividades manuais e intelectuais, pois poucos ramos do conhecimento humano permitem essa variedade de atitudes complementares que se integram mútua e constantemente, possibilitando gerar novas atitudes, problemas e soluções.

Em linhas gerais, considera-se que a falta de conhecimento em Química, poderá ser um fator de exclusão do aluno, por dificultar a compreensão dos fenômenos e das transformações da matéria e, por consequência, a interpretação do meio em que se encontra inserido (KUENZER, 2005). O conhecimento químico apresenta-se dessa maneira, como forma de inserir o aluno nas discussões acerca

das transformações globais que acabam interferindo diretamente no seu modo de vida. Assim, evidencia-se a importância do estudo das Soluções em química para a formação cidadã, entendendo que seus conceitos, além de possibilitarem ao aluno o entendimento do comportamento da matéria, ajudam-no a compreender as atividades cotidianas, ampliando sua interpretação sobre as transformações do mundo e auxiliando-o na tomada de possíveis decisões.

Considerando que o conteúdo da Química é muito amplo, para este estudo optou-se por trabalhar com as Soluções químicas, assunto da próxima seção que traz uma breve explanação sobre a importância deste ensino e aprendizado, para a formação dos alunos de Ensino Médio.

1.1.3 A Importância do Ensino de Soluções na Química

O estudo sobre Soluções, na estrutura da base nacional comum curricular é comumente trabalhado pela disciplina de Química, tanto em escolas comuns como técnicas, na 2ª série do Ensino Médio. É indiscutível sua importância no ensino de Química, considerando sua ampla aplicação, tanto nas atividades diárias e de funcionamento dos organismos vivos, como em processos industriais. Apesar de estar presente na vida das pessoas, seu estudo remete ao conhecimento prévio de outros conceitos químicos, bem como, à aplicação de fórmulas e equações vinculadas à noção microscópica dos processos químicos que acabam valorizando os aspectos quantitativos em detrimento dos aspectos qualitativos (ECHEVERRIA, 1996).

Ainda citando Echeverria (1993), admite-se que a própria conceituação do tema Soluções, pressupõe a compreensão de ideias relativas à mistura, substância, ligações químicas, modelo corpuscular da matéria, interação química, entre tantos outros relacionados à transformação da matéria que, por sua vez, abordam seus conceitos.

Considerando o amplo leque de conceitos ligados à definição de Soluções, admite-se a conceituação de Russel (1994, p. 555) que descreve:

As soluções são definidas como misturas homogêneas e podem ser sólidas, líquidas e gasosas. Quando uma solução é muito rica em um componente, este componente é geralmente chamada solvente, enquanto os outros são chamados de solutos. A composição de uma solução pode ser expressa quantitativamente especificando-se as concentrações de um ou mais componentes. Várias unidades de concentração são importantes, incluindo a fração molar, a percentagem molar, a molaridade, a molalidade e a percentagem em massa.

Carmo e Marcondes (2008) destacam ainda que, atualmente, considera-se que nas soluções ocorram interações entre as partículas (moléculas ou íons) do soluto com as do solvente, que por meio das forças eletrostáticas que permitem interações entre partículas, dão lugar a novas forças entre soluto/solvente quando da formação de uma solução.

Dessa forma, entende-se que para uma melhor compreensão dos alunos sobre o conteúdo químico, torna-se necessário trazer para a sala de aula, diferentes formas de apresentação dos conceitos sobre Soluções, enfocando a familiaridade do tema com ações da vida diária, extrapolando a sobrecarga do ensino voltado apenas para seu aspecto quantitativo.

Nessa perspectiva e considerando a dificuldade que muitos alunos apresentam em relação ao aprendizado dos conceitos sobre Soluções e a necessidade desse conteúdo para a sua formação em Técnicos de nível médio em Agropecuária, parte da pesquisa relacionou as Soluções químicas ao uso dos agrotóxicos, sendo que a outra englobou discussões sobre assuntos diversificados, relacionados ao impacto da ciência e da tecnologia na sociedade, entendendo que por meio de temas controversos, aumentaria o grau de interesse dos alunos pelo conteúdo, contribuindo para sua alfabetização científica e tecnológica.

Admitindo a grande importância da água no estudo das Soluções, buscou-se por meio de diferentes atividades, demonstrar aos alunos os processos de tratamento da água, para que reconheçam a necessidade de utilizar conscientemente esse recurso natural. A água é um bom solvente para uma grande quantidade de substâncias, principalmente, em se tratando das polares e iônicas. Assim, Russel (1996) explica que devido a sua alta constante dielétrica, a água reduz atrações entre íons carregados opostamente em solução e, conseqüentemente, aumenta a solubilidade de eletrólitos, sendo que as moléculas de água formam ligações de hidrogênio entre si e com outras moléculas de soluto, que apresentam átomos de alta eletronegatividade, o que leva à solubilidade de

muitas substâncias moleculares em solução aquosa. Portanto, a água é comumente “considerada como solvente universal” (ECHEVERRÍA, 1993, p. 30).

Convém ressaltar que devido à dimensão do tema Soluções, o presente trabalho delimitou basicamente o foco da pesquisa aos conceitos de soluto e solvente e a outros conceitos interligados, tendo como justificativa tanto a importância química de tais estudos, como para o entendimento de diversas situações cotidianas dos alunos.

O conteúdo de Soluções químicas e suas relações com as atividades cotidianas no enfoque CTS são determinantes para promover um ensino voltado à alfabetização científica e tecnológica, por isso será o próximo foco abordado.

1.2 O Ensino e a Alfabetização Científica e Tecnológica

Em linhas gerais, a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) discute a necessidade de todas as pessoas possuírem um mínimo de conhecimentos científicos, para exercerem seus direitos na sociedade moderna. Autores como Chassot (2004; 2010), Auler e Delizoicov (2001) e Demo (2010) argumentam sobre a função social do ensino de ciências na popularização e divulgação das descobertas científicas, de modo a possibilitar aos alunos reflexões sobre as implicações do desenvolvimento científico e tecnológico na sociedade, como será apresentado na sequência pelo tópico a Alfabetização Científica e Tecnológica no Ensino de Química.

1.3 Alfabetização Científica e Tecnológica no Ensino de Química

Na crescente dinâmica social, a alfabetização científico-tecnológica (ACT) corresponde à compreensão básica em ciência e tecnologia, que as pessoas precisam apresentar, para atuarem como cidadãos, na contemporânea sociedade tecnológica do consumo. Isso remete ao cidadão, a capacidade de ler, compreender e de expressar suas opiniões sobre assuntos de ordem científica e tecnológica.

A alfabetização científica, de acordo com Chassot (2004; 2010), é discutida como sendo o conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo onde vivem, considerando-se que os, então alfabetizados cientificamente, compreendessem a necessidade de transformar o mundo em algo melhor.

Santos (2007, p. 479), propõe a distinção entre alfabetização e letramento relatando que, “na tradição escolar a alfabetização científica tem sido considerada na acepção do domínio da linguagem científica, enquanto letramento científico, no sentido do uso da prática social” dessa forma, ao empregar o termo “letramento”, busca-se enfatizar a função social da educação científica, contrapondo-se ao restrito significado de alfabetização escolar.

Todavia, neste estudo será mantido o termo alfabetização científica e tecnológica ponderando com a justificativa de Chassot (2010), quando relata que apesar do termo alfabetização remeter a óptica ocidental da escrita alfabética, o autor, mesmo assim, adota o termo em sua obra, mencionando que letramento não está dicionarizado, sendo que letrado apresenta conotação pernóstica.

O rótulo Alfabetização Científica e Tecnológica, de acordo com Auler e Delizoicov (2001) e Auler (2003), abrange um campo muito amplo de significados englobando expressões como “popularização da Ciência, divulgação científica, entendimento público da ciência e democratização da ciência” (AULER, 2003, p. 2). O autor descreve ainda, que os objetivos que norteiam ACT são muitos e difusos, abarcando desde a participação autêntica da sociedade na procura por soluções para os problemas que envolvem a ciência e tecnologia (CT), até àqueles que se referem à ACT na busca por apoio social aos modelos decisórios de caráter tecnocrático.

Em Demo (2010), a discussão refere-se aos termos educação e alfabetização científica, considerando que estes não são sinônimos, sendo que a alfabetização para o autor aponta para o sentido propedêutico (de iniciação), ao passo que a educação indica o caráter formativo. Porém, ambas são fundamentais em sua visão, ressaltando que precisamos, na escola e na universidade, introduzir os alunos no mundo do conhecimento científico (alfabetização) e aprimorá-lo na esfera formativa da pesquisa em educação.

Assim, a ACT em sua dimensão prática, é considerada como necessária para que as pessoas resolvam suas dificuldades de forma imediata, contribuindo na

superação de problemas concretos. Em outro aspecto, este processo de alfabetização torna o cidadão atento para os problemas sociais decorrentes das intervenções científicas e tecnológicas, de modo a conseguir analisar e se posicionar criticamente diante de tais situações.

Pelo exposto, Auler (2003) enfatiza que a ACT deve propiciar uma leitura crítica do mundo contemporâneo, cuja dinâmica está crescentemente relacionada ao desenvolvimento científico-tecnológico, potencializando para uma ação no sentido de sua transformação. Embora as discussões acerca da ciência e da tecnologia em nível social, sejam determinantes na consolidação dos princípios da democracia, verifica-se, porém, que poucas pessoas possuem essa oportunidade ou são capazes de se manifestar, argumentando e levantando questionamentos.

Contudo, a possibilidade de expressar suas opiniões, garante ao cidadão espaço para fazer valer os seus direitos de bem estar social, em decorrência ao crescente desenvolvimento científico e tecnológico. No entanto, o pouco acesso aos conhecimentos sobre a ciência e a tecnologia, válidos para agregar significados aos conceitos historicamente construídos, subtrai do cidadão a capacidade de discussão para o enfrentamento de possíveis debates.

Com isso, evidencia-se a necessidade de se promover a ACT levando à dimensão pública a abordagem crítica sobre as relações entre a ciência, a tecnologia e suas implicações sociais.

Salienta-se que a popularização da ciência atingiu intensidade somente no início de século XIX, caracterizando-se como fato determinante para a expansão do desenvolvimento tecnológico. Este processo histórico se reconstitui nas interações advindas do contexto social, ou seja, a ciência e a tecnologia avançam com o passar dos tempos, conforme as necessidades e intencionalidades da sociedade. Como afirma Silveira (2007, p. 44):

[...] se considerarmos que a tecnologia moderna está inserida e se produziu num contexto social, político e econômico determinado, então a nossa visão sobre a tecnologia e o seu papel na sociedade deverá ser diferente daquela que prega que a tecnologia é um “mal necessário”, pois, se compreendemos que ela surgiu em certo período histórico, ela não é inerente à condição humana, ou seja, não é tão antiga quanto a técnica.

Tal afirmação possibilita analisar que, o desenvolvimento tecnológico, enquanto processo humano caracterizado pelas interações entre a ciência e a

tecnologia, adquire novas dimensões conforme as necessidades e intencionalidades do mundo sócio-político-econômico. Portanto, nem a ciência e nem a tecnologia podem ser consideradas inerentes ao ser humano e neutras, por isso devem ser controladas. As intencionalidades que as norteiam, sendo estas de ordem social, política, econômica ou militar, são regidas por ideologias que, de alguma forma, tendem a privilegiar uma determinada parcela da população. Nesse enfoque, Chassot (2010, p. 106) alerta que, “parece indiscutível a associação do conhecimento ao poder. Isto é, não podemos passar para nossos alunos e alunas a imagem de uma Ciência neutra”.

Também Auler e Delizoicov (2001) enfatizam que o desenvolvimento científico-tecnológico não pode ser considerado um processo neutro, que mantém as estruturas sociais, assim, nem a ciência e nem a tecnologia são alavancas que buscam a mudança para o melhor do que transformam. Os autores descrevem ainda, que a ideia de que os problemas atuais e os que vierem a surgir serão automaticamente resolvidos com o desenvolvimento cada vez maior da ciência e da tecnologia (CT), ficando a solução para estas áreas, e deixa para segundo plano as relações sociais desse desenvolvimento.

Ainda, segundo os autores citados acima, os conhecimentos necessários para entender os debates públicos relativos às questões de ciência e tecnologia, caracterizam a alfabetização científica tecnológica. Esta visão de alfabetização implica uma reflexão crítica acerca dos valores tecnológicos, questionando a forma como são gerados, como circulam entre os diferentes contextos da sociedade e como o resultado de suas distintas práticas e saberes podem interferir nas relações humanas.

Como alega Demo (2010, p. 54),

É fundamental tomar a educação científica como parte da formação do aluno. Isso não precisa desconhecer a pressão externa em favor dessa idéia e que provém da necessidade inelutável de se preparar melhor para a sociedade intensiva de conhecimento, em geral reduzida a apelos do mercado competitivo globalizado.

Com isso, esse processo de ACT adquire caráter democrático, à medida que as transformações naturais são discutidas no meio social, considerando, principalmente, o campo educacional, demonstrando sua relação com as atividades humanas. Essa possibilidade permite ao cidadão uma análise concisa sobre suas

atividades diárias e sobre seu posicionamento frente aos problemas de ordem global, tornando-o responsável e comprometido com a mudança.

Em relação ao contexto escolar, as análises e questionamentos sobre as transformações naturais, conduzem o aluno a compreender os fenômenos técnicos e científicos que estão presentes em seu meio, promovendo uma leitura reflexiva do mundo tecnológico. Nas palavras de Chassot (2003, p. 91-92):

Entender ciência nos facilita, também, contribuir para controlar e prever as transformações que ocorrem na natureza. Assim, teremos condições de fazer com que essas transformações sejam propostas, para que conduzam a uma melhor qualidade de vida. Isto é, a intenção é colaborar para que essas transformações que envolvem o nosso cotidiano sejam conduzidas para que tenhamos melhores condições de vida.

Dessa forma, entende-se que a alfabetização científica e tecnológica extrapola a possibilidade de pensarmos a ciência como uma linguagem, para entendermos o mundo natural, tornando-se determinante no entendimento do papel de cada ser social em sua transformação.

De modo geral, (DEMO 2010; CHASSOT 2010), a alfabetização científica e tecnológica é defendida como um processo necessário na formação de cidadãos. E ainda, admite-se que ela seja fundamental para se conseguir a libertação da alienação gerada pela atração da população aos artefatos tecnológicos, o que resulta na perda da identidade e no esvaziamento da cultura popular, submetendo os sujeitos a acreditar em fragmentos de informações.

Estima-se que por meio da educação escolar seja possível estabelecer contatos com o conhecimento científico e, em contrapartida, espera-se que se promova a alfabetização científica.

Nesse contexto Demo (2010) alerta para a necessidade da educação científica recuperar com urgência o atraso no âmbito das ciências, citando como exemplos, a falta de professores licenciados em matemática e ciências, licenciaturas ineptas e obsoletas, distanciamento da pedagogia em relação às áreas exatas e o desconhecimento com os artefatos virtuais. O autor argumenta ainda que, o foco da educação científica consiste em reconstruir a proposta da educação básica, a fim de implantar processos de aprendizagem que sejam efetivos, realçando os desafios da preparação científica para a vida e para o mercado. Isso implica em saber lidar com

a impregnação científica da sociedade para melhorar as oportunidades de desenvolvimento.

Ademais, a alfabetização científica impõe à educação outro grande desafio frente ao enfoque CTS, que é o de superar o que em uma linguagem sociológica se denomina de defasagem cultural, ou seja, que a educação, em seu caráter escolar, não tem acompanhado a velocidade do desenvolvimento científico tecnológico e, em contrapartida, mascara seus impactos histórico-sociais.

Para uma verdadeira aprendizagem científica, Astolfi e Develay (1991) definem que no mínimo, devem ocorrer tanto pelas transformações conceituais que produz no indivíduo, quanto pelo produto de saber que lhe é dispensado, assim não apenas o aluno é o único responsável pelo aprender, também o professor, em sua didática de trabalho, torna-se determinante na efetivação do processo.

Nessa perspectiva, a alfabetização científica se apresenta como uma possibilidade do aluno em constituir a apropriação de uma cultura científica e do uso dos seus códigos para explicar os fatos e fenômenos que o cercam, relacionando as manifestações do Universo com o conhecimento adquirido em sala de aula.

Entendendo que o conhecimento científico, a pesquisa, as invenções e as inovações que resultam em bens e serviços novos ou aperfeiçoados constituem o ambiente tecnológico, que deve ser alvo da análise sobre a interferência da química no ambiente, admite-se então, que o processo de alfabetização científica corresponde em ter o conhecimento necessário para entender os debates públicos sobre questões de ciência e tecnologia necessárias para que, em suas particularidades cotidianas, as pessoas construam sua cidadania.

Dessa forma, Krasilchik e Marandino (2007, p. 40) afirmam que,

[...] a compreensão da ciência hoje é – mais do que sempre – essencial para interpretar o mundo e melhorar a qualidade de vida, o ensino e a divulgação das disciplinas científicas não podem deixar de considerar a perspectiva cultural da ciência.

Entretanto, é por meio da educação escolar que se estabelece os primeiros contatos com o conhecimento científico e, em contrapartida, quando se promove a alfabetização científica. Por exemplo: discutir e analisar formas de reaproveitar os resíduos produzidos dentro da escola, a fim de diminuir o acúmulo de materiais e demonstrar como é possível assumir atitudes simples, porém sustentáveis, para com

o meio em que vivemos. Nesse sentido, o estudo dos conceitos químicos torna-se determinante na compreensão dos fenômenos e transformações do mundo envolvendo a ciência.

A expressão 'alfabetização científica e tecnológica' está sendo usada para denominar um objetivo educativo fundamental em diversas análises e informes políticos. Quase todos os autores que trabalham esses assuntos estão de acordo em que deveriam existir níveis mínimos de aprendizagem sobre ciência e tecnologia para todos os estudantes, em que o estudo da ciência deveria estar conectado ao de tecnologia e suas consequências. (BAZZO, 2010, p. 107)

Dessa forma, o processo educativo extrapola o mero repasse de conteúdos, possibilitando modificações, na maneira de pensar, mediante um trabalho processual, em que os alunos possam ir além da ação, incorporando formas mais responsáveis de se relacionar com o ambiente.

Como afirmam Santos e Schnetzler (2003, p. 98), "se a química está presente na vida do cidadão, poderemos ensiná-lo a participar da sociedade ativamente, por meio do conhecimento dos seus problemas sociais relacionados a ela". A participação ativa do cidadão ocorre na medida em que este elabora julgamentos críticos, amparados nas bases da lei sobre os fatos químicos e sociais, relacionados aos aspectos políticos do debate público.

No bojo dessas concepções, este estudo buscou respaldo no enfoque CTS para o desenvolvimento de atividades de ensino, visando à alfabetização científica e tecnológica por meio dos conceitos químicos sobre Soluções. Considerando que dessa forma, seja possível a contextualização dos conteúdos no enfoque CTS dos temas, caracterizando a função social da química, demonstrando que suas implicações e aplicações fazem parte da vida diária dos alunos. Isso significa que o aluno seria capaz de compreender os efeitos da ciência na sociedade, bem como, a influência da sociedade no desenvolvimento científico, os efeitos da tecnologia na sociedade e a dependência da tecnologia do contexto sociocultural, a importância da ciência no desenvolvimento tecnológico e a interferência da tecnologia em novas descobertas científicas, de acordo com Santos e Schnetzler (2003).

Então, propor uma educação em química que seja crítica, significa trazer ao contexto da sala de aula, um ensino com a perspectiva de levar os discentes a refletirem sobre os modelos e valores de desenvolvimento científico e tecnológico

que surgem na sociedade. Com isso, será possível desmistificar a tecnologia como conhecimento superior, que restringe suas decisões aos tecnocratas.

É necessário que os alunos percebam que tanto o conhecimento científico, como a prática educativa, são construções sociais da realidade, que respondem a interesses políticos e econômicos, reportados a um espaço e a um tempo e que, portanto, estão sujeitos à mudança.

Sendo assim, concebe-se como pertinente a reflexão conceitual sobre a situação do ensino de Química no contexto escolar, com a finalidade de se estabelecer uma sondagem inicial dos aspectos falhos, no processo de ensino e aprendizagem, que interferem na promoção da alfabetização científica, com enfoque sobre as relações entre a ciência, a tecnologia, e a sociedade e a química.

A Química está intimamente relacionada com as transformações ambientais, uma vez que muitos dos problemas que afligem o planeta, correspondem a essa área da ciência. Muitas críticas sobre os impactos ambientais condenam a Química e as demais ciências como responsáveis por resolver plenamente todos os problemas ocasionados pela sociedade do consumo. No entanto, a presença da Química no suprimento de demanda de novos produtos é cada vez maior, englobando pesquisas direcionadas para a oferta de medicamentos, alimentos e combustíveis.

Na garantia da sustentabilidade¹, a ciência Química acompanha o processo de globalização econômica, na possibilidade de encontrar meios de assegurar condições satisfatórias de vida, para as futuras gerações.

Compreende-se que o estudo da Química seja de fundamental importância na promoção do desenvolvimento sustentável e da capacidade do aluno em abordar questões ambientais, incorporando conceitos com significado para seu aprendizado. Portanto confere-se à escola, em específico, à dinâmica da sala de aula, possibilitar ao aluno, o aprimoramento da consciência ambiental e ética, de valores e atitudes, de técnicas e de comportamento que, ao menos em loco, estejam em consonância com o desenvolvimento sustentável, favorecendo a participação pública efetiva nas tomadas de decisão.

¹ Silva (2006) conceitua o desenvolvimento sustentável: como um processo de transformação que ocorre de forma harmoniosa nas dimensões espacial, social, ambiental, cultural e econômica a partir do individual para o global. Essas dimensões são inter-relacionadas por meio de instituições que estabelecem as regras de interações e, também, influenciam no comportamento da sociedade local. É com essa visão que se aborda nesse estudo.

Tais inquietações, sobre a interferência direta da Química na conservação do planeta, são apontadas pelos alunos em sala de aula. O que requer do professor, capacidade para abordar os temas, relacionando-os com o conteúdo disciplinar a situações de discussões e análises para que, no conjunto, sejam propostas ações locais que demonstrem a responsabilidade de cada cidadão na manutenção do meio.

As palavras de Chassot (2010, p. 65) expressam com particularidade a finalidade do processo de alfabetização científica, por meio do ensino de ciências.

vale a pena conhecer mesmo um pouco de Ciências para entender algo do mundo que nos cerca e assim termos facilitadas algumas vivências. Estas vivências não têm a transitoriedade de algumas semanas. Vivemos neste mundo um tempo maior, por isso é recomendável o investimento numa alfabetização científica.

Nesse contexto, entende-se que relacionar o processo de ensino e aprendizagem às perspectivas CTS, no estudo da Química no Ensino Médio, torna-se uma possibilidade de reverter “a assepsia, o dogmatismo, o abstracionismo, a a-historicidade e a avaliação como instrumento de poder para podermos construir uma educação que busque cada vez mais a construção de uma cidadania crítica” (CHASSOT, 2010, p. 102).

Para tanto, existem diferentes estratégias relacionadas ao ensino de Química que podem ser utilizadas em sala de aula, para se possibilitar aos alunos a alfabetização científica e tecnológica. No entanto, neste estudo os conceitos químicos sobre Soluções serão trabalhados no enfoque CTS, buscando desenvolver uma proposta de ensino que auxilie o professor a promover em sala, atividades que estimulem a atitude crítica, participativa e reflexiva dos alunos, visando a ACT.

1.4 O Enfoque CTS no Ensino de Química

No âmbito da sociedade moderna, as aplicações científicas e tecnológicas são determinantes na oferta de novas possibilidades de desenvolvimento, mas também, são capazes de gerar muitos problemas sociais e ambientais que afetam diretamente o ser humano. Compreender as interações entre a ciência e a

tecnologia e suas implicações sociais, bem como, sua relação com os conceitos trabalhados nas aulas de Química, tornam-se determinantes para o processo de alfabetização científica e tecnológica, configurando os próximos tópicos de discussão:

- O Movimento CTS e sua Dimensão no Campo da Educação;
- O Enfoque CTS no Ensino da Química.

1.4.1 O Movimento CTS e sua Dimensão no Campo da Educação

O movimento CTS, emerge com a insatisfação dos países capitalistas centrais, no século XX, com o rumo do desenvolvimento científico, tecnológico e econômico que não tinha seu foco centrado no desenvolvimento do bem-estar social (AULER; BAZZO, 2001).

Em decorrência do impacto da ciência e da tecnologia na sociedade moderna, surge no início da década de setenta, o movimento mundial de ensino CTS, em resposta à sucessão de desastres vinculados ao desenvolvimento científico-tecnológico com consequências sociais e ambientais, contribuindo para firmar a necessidade de rever a concepção de ciência e tecnologia e de sua relação com o social (CEREZO, 1998).

Auler e Bazzo (2001) reforçam que os danos resultantes do avanço científico e tecnológico, nas décadas de 1960 e 1970, como a participação em guerras, em desastres ambientais e as publicações das obras de Thomas Kuhn, *A estrutura das revoluções científicas* e de Rachel Carsons, *Silent spring*, fomentaram as discussões críticas sobre as interações entre ciência, tecnologia e sociedade que, dessa forma, passaram a ser objeto de debate político.

O movimento CTS, com base em correntes de pesquisa empírica, na filosofia e sociologia, manifesta-se como resposta crítica às concepções clássicas, essencialistas e triunfalistas, no que diz respeito aos conceitos tradicionais da ciência, como responsável por produzir e acumular o conhecimento objetivo em relação ao mundo, e da tecnologia, associada à mera construção dos artefatos tecnológicos, sem consequências sociais e ambientais.

Nas palavras de Garcia *et al.* (1996, p. 66):

Os estudos CTS constituem a resposta por parte da comunidade acadêmica à crescente insatisfação com a concepção tradicional da ciência e tecnologia, aos problemas políticos e econômicos relacionados com o desenvolvimento científico-tecnológico, e aos movimentos sociais de protesto que surgiram nos anos sessenta e setenta.

Cerezo (1998) alega ainda que, os estudos CTS, apresentam a ciência e a tecnologia não como um processo ou atividade autônoma, que segue uma lógica interna de desenvolvimento em seu funcionamento, mas como um processo ou produto inerentemente social, em que os elementos não técnicos desempenham um papel decisivo em sua gênese e consolidação.

Durante a história do movimento CTS, Garcia *et al.* (1996) identificam cronologicamente três períodos que consolidam as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. O período inicial, pós-guerra, demonstra o otimismo pelo progresso atribuído à ciência e à tecnologia. Entre os anos de 1950 e 1968, são divulgados os primeiros desastres produzidos por uma tecnologia fora do controle, e surgem movimentos sociais e políticos, de revolta contra a guerra do Vietnã e ao primeiro acidente nuclear grave, caracterizando o segundo período, denominado de alerta. O terceiro período, de reação, surge a partir de 1969, como resposta social aos problemas decorrentes do progresso científico-tecnológico.

Nessa perspectiva, por meio dos campos de estudo CTS, é possível distinguir duas tradições, considerando seus interesses e pontos de partida, a tradição europeia e a tradição norte-americana. Garcia *et al.* (1996) consideram que ambas as tradições coincidem ao ressaltar a dimensão social da ciência e da tecnologia, opondo a visão anacrônica sobre a natureza da ciência como forma autônoma de conhecimento e da tecnologia como ciência aplicada, contribuindo para desmistificar suas imagens tradicionais.

De acordo com Cerezo (1998), a tradição europeia se origina no “programa forte” da sociologia do conhecimento científico, na década de 70, na Universidade de Edimburgo, por autores como Barry Barnes, David Bloor e Steve Shapin. Enfatiza a dimensão social antecedente ao desenvolvimento científico-tecnológico com foco nas ciências sociais, sendo uma tradição de investigação acadêmica, mais que educativa ou de divulgação.

Dessa forma, Pinheiro (2005) acrescenta que o enfoque do referido programa volta-se para a visão macrossocial, buscando um contexto mais amplo, de

maneira a explicitar de que forma a diversidade dos fatores sociais (políticos, econômicos, culturais, religiosos, etc) influenciam no contexto científico-tecnológico.

A tradição norte-americana, *Science, Technology and Society*, enfatiza as consequências sociais e ambientais dos produtos tecnológicos e sua influência em nossas formas de vida e instituições. Inserida nos movimentos de protesto social durante os anos 60 e 70, apresenta-se ativista com o marco da pesquisa nas ciências humanas, estabelecendo-se por meio do ensino e da reflexão crítica.

O movimento pragmático norte-americano contou com vários autores entre eles Paul Durbin, Ivan Illich, Carl Mitcham, Kristin Shrader-Frechette ou Langdon Winner. Assim, Silveira (2007) descreve que os pontos fortes dessa tradição estão nas questões sociais, políticas e na ênfase dada à prática, mediante a renovação da educação, a avaliação de tecnologias e da política científico-tecnológica.

A seguir no Quadro 2 apresentam-se as principais diferenças entre as duas tradições.

TRADIÇÃO EUROPEIA	TRADIÇÃO AMERICANA
Institucionalização acadêmica na Europa (em suas origens)	Institucionalização administrativa e acadêmica nos Estados Unidos (em suas origens)
Ênfase nos fatores sociais antecedentes	Ênfase nas consequências sociais
Atenção à ciência e, secundariamente, à tecnologia	Atenção na tecnologia e, secundariamente, na ciência
Caráter teórico e descritivo	Caráter prático e valorativo
Marco explicativo: ciências sociais (sociologia, psicologia, antropologia, etc.)	Marco evolutivo: ética, teoria da educação, etc.

Quadro 2 – Diferenças entre as duas tradições da abordagem CTS.

Fonte: Garcia *et al.* (1996, p. 69)

Em relação à dimensão social das duas tradições, Garcia *et al.* (1996) considera que a vertente europeia entende que os fatores sociais condicionantes contribuem na gênese e consolidação dos complexos científico-tecnológicos, sendo que a norte-americana, relaciona a forma com que os produtos da ciência e tecnologia incidem em nossas formas de vida e organização social.

Considera-se que desde os anos 70, a concepção acadêmica de ciência e tecnologia vem sofrendo mudanças e encontra-se em intenso processo de discussão. Cerezo (1998) considera que, atualmente, os estudos CTS constituem uma diversidade de programas de colaboração multidisciplinar que enfatizam a dimensão social da ciência e da tecnologia. Tais programas convergem na rejeição

da imagem da ciência como uma atividade pura, estabelecendo críticas à concepção da tecnologia como ciência aplicada e neutra, e condenando a tecnocracia.

No campo educacional, os estudos CTS são incorporados ao ensino das ciências e das humanidades por meio de três modalidades. A primeira trata-se de complemento curricular, introduzindo o CTS como matéria pura que, de acordo com Cerezo (1998), tem como objetivos gerais transmitir a estudantes de diversas especialidades, uma consciência crítica e informada sobre a ciência e a tecnologia.

Outra modalidade refere-se à ciência e tecnologia por meio de CTS que, nesse caso, segundo Silveira (2007, p. 96), “a ciência e a tecnologia são ensinadas através de CTS, com orientação CTS, o que significa estruturar os conteúdos científicos segundo as coordenadas CTS. Esta estruturação pode ser realizada por meio de disciplinas isoladas ou mediante cursos científicos pluridisciplinares”.

O enxerto CTS constitui a terceira modalidade, que consiste em introduzir temas CTS nas disciplinas de ciências, possibilitando discussões e questionamentos do que seja ciência e tecnologia e as suas relações com a sociedade.

Portanto, considera-se que as modalidades de estudo CTS conduzem os estudantes à avaliação sobre os impactos que, fatalmente, a ciência e a tecnologia trazem à sociedade, evidenciando também as consequências irreversíveis de sua utilização. Com isso, espera-se prepará-los melhor para discutir sobre as relações sociais da ciência e da tecnologia, em condições de participar das tomadas de decisões e emitir juízo de valor que ultrapassem os limites do senso comum.

A Química, enquanto conhecimento construído historicamente, é uma ciência, que deve possibilitar aos homens, melhores condições de vida no mundo, mas, para isso, seu ensino implica em promover reflexões CTS, de forma a contribuir para o aprendizado dos alunos. Dessa forma, a análise sobre o ensino CTS e suas relações com a Química são o foco do próximo tópico.

1.4.2 O Enfoque CTS no Ensino da Química

Conhecer, ter noções básicas de Química, saber algumas de suas aplicações, auxilia o cidadão a se posicionar em relação a inúmeros problemas cotidianos, os quais são cada vez mais discutidos no meio social porque diretamente

afetam em nosso modo de viver. Além disso, aprender acerca dos diferentes materiais, suas ocorrências, seus processos de obtenção e suas aplicabilidades, permite traçar paralelos com o desenvolvimento social, cultural e econômico do país e do mundo do qual fazemos parte e pelo qual somos responsáveis.

Porém, esta Química que nos é tão necessária e atuante em nossas vidas, passou ou ainda passa por certas dificuldades. Pode-se citar como sendo uma dessas dificuldades, o fato da exagerada ênfase à memorização de fatos, símbolos, fórmulas, equações, teorias e modelos, que contribuíram para desgastar o estudo desta ciência e colaborar para a massificação dos conteúdos, sem relacioná-los à vida do educando. O aluno, dessa forma, não consegue estabelecer conexões entre o que estudou em sala de aula, a natureza e o reflexo de suas ações cotidianas, na transformação do meio em que vive.

Ainda considerando o contexto escolar do ensino de Química, por muito tempo o livro didático se apresentou, praticamente, como o único recurso utilizado na elaboração dos conceitos da disciplina. A estrutura formativa da escola básica completou o quadro de decadência do estudo da ciência, que em seu processo educativo não contou com os recursos materiais e humanos necessários e indispensáveis ao seu êxito. Tem-se, dessa forma, um Ensino de Química desarticulado, fora da realidade, sem propostas metodológicas claras, e esta é uma realidade dominante, principalmente, nas escolas da rede pública de educação.

Mortimer (1997) esclarece que o ensino lida com o conhecimento que já esteve na fronteira, foi validado pela comunidade científica e incorporado na cultura escolar, pela transposição didática. Muito do que foi transposto pode já ter sido superado, mas mantém-se nos currículos como parte de uma química escolar.

Nesse entendimento, Moreira e Silva (2005, p. 32), alegam que:

Apesar de todas as transformações importantes ocorridas na natureza e na extensão da produção do conhecimento, o currículo continua fundamentalmente centrado em disciplinas tradicionais. Essa disciplinaridade constitui, talvez, o núcleo que primeiro deva ser atacado em uma estratégia de desconstrução da organização curricular existente.

Um dos resultados desse ensino desarticulado em sua estrutura curricular foi a redução da carga horária da matéria de Química, fato considerado pertinente já que seu estudo é tido como de difícil compreensão pelos alunos, contribuindo para os índices de retenção escolar.

De modo geral, os conteúdos escolares se apresentam pouco significativos para os alunos, desvinculados do contexto em que vivem, são repassados de forma linear e isolada em cada disciplina curricular, caracterizando um emaranhado de informações necessárias, temporariamente. Nesse sentido:

É fácil verificar que, em nossas escolas, a maior parte dos alunos assimila muito pouco das informações que recebem, o que, em suas mentes, acaba por se constituir em uma mistura de conhecimentos absolutamente fragmentados e, em muitos casos, meramente operatórios. Contudo, informação não é conhecimento. (MENEZES; BATISTA, 2003, p. 47-48)

Assim, o que se encontra no contexto escolar, são conhecimentos historicamente construídos, repassados aos alunos por disciplinas setorizadas em diferentes áreas de ensino e de conhecimento. Na prática docente, também fragmentada, a transmissão linear dos conceitos científicos centrada apenas no professor, ocasiona um crescente distanciamento em relação aos problemas teóricos e os do contexto real. Dessa forma, ao focalizar apenas aspectos isolados da realidade, fica difícil para o aluno compreendê-la em sua totalidade. Em contrapartida, o aluno muitas vezes, não se encontra preparado para enfrentar os problemas diários com responsabilidade e consciência. Consequência de um ensino que pouco contribui para a formação cidadã.

Ao se ensinar as disciplinas escolares como estanques, torna-se difícil estimular o aluno, a pensar e exprimir-se criticamente, sobre os problemas encontrados na vida cotidiana, o que leva a crer que o conhecimento elaborado é acessível apenas aos especialistas, o que lhes garante o domínio, quase que exclusivo, em certa área do saber.

No entanto, um processo educativo democrático, que prepare o aluno para atuar como cidadão, precisa promover discussões sobre as questões pertinentes aos impactos da ciência e da tecnologia, na sociedade, para que este saiba utilizar os produtos tecnológicos, posicionando-se frente às suas implicações.

Admite-se, porém, que a Química desempenha importante papel no suprimento de demanda de novos produtos, estando presente nas inovadoras áreas de estudo sobre a biotecnologia, indústria de alimentos, cosméticos e medicamentos, química fina, entre outras (LEAL, 2009). Isso faz com que a Química, seja considerada como ciência chave para as grandes preocupações, das quais depende o futuro da humanidade, as quais se relacionam à energia, aos recursos

naturais, à poluição, à saúde ou mesmo, à população. Suas aplicabilidades científicas interferem diretamente no desenvolvimento tecnológico e no comportamento humano. Nesse sentido, a Química, enquanto disciplina de ensino, precisa promover em sala, a contextualização e discussão dos conceitos, num enfoque científico e tecnológico, em suas relações sociocientíficas, ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais e culturais.

Chassot (2010) ao se referir à alfabetização científica, imediatamente remete-se aos currículos de Ciências, sendo que, em diferentes países já se tem buscado a abordagem indisciplinar, em que a Ciência é estudada de forma inter-relacionada com a tecnologia e a sociedade, denominando os currículos de CTS.

Neste estudo, o ensino de Química com enfoque CTS, implica em relacionar os conteúdos da ciência no contexto da sua base tecnológica e social. A introdução de CTS nos conteúdos disciplinares de Química tem o intuito de possibilitar aos alunos, estarem mais preparados para tomar decisões, reconhecendo a importância de atuarem como cidadãos na sociedade, percebendo-se capazes de provocar mudanças que visem a melhoria da qualidade de vida de toda a sociedade.

Sobre as relações entre a ciência e a tecnologia no contexto social, Chalmers (1993, p. 211) relata que “os indivíduos em sociedade são confrontados por uma situação social com certas características, estejam ou não cientes disso, e têm à sua disposição uma variedade de maneiras de mudar a situação, quer gostem ou não”. Porém, a mudança só acontecerá se os indivíduos conhecerem o que precisa ser alterado na situação, para estimarem as possíveis consequências da almejada mudança.

Isso requer consciência cidadã, que possibilita aos indivíduos participarem efetivamente, exigindo que se posicionem frente aos problemas sociais. Dessa forma, Santos e Schnetzler (2003) evidenciam que o cidadão precisa dispor de informações que orientem suas análises e reflexões críticas sobre o problema, servindo de mecanismo para respaldá-lo frente a uma discussão.

Chassot (2010, p. 140) complementa que “a cidadania que queremos é aquela que passa a ser exercida mediante posturas críticas na busca de modificações do ambiente natural – e que estas sejam, evidentemente para melhor”.

Diante de tal afirmativa, entende-se que as formas como as informações são repassadas aos indivíduos são insuficientes para que ele detenha subsídios

necessários para defender seus direitos. Determinando que a mudança inicial seja pela abordagem dos conceitos científicos nas aulas.

Uma alternativa de mudança que poderia ser direcionada de um ensino que busque cada vez mais propiciar que os conteúdos que se emprega para fazê-lo sejam um instrumento de leitura da realidade e facilitadora da aquisição de uma visão crítica da mesma e, assim, possa contribuir – como já foi acentuado – para modificá-la para melhor, em que esteja presente uma continuada preocupação com a formação de cidadãs e de cidadãos. (CHASSOT, 2010, p. 109)

Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009) destacam que, normalmente, tem-se uma preocupação com a sequência e não com a relevância do conteúdo. Considerando-se que:

A relevância está previamente estabelecida pelo próprio conteúdo que se ensina. A presença da ciência e da tecnologia no mundo contemporâneo, por si só, justifica a necessidade de seu ensino, ainda que os conteúdos escolares não tratem de seu papel atual (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009, p. 124).

Isso denota a necessidade de uma reflexão mais concisa sobre o enfoque CTS no ensino de Química, de forma a ampliar o foco de estudo dos conceitos da disciplina, situando a ciência e a tecnologia no âmbito social em que se desenvolvem, evidenciando os interesses, valores e impactos de maneira crítica e interligada às modificações históricas.

Assim, torna-se possível estabelecer conexões entre os conceitos químicos e de outras áreas do conhecimento, englobando saberes que até então, foram repassados de forma isolada, em uma sequência de conteúdos determinada pela ementa curricular. O ensino no enfoque CTS adquire um caráter interdisciplinar, sendo que a construção cognitiva do novo, ocorre por meio de intersecções com diferentes perspectivas de análise sobre as interferências da ciência e da tecnologia na vida em sociedade.

Em nível de prática pedagógica, isso significa romper com a concepção tradicional que predomina na escola e promover uma nova forma de entender a produção do saber. É desmitificar o espírito da neutralidade da ciência e da tecnologia e encarar a responsabilidade política das mesmas. Isso supera a mera repetição do ensino das leis que regem o fenômeno e possibilita refletir sobre o uso político e social que se faz desse saber. Os alunos recebem subsídios para questionar, desenvolver a imaginação e a fantasia, abandonando o estado de subserviência diante do professor e do

conhecimento apresentado em sala de aula. (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007, p. 79).

No entanto, para relacionar as questões entre ciência-tecnologia-sociedade no ensino de Química, evidencia-se a necessidade de uma renovação crítica tanto dos conteúdos, como do processo de ensino e aprendizagem. Isso se torna um desafio que o professor precisa assumir, pois para estimular a atitude crítica, participativa e reflexiva, dos alunos, não se pode reproduzir em aula a postura tecnocrática e de autoridade que rege a atual conjuntura social.

Nessa perspectiva, Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007), afirmam que:

Com o enfoque CTS, o trabalho em sala de aula passa a ter outra conotação. A pedagogia não é mais um instrumento de controle do professor sobre o aluno. Professores e alunos passam a descobrir, a pesquisar juntos, a construir e/ou produzir o conhecimento científico, que deixa de ser considerado algo sagrado e inviolável. Ao contrário, está sujeito a críticas e a reformulações, como mostra a própria história de sua produção. Dessa forma, aluno e professor reconstruem a estrutura do conhecimento. (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007, p. 82).

A participação dos alunos, na construção do conhecimento científico leva-os ao interesse pela ciência, facilitando o aprendizado, de modo que estejam aptos a participarem de debates sociais, explicando a utilidade e a problemática das transformações globais atreladas à química.

O enfoque CTS no ensino de Química propõe a inovação das atividades em sala para que possibilitem redimensionar os conteúdos, incluindo questões tecnológicas e sociais, além dos conceitos científicos característicos da disciplina. Com isso, objetiva-se uma aprendizagem ampla, aliada à construção de uma postura cidadã que possibilite ao aluno compreender a natureza da ciência e do seu papel na sociedade.

De acordo com Auler e Bazzo (2001), o enfoque CTS abarca desde a ideia de contemplar interações entre ciência-tecnologia-sociedade, apenas como fator de motivação no ensino de ciências, até aquelas que postulam como fator essencial desse enfoque, a compreensão dessas interações, levadas ao extremo por alguns projetos, faz com que o conhecimento científico desempenhe um papel secundário.

Em uma análise conceitual, define-se que a tecnologia, assim como a ciência, resulta da atividade social orientada por incentivos e recompensas. Por nascer em certo momento histórico, a tecnologia não pode ser considerada como

inerente ao ser humano. É um processo que alia ciência e técnica, no desenvolvimento de produtos tecnológicos. Assim, uma determinada tecnologia pode gerar múltiplos resultados, surgindo situações novas que, inicialmente, não foram previstas. Portanto não pode ser considerada também, como neutra, pois dentre outros aspectos consideráveis, o fato de que existem pessoas que decidem sobre sua aplicabilidade, interfere na intencionalidade de suas atividades.

Os avanços tecnológicos, como afirmam Auler e Delizoicov (2001), não operam por si mesmos, já que as mudanças acontecem porque favorecem grupos, sendo que outros grupos oferecem resistências. Dessa maneira, influem no desenvolvimento tecnológico: condições econômicas, políticas e sociais entre organizações estatais e privadas. Neste sentido, os autores consideram que o endosso ao determinismo tecnológico consiste numa forma sutil de negar as potencialidades e a relevância da ação humana.

Santos e Schnetzler (2003) argumentam que o aluno compreenderá as pressões das inovações tecnológicas na sociedade, caracterizando a tecnologia como um processo de produção social e reconhecendo a dependência da sociedade para com os produtos tecnológicos gerados.

Em relação ao ensino, para Santos e Schnetzler (2003), o enfoque CTS está vinculado à educação científica do cidadão. Destacam que esse ensino não atende, exclusivamente, aos interesses de uma educação científica, estando vinculado aos direitos do cidadão e à sua participação na sociedade democrática.

Ao se agregar os conceitos científicos às atividades relacionadas às transformações da natureza, o ensino adquire caráter desafiador, sendo que para participar com êxito das atividades, o aluno terá que se apropriar dos assuntos da disciplina, relacionando-os com os fenômenos naturais, o que possibilita efetiva e significativamente a consolidação do conhecimento, em relação à Química, tendo como resultado futuro, o desenvolvimento de cidadãos críticos, capazes de analisar e refletir sobre suas ações dentro de perspectivas futuras.

Pelo exposto, considera-se compreender a linguagem química pode contribuir no aprendizado e entendimento dos seus conceitos. Com isso, presume-se que grande parte dos problemas de aprendizagem ocorre pela dificuldade de aprendizagem da linguagem da química (linguagem científica), a qual é necessária para o estabelecimento das relações entre os entes químicos do mundo microscópico e do macroscópico. O próximo tópico objetiva justificar a necessidade

da abordagem do ensino de química em sala, estar voltada para a constante construção e reconstrução de significados químicos, em uma linguagem que aproxime os conceitos científicos aos fatos cotidianos dos alunos.

1.5 A Linguagem Científica

O discurso científico apresenta características próprias, sendo diferente do discurso cotidiano, possuindo a finalidade de explicar e comunicar, dentro de determinados parâmetros, os fenômenos e transformações que acontecem no mundo estudado pela ciência para o contexto social (ZAMBONI, 2001). Assim a Química utiliza-se de uma linguagem específica na apresentação de seus conceitos, sua compreensão pelos alunos torna-se determinante no processo de ensino e aprendizado e para a promoção da alfabetização científica e tecnológica, como será discutido a seguir por meio dos temas:

- A Linguagem e a Divulgação Científica no Ensino de Química;
- Estratégias Didáticas utilizadas no Ensino de Química no Enfoque CTS.

1.5.1 A Linguagem e a Divulgação Científica no Ensino de Química

Na dinâmica da sala de aula, a linguagem se configura como um importante instrumento de comunicação, determinante na elaboração de significados. Mortimer (2000) enfatiza que mesmo as relações interpessoais desprovidas de ferramentas culturais mais visíveis, como texto didático e experimentos, não se estabelecem sem a mediação da linguagem. Na sequência, será abordado como esta ferramenta utilizada pelo professor, é determinante na apropriação do conhecimento e, ainda que não se admita, no controle do processo de ensino e aprendizagem e de seus resultados.

O conceito de ciência configura o estudo do conjunto de atividades realizadas pelo ser humano, que visam observar, experimentar, explicar e relacionar os fenômenos da natureza, criando leis, teorias e modelos cada vez mais gerais,

que permitam prever e controlar os fenômenos futuros. Por meio de vários estudos e análises, as ciências são aprimoradas e, muitas vezes, concebidas como verídicas, perante a comunidade global.

Cada ciência, em sua particularidade, cria padrões próprios de linguagem que auxiliam a descrição das atividades de estudo. A explicação dada pela ciência por meio de seus próprios signos dificulta, de certa maneira, a compreensão de seus conceitos.

Bakhtin (2000) discute que o problema de saber se a ciência pode tratar de uma individualidade tão absolutamente irreproduzível como o enunciado, que estaria fora do âmbito em que opera o conhecimento científico propenso à generalização. O autor relata ainda que, “em primeiro lugar, qualquer ciência, em seu ponto de partida, lida com singularidades irreproduzíveis e em toda a sua trajetória, permanece legada a elas” e “em segundo lugar, a ciência pode e deve estudar a forma específica e a função dessa individualidade” (BAKHTIN, 2000, p. 335). Contudo, entre a análise da língua a análise do sentido, configuram-se campos de estudos que pertencem à ciência.

Roque e Silva (2008) alertam que muitos dos conceitos da ciência são estudados de maneira imperceptível, relacionando o comportamento de minúsculas partículas que fazem parte do microcosmo, sendo que em nível macroscópico, também é evidente a dificuldade de compreensão dos alunos, nos processos e propriedades das substâncias. Isso porque a Química possui uma linguagem própria, conceituada por meio de modelos, representados em fórmulas estruturais, equações, gráficos e figuras que relacionam como as transformações do mundo são compreendidas pelo químico.

Evidencia-se, então, que a linguagem química deve constituir uma das formas para se possibilitar a significação dos fenômenos naturais e/ou artificiais, pelos alunos, com base no conhecimento científico. Os novos significados, por sua vez, precisam ser explorados e negociados pelo professor no processo de ensino-aprendizagem para transformarem-se, mais tarde, em conceitos químicos mais estáveis e próximos à realidade da Ciência. Contudo, este processo não é simples, sendo que os alunos trazem suas próprias concepções de senso comum sobre as modificações do mundo e que, num primeiro momento, apresentam-se com denotação distinta aos conceitos científicos articulados pelo professor.

Mortimer (2000) descreve que a evolução conceitual dos alunos não implica na rejeição das concepções de senso comum, mas na possibilidade de pensar o mundo por meio de diferentes concepções (espontâneas, científicas), cada uma mantendo um vínculo a contextos específicos. Com isso, o aluno terá condições de analisar e interpretar as informações de cunho científico-tecnológico, às quais se depara diariamente, na enxurrada de informações veiculadas nos diversos meios de comunicação.

Considera-se, ainda, que cada ciência estabelece seus próprios conceitos, de modo que sejam universais, porém, sem compreensão ambígua. A linguagem Química é única, com sistema específico de notação, sendo oportuna para análises e reflexões. Porém, Mortimer (1997) destaca que ao se colocar lado a lado, num mesmo perfil, as concepções cotidianas e os conceitos químicos clássicos e modernos, torna-se possível criar paralelos de referência que permitem traçar a linha evolutiva dos conceitos e identificar os obstáculos à construção de ideias mais avançadas, pelos alunos.

Assim, Machado (2000) em seus estudos sobre a linguagem da Química e ensino, retrata que a linguagem científica é composta pelas linguagens matemática e natural, sempre mista, dupla, nem simplesmente natural, nem totalmente formalizada. Desta forma, se a linguagem matemática assume função cognitiva, a natural possui a função comunicativa da ciência.

Roque e Silva (2008), sobre a linguagem química no ensino da química orgânica, descrevem que a linguagem química é constituída por modelos representados por meio de fórmulas estruturais, equações, gráficos e figuras, as coisas do mundo, como compreendidas pelo químico.

Entende-se que no dinâmico processo de aprender a linguagem química, novos conceitos vão sendo simultaneamente elaborados e aqueles já aprendidos têm a possibilidade de serem ressignificados (MACHADO 2000). Com isso, no movimento de significação das representações, nova forma de pensar a química também vai se constituindo e as relações entre mundo, linguagem e pensamento estruturam uma questão epistemológica básica na construção do conhecimento nas aulas dessa ciência.

Portanto, entender a linguagem química não é importante apenas, porque vai registrar o fenômeno de uma forma, mais concisa e simplificada, mas que ao registrar o fenômeno desta forma vai configurar os limites e as possibilidades de um

lugar específico de observação deste fenômeno, e isso é fundamental para estudar e aprender sobre a ciência presente no dia a dia.

Os significados da linguagem química são determinantes na formação científica que, por sua vez, é necessária na compreensão dos modelos científicos historicamente elaborados. Desta forma, a aquisição da linguagem química demonstra ser fundamental para se estabelecer formas de ensino e aprendizagem que realmente auxiliem os alunos a se posicionarem diante dos problemas que os cercam.

Além disso, a linguagem química por meio da abordagem CTS, poderá levar o aluno a entender melhor as relações de desenvolvimento decorrentes da atividade humana.

Como afirmam Santos e Schnetzler, o enfoque CTS aliado ao ensino de química possibilita ao aluno:

[...] compreender os efeitos da ciência e da tecnologia na sociedade e assim a influência da sociedade no desenvolvimento científico; os efeitos da tecnologia na sociedade e a dependência da tecnologia do contexto sociocultural; o impacto da ciência no desenvolvimento tecnológico e o impacto da tecnologia em novas descobertas científicas. (SANTOS; SCHNETZLER, 2003, p 101).

Dessa forma, a química pode ser conduzida em seu ensino, de maneira a possibilitar questionamentos em sala, sobre as interferências das descobertas da ciência e a tecnologia para a vida em sociedade. Para Machado (2000, p. 12),

Os professores de química têm o importante papel de possibilitar aos alunos o contato com os modos por meio dos quais o conhecimento químico pode possibilitar que se fale/pense sobre o mundo, dando visibilidade aos materiais, suas transformações e sua constituição.

Portanto, as relações entre a linguagem e construção de conhecimentos, a questão da clareza da mensagem que o professor transmite está sempre associada à escolha de palavras mais precisas. Neste sentido, o significado é percebido como algo inerente à palavra, ao discurso do professor em sala de aula.

Bakhtin (2000, p. 335) esclarece que:

Pode se estabelecer um princípio de identidade entre a língua e o discurso, porque no discurso se apagam os limites dialógicos do enunciado, mas jamais se pode confundir língua com comunicação verbal (entendida como comunicação dialógica efetuada mediante enunciados).

Segundo o autor, em cada esfera social em que a linguagem é utilizada, desenvolve seus tipos relativamente estáveis de enunciados. Assim, em todos os níveis de comunicação humana é possível estabelecer formas estáveis de enunciados que configuram os gêneros do discurso que estão ligados às situações de enunciação e ao contexto em que determinado discurso é produzido, Bakhtin (2000).

Na sala de aula, o discurso do professor precisa fazer sentido para os alunos, em uma linguagem que seja compreensível, para que se possa estabelecer o diálogo. As múltiplas falas que compõem o diálogo estão imbuídas de conceitos historicamente construídos que favorecem a consolidação do conhecimento sistematizado. Na trama da sala de aula, a linguagem química ganha entendimento quando é concebida como determinante na explicação dos fenômenos que ocorrem no mundo e que interferem diretamente no modo de vida dos cidadãos.

A presente pesquisa buscou utilizar diferentes linguagens para se ensinar os conceitos químicos sobre Soluções, evidenciando a necessidade de respeitar a singularidade dos alunos, de forma a atingir a totalidade. Neste sentido, na aplicação das atividades foram utilizadas diferentes linguagens para se ensinar o conteúdo, dentre os quais estão: textos, recursos audiovisuais como internet e filmes, atividades experimentais, estudo e aplicação de fórmulas, trabalhos descritivos e ilustrados entre outras que auxiliaram o aluno na compreensão dos conceitos da ciência.

Os gêneros de discurso escolhidos nessa pesquisa são os que estão presentes nas revistas de divulgação científica (RDCs), em artigos e textos consultados pelos *sites* na *internet*, textos encontrados em livros didáticos e em histórias apresentadas por vídeos e filmes. Com um discurso característico, tais recursos possibilitam discussões CTS em sala, contribuindo para popularizar as atividades da ciência e da tecnologia, ampliando o foco de análise dos alunos sobre seus impactos no contexto social, por meio da divulgação científica (DC). Dessa maneira, verifica-se que esses materiais de DC podem servir de subsídio para o professor nas aulas de Química, objetivando a promoção da ACT pelos alunos.

1.5.2 Estratégias Didáticas utilizadas no Ensino de Química no Enfoque CTS

A possibilidade de se promover nas aulas de Química, situações de apresentação e problematização de conhecimentos científicos, num movimento dinâmico com reflexões acerca das influências da ciência e da tecnologia na sociedade, pode ocorrer por meio do enfoque CTS. De acordo com Pinheiro (2005) e Koepsel (2003), a introdução de temas que abordam CTS nas disciplinas de ciências, permite discussões e questionamentos sobre as implicações da ciência e da tecnologia na sociedade.

Considerando suas características, o enfoque CTS constitui uma alternativa de introduzir reflexões sobre os conceitos apresentados pela Química, principalmente no contexto do Ensino Médio. Para Koepsel (2003), é necessário, inicialmente, que o professor avalie o momento e a forma mais interessante de incluir a aplicação ou tema a ser discutido, referente ao conteúdo químico a ser trabalhado, sendo que não existem critérios que estabeleçam em que parte do conteúdo isso deve ser feito. Cabe ressaltar que, segundo o autor, o enfoque CTS não interfere no currículo nem na sequência dos conteúdos.

Dentro das abordagens possíveis para a aplicação do enfoque CTS nas aulas de Química, este estudo considerou a utilização de diferentes opções como: caso simulado, experimentações, filmes, realização de visita de estudo, trabalhos com textos de livros didáticos e de revistas de divulgação científica e notícias da *internet*.

Na sequência serão apresentadas estratégias que possibilitam o enfoque CTS no processo de ensino da Química, visando atingir o objetivo dessa pesquisa.

- Caso simulado:

Como forma de tratar os conteúdos químicos, levando os alunos a problematizarem seu cotidiano, com o intuito de ampliar os conhecimentos sobre os conceitos da ciência, o caso simulado é definido por Koepsel (2003, p. 83) como “controvérsias fictícias sobre decisões tecnocientíficas perfeitamente verossímeis, ainda que não reais”. Considera-se que ao utilizar um caso simulado, o professor promova discussões sobre temas relevantes, permitindo que os alunos vivenciem situações controversas que o levem a um posicionamento diante de um grupo de

pessoas, dessa forma os alunos podem desenvolver sua capacidade de análise e argumentação, possibilitando que se posicionem diante de uma discussão.

De acordo com Flor (2007), existem alguns parâmetros que necessitam ser seguidos, para a organização do caso simulado. Dentre eles a autora cita a seleção do problema, que deve ser pertinente aos alunos, relacionado a controvérsias tecnocientíficas, socialmente relevantes e pertencentes às temáticas do âmbito CTS. O outro passo é definir com os alunos, a rede de atores, ou seja, definir os papéis a serem representados no desenvolvimento do caso, os quais devem ser verossímeis e com posturas favoráveis e desfavoráveis, colocadas de forma equilibrada, incluindo especialistas e mediadores. Será necessário ainda, que o professor elabore o material a ser estudado e discutido, e o deixe à disposição dos alunos. Sugere-se que sejam utilizadas notícias de jornais ou revistas, fictícias ou verídicas, e informações de livros didáticos e paradidáticos a respeito do tema controverso.

Os debates e apresentações das falas devem ser combinados entre os grupos de alunos e o professor que irá intermediar a atividade, seguindo uma ordem de argumentação com tempo estipulado e direito à réplica.

Para Leal (2010), a realização de debates como o caso simulado, oferece aos alunos a oportunidade de expor e refletir sobre suas ideias prévias, a respeito dos fenômenos e conceitos científicos. Por meio do enfoque CTS no caso simulado, os alunos discutem diferentes pontos de vista sobre um mesmo tema, gerando crítica mútua de posicionamentos, vivenciando tensões e negociações entre a articulação de conhecimentos cotidianos e científicos.

- Experimentações:

Compreendida como um recurso metodológico para o ensino das ciências, a utilização das atividades experimentais permitem uma maior mobilização dos alunos no processo de aprendizagem pela manipulação de materiais, uso de equipamentos, ou ainda, simplesmente, pela demonstração e observação das práticas.

Leal (2010, p. 78) destaca algumas possibilidades que envolvem a boa atividade experimental no contexto de ensino, citando “o estabelecimento de correlação entre o abstrato e o empírico; a explicitação de regularidades ou de diferenças associadas a classes de conceitos; o reforço de conceitos e compreensões a partir da ampliação da qualidade e/ou da variedade de casos

relacionados; a obtenção de relações quantitativas (proporcionalidades, fórmulas matemáticas, etc) a partir de medições”.

O enfoque CTS por meio da experimentação requer, em sala, o estabelecimento de interações discursivas pelas falas dos alunos e de professores, o que permite a troca de informações e instiga a curiosidade pelo processo experimental. Desta forma, estabelecer a contextualização dos fenômenos da ciência com as atividades cotidianas torna-se fundamental na proposta de se inserir reflexões sobre os impactos da ciência e da tecnologia no contexto social, permitindo maior aproximação do aluno com seu objeto de estudo.

- Filmes:

O discurso da divulgação científica, como destaca Zamboni (2001, p. 96), “está presente nas sociedades modernas, em diversos espaços sociais e em múltiplos meios de comunicação”, não existindo um único veículo ou suporte para difundir a ciência, e por isso, esta presente também nos filmes e demais recursos que veiculam na sociedade.

Estabelecer uma relação positiva das mídias com o espaço educativo pode contribuir para a aprendizagem, fazendo com que os alunos reconheçam que, no caso, os filmes, podem ser uma possibilidade para facilitar a compreensão dos acontecimentos do mundo. Utilizá-los filmes como recurso didático pode ser uma alternativa para promover discussões no enfoque CTS extrapolando o aspecto de ser um recurso meramente ilustrativo.

Considerado que os filmes representam uma opção interessante e motivadora para transmitir informações e mensagens que traduzem valores culturais, sociais e ideológicos, sua aplicação surge como uma proposta para auxiliar na contextualização dos conceitos científicos, como discute Leal (2010).

Muitos filmes abordam temas sociais relacionados aos progressos da ciência e da tecnologia. O que vai ao encontro da proposta de Santos e Schnetzler (2003) sobre a utilização de temas químicos em sala de aula.

Os temas químicos sociais desempenham papel fundamental no ensino de química para formar o cidadão, pois propiciam a contextualização do conteúdo químico com o cotidiano do aluno, além de permitirem o desenvolvimento das habilidades básicas relativas à cidadania, como participação e capacidade de tomada de decisão, pois trazem para a sala de aula discussões de aspectos sociais relevantes, que exigem dos alunos

posicionamento crítico quanto a sua solução. (SANTOS; SCHNETZLER, 2003, p. 105)

Os diversos aspectos destacados indicam a possibilidade de organizar uma estratégia didática para ensinar Química, com enfoque sobre temas controversos, a partir de informações e mensagens encontradas nos filmes, que apontem para reflexões sobre as relações entre ciência-tecnologia-sociedade, na perspectiva da promoção da ACT dos alunos. Porém, atenta-se para que o professor realize uma análise criteriosa do material a ser utilizado em sala, a fim de evitar possíveis contratempos que prejudiquem o processo de ensino e aprendizagem.

- Visitas de estudo:

Considera-se que essa estratégia de ensino, por sair do espaço escolar, motiva e estimula o aprendizado dos alunos. A dimensão lúdica das visitas de estudo pode favorecer a aquisição de conhecimentos, por aproximar as relações entre professores, alunos, teoria e prática, desenvolvendo as capacidades de observação, análise e socialização, necessárias para proporcionar a alfabetização científica e tecnológica.

A possibilidade de interligação dos conceitos científicos discutidos em sala e suas aplicações práticas acentuam o caráter interdisciplinar dessa proposta de ensino, que possibilita a articulação de diferentes reflexões CTS entre as diversas áreas do conhecimento.

De acordo com Santos e Schnetzler (2003) os procedimentos metodológicos recomendados no enfoque CTS são aqueles que possibilitam ao aluno construir e reconstruir o conhecimento, requerendo a contextualização social dos conteúdos para possibilitar a compreensão do caráter social do ensino, com o intuito de proporcionar condições para o desenvolvimento de atitudes relacionadas à cidadania.

Para melhor aproveitamento da atividade, sugere-se que o professor organize um roteiro de estudo a ser preenchido pelos alunos, durante a visitação. O objetivo do roteiro é orientar a observação dos alunos para determinados focos de ensino, sinalizando a contextualização dos conceitos teóricos abordados em sala. Desta forma, estima-se que o aluno compreenda a atividade como objeto de estudo e não meramente como um passeio.

- Notícias e textos de Revistas de Divulgação Científica e da internet:

Por se tratar de recursos utilizados na divulgação científica (DC), os textos e notícias apresentados em revistas de divulgação científica (RDCs) e na *internet*, possuem entre outras, a finalidade de popularizar as atividades da ciência e da tecnologia, transformando a linguagem do discurso científico em um gênero de discurso que seja mais compreensível para o público em geral.

Chassot (2010, p. 101) é enfático ao afirmar que “temos que formar cidadãos e cidadãos que não só saibam ler melhor o mundo onde estão inseridos, como também e, principalmente, sejam capazes de transformar este mundo para melhor”. Nesse sentido, estima-se que o processo de ensino e aprendizagem possibilite não apenas o entendimento dos conceitos químicos, mas também contribua para a alfabetização científica e tecnológica dos alunos e que, assim, estejam preparados para analisar de forma crítica o que acontece ao seu redor.

Complementando, Silva (2005, p. 52) aponta ainda que:

Além de discutir conceitos presentes no texto e buscar a análise e reestruturação das concepções dos educandos acerca dos diversos aspectos estudados, o professor pode orientar sua estratégia didática de modo a desenvolver nos educandos habilidades de julgamento que lhes permitam interagir criticamente com este tipo de material.

Marcuschi (2008) relata que os alunos, possivelmente, terão curiosidade em ler o que está sendo apresentado em uma revista ou na *internet*, sobre temas atuais veiculados na mídia ou tratados nas aulas, para depois, socializar ideias com os colegas e com o(a) professor(a). O autor afirma que dessa maneira, o ensino e a aprendizagem podem ocorrer por meio da utilização de publicações encontradas ao alcance dos alunos, visto que, tais publicações seduzem o leitor, pela excelente apresentação gráfica, além de conter informações atualizadas e de forma contextualizada, em textos de linguagem acessível, com recursos como fotos e/ou infográficos que facilitam a compreensão por parte do leitor.

A utilização dos textos apresentados nas RDCs e na *internet* pode auxiliar na contextualização dos conceitos químicos, sendo que se apresentam em uma linguagem mais simples, o que possibilita ao aluno, refletir quimicamente sobre os acontecimentos de sua vida cotidiana. Sobre isso, Silva (2005, p. 51) afirma que:

[...] os diversos materiais produzidos pela divulgação científica, particularmente as RDCs, podem ser utilizados pelo professor não só para ensinar conceitos científicos, mas também para discutir aspectos relativos ao processo de produção do conhecimento científico e tecnológico, suas relações com o contexto político-econômico e sócio-cultural em que as atividades científica e tecnológica estão inseridas e até mesmo os interesses envolvidos na difusão destes conhecimentos.

Promover discussões sobre os interesses presentes no discurso científico apresentado à sociedade é uma oportunidade para demonstrar aos alunos as intencionalidades e relações que norteiam a pesquisa científica e o desenvolvimento tecnológico, isso pode contribuir para que reflitam sobre a não neutralidade da ciência e da tecnologia.

Silva (2005) declara que as informações trazidas nos produtos da divulgação científica são superficiais e insuficientes para que os leitores possam, efetivamente, apropriar-se dos conceitos científicos, utilizando-as para solucionar problemas reais. Assim sendo, confere ao professor a responsabilidade de selecionar didaticamente os textos ou direcionar o foco de estudo dos alunos para que, a utilização dos textos das RDCs e dos recursos da *internet* nas aulas, possam realmente contribuir no aprendizado dos conhecimentos da Química. Deve-se considerar a capacidade de leitura ou o nível em que se encontram os alunos e, se for necessário, o professor poderá orientar os *sites* de pesquisa, realizar recortes, montagens ou reduções, com o intuito de facilitar o estudo e a compreensão dos conceitos que estão sendo apresentados.

Por assim considerar, trabalhar com o enfoque CTS em sala de aula contribui na promoção de atividades de debates, discussões, análise e reflexões sobre os impactos sociais decorrentes do desenvolvimento científico e tecnológico, levando os alunos a compreenderem que enquanto cidadãos, também possuem responsabilidades pelo modo em que se vive e se mantém no/o mundo.

O próximo capítulo aborda delineamentos práticos de como se desenvolveu este estudo. As atividades realizadas visaram promover a ACT por meio do enfoque CTS, utilizando algumas estratégias diferenciadas.

2 METODOLOGIA E ANÁLISE DOS DADOS

Para o desenvolvimento deste estudo a metodologia da pesquisa considerou o contexto escolar, em específico a sala de aula, como seu principal foco de investigação. A pesquisa é aplicada sendo a abordagem metodológica utilizada qualitativa de natureza interpretativa, com a observação participante.

Segundo Moreira e Caleffe (2008), a observação participante é uma técnica que possibilita ao pesquisador entrar no mundo social dos participantes do estudo.

Na pesquisa qualitativa, o pesquisador vai a campo no intuito de captar o fenômeno em estudo, considerando a perspectiva das pessoas que estão envolvidas no processo, elencando os pontos de vista relevantes ao estudo. Para isso, diversificados tipos de dados são coletados e analisados para que se possa entender a dinâmica do fenômeno. Um fenômeno pode ser mais bem compreendido se analisado numa perspectiva integrada, com base no contexto em que ocorre e do qual também é parte integrante. Assim, nas palavras de Moreira e Caleffe (2008, p. 61) “o propósito da pesquisa é descrever e interpretar o fenômeno do mundo em uma tentativa de compartilhar significados com outros”.

Nesse sentido, Moreira e Caleffe (2008, p. 64) destacam que

[...] o pesquisador interpretativo, tendo aceito a si próprio como instrumento, encontra as ferramentas e técnicas para ajudá-lo a coletar e gravar os dados: a) na observação participante (no seu mais amplo sentido); b) nas entrevistas (estruturadas, semi-estruturadas e não-estruturadas); c) em diários (gravação contínua da pesquisa em virtude de estar no trabalho de campo); d) memórias analíticas (interpretações indutivas emergentes enquanto ainda está executando o trabalho de campo); e e) gravação de fitas de vídeo (para análises mais profundas).

Ainda sobre a pesquisa qualitativa interpretativa, Godoy (2001) destaca que a verdade reside na subjetividade de cada ser humano e na compreensão que pode surgir dela na vivência e na convivência. Assim, declara ser possível apontar os pressupostos que sustentam e fundamentam a pesquisa interacionista interpretativa sob os seguintes aportes:

- a) Ação, interação e relações sociais – buscando-se apreender o significado que os sujeitos, individuais e coletivos, atribuem às suas ações-interações e às normas e regras que ordenam tais e/ou experiências.

- b) Experiência vivida (epifania), o pensamento e o sentido sobre ela – entendendo que a experiência vivida (ação), seu significado e a consciência dessa experiência são circunstanciados pelas interações.
- c) Linguagem, temporalidade e a espacialidade – todas as vivências, experiências possuem uma significação que deve ser buscada, preliminarmente por meio da linguagem; não se pode prescindir da importância da dimensão temporal e espacial implícita no sentir e significar tais experiências e do entendimento de que a linguagem ocupa um ponto no tempo e no espaço.

Ao relacionar a participação de professores e alunos no desenvolvimento de um estudo, muitas informações são perdidas na aplicação de uma pesquisa de coleta de dados rigidamente estruturada. A abordagem qualitativa permite que a imaginação e a criatividade levem os investigadores a propor trabalhos que explorem novos enfoques sendo aproveitadas as possíveis oportunidades de coleta de dados que surgem durante esta etapa.

A técnica da observação participante “possibilita ao pesquisador entrar no mundo social dos participantes do estudo com o objetivo de observar e tentar descobrir como é ser um membro desse mundo” (MOREIRA; CALEFFE, 2008, p. 2001). Nesse sentido as anotações auxiliam o pesquisador a descobrir os padrões de acontecimentos que se apresentam nesse contexto.

Segundo Moreira e Caleffe (2008), esta técnica é bastante utilizada por pesquisadores sociais, mas que tem sido adaptada para atender pesquisadores com diferentes visões em relação à natureza da realidade social, abarcando a finalidade de descobrir os fatores que determinam e influenciam em sala de aula, as experiências dos alunos em situações adversas.

Godoy (2001) explica que, a realização de uma pesquisa, significa assumir, em síntese, que a compreensão de um dado fenômeno é possível de ser obtida a partir das pessoas diretamente envolvidas; que as ações do ser humano se dão em direção ao outro, com o outro, a partir do outro, num processo mútuo; que ser humano implica participar de processos sociais compartilhados, dos quais emergem significados, que os significados dessas ações são possíveis de ser apreendidos, quando se considera a linguagem e seus símbolos, dentro do contexto em que se originam e são expressos.

Nesse enfoque, verifica-se que a pesquisa qualitativa de natureza interpretativa com observação participante está em consonância com os objetivos propostos pelo presente estudo.

De acordo com a natureza deste estudo utilizou-se como técnicas de coleta de dados fotos e vídeos das atividades, as próprias atividades desenvolvidas pelos alunos, arguições orais, relatórios e anotações de memória de campo, recolhidos durante as aulas num período aproximado de três meses durante o ano letivo.

Para o desenvolvimento e aplicação deste estudo, contou-se com a participação de alunos pertencentes a um Centro Estadual de Educação Profissional, situado na cidade de Rio Negro no Paraná, jurisdicionado pelo Núcleo Regional de Educação da área Metropolitana Sul. A presente instituição oferece cursos técnicos de formação profissional às comunidades provenientes das cidades regionais de Rio Negro, entre elas destacam-se, Campo do Tenente, Lapa, Quitandinha, Mandirituba, Piên, situadas no estado do Paraná, e Mafra, Itaiópolis, São Bento e Rio Negrinho no estado de Santa Catarina.

O Centro Estadual de Educação Profissional selecionado para o desenvolvimento do estudo, oferta o curso técnico em Agropecuária em modalidade integrada, para alunos concluintes do Ensino Fundamental e o curso técnico em Meio Ambiente na modalidade subsequente para alunos que já concluíram o nível médio e buscam formação profissional.

Para a pesquisa foram considerados os dados coletados prioritariamente nas aulas de Química em duas turmas de 2^{as} séries do Ensino Médio do Curso Técnico em Agropecuária na modalidade integrada, totalizando 55 alunos, sendo 51 homens e três mulheres, com idade entre 16 a 18 anos, sendo a maioria, 74% dos alunos, provenientes de localidades rurais e que realizam a agricultura familiar. Para garantir o sigilo durante os relatos, utilizaram-se números identificando o aluno com a indicação da turma ao qual fazia parte. Para participar do estudo solicitou-se autorização dos responsáveis pelos alunos por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), encontrado no Apêndice A.

As atividades foram desenvolvidas entre os meses de março e julho de 2011, respeitando a condição de duas aulas semanais de 50 minutos num total de 40 aulas em cada turma.

Nesse estudo, optou-se por explorar os conceitos químicos sobre Soluções por ser este, um conteúdo considerado de difícil compreensão pelos alunos do 2^a

série do Ensino Médio, principalmente por relacionar fórmulas e cálculos matemáticos ao estudo da química, o que exige do professor utilizar estratégias diferenciadas de ensino para o aprendizado da ciência possibilitando a ACT. No entanto, outros conceitos químicos foram abordados durante as atividades oportunizando adequar os conteúdos programados para o segundo bimestre.

Além dos conceitos relacionados às Soluções químicas, os conteúdos programáticos de Química para a 2ª série do Ensino Médio envolvem basicamente ainda o estudo sobre: Transformações químicas, Termoquímica, Cinética química, Equilíbrio químico e Eletroquímica.

Para a elaboração e aplicação da proposta de ensino na perspectiva da alfabetização científica e tecnológica no ensino de Química com enfoque CTS, o enxerto de temas controversos foi utilizado em sala de aula de forma a promover reflexões sobre os nove aspectos citados por Santos e Schnetzler (2003) extraído de Mackavanagh e Maher (1982), conforme se observa na sequência.

Aspectos de CTS	Proposta de Ensino
Natureza da Ciência	Conceito de soluções químicas, propriedades e aplicações
Natureza da Tecnologia	A utilização das soluções químicas na agricultura e no tratamento da água
Natureza da Sociedade	Interferências das soluções químicas no modo de vida das pessoas presentes em reportagens
Efeito da Ciência sobre a Tecnologia	Compreensão sobre as propriedades das soluções químicas na demanda de produtos agrícolas
Efeito da Tecnologia sobre a Sociedade	Avaliação dos interesses e valores implicados no debate sobre os temas “Agrotóxicos” e “Agricultura e sustentabilidade”
Efeito da Sociedade sobre a Ciência	A influência da participação social na direção de pesquisas científicas
Efeito da Ciência sobre a Sociedade	Aplicação de cálculos químicos sobre soluções, por meio de problemáticas relacionadas às atividades cotidianas, às práticas agropecuárias e a importância da divulgação científica
Efeito da Sociedade na Tecnologia	A responsabilidade cidadã e profissional do Técnico em Agropecuária na utilização de agrotóxicos
Efeito da Tecnologia sobre a Ciência	Avaliar os interesses e valores implicados no debate sobre os temas “Agrotóxicos” e “Agricultura e sustentabilidade”

Quadro 3 – Adaptação dos nove aspectos do enfoque CTS
Fonte: Mackavanagh e Maher (1982) *apud* Santos e Schnetzler (2003).

Dessa forma, as atividades desenvolvidas na estrutura do encaminhamento metodológico, interligam os conceitos químicos sobre Soluções a temas

controversos sobre as implicações da ciência e da tecnologia na sociedade como meio de promover a ACT.

De acordo com Solomon (1993), o enfoque CTS deve se fazer presente nas aulas de ciências envolvendo o ensino sobre sua natureza, habilidades de tomadas de decisões, opiniões sobre questões científicas socialmente controversas por meio de atividades de campo, laboratoriais, utilizando a história da ciência para entender suas relações sociais e culturais bem como sua falibilidade. Santos e Schenetzler (2003) exemplificam que atividades de discussões estruturadas, fóruns e debates, projetos em grupos ou individuais, pesquisa de campo, ações comunitárias, visitas de estudo, entrevistas e estudos de caso sobre problemas sociais reais, como estratégias de ensino que auxiliam a atingir os objetivos da educação CTS.

Assim, as atividades dessa pesquisa desenvolveram-se por meio de reflexões e análises no enfoque CTS sobre os conceitos químicos, sendo apresentadas a seguir pelo fluxograma que busca demonstrar de forma geral, o desenvolvimento da proposta de ensino deste estudo.

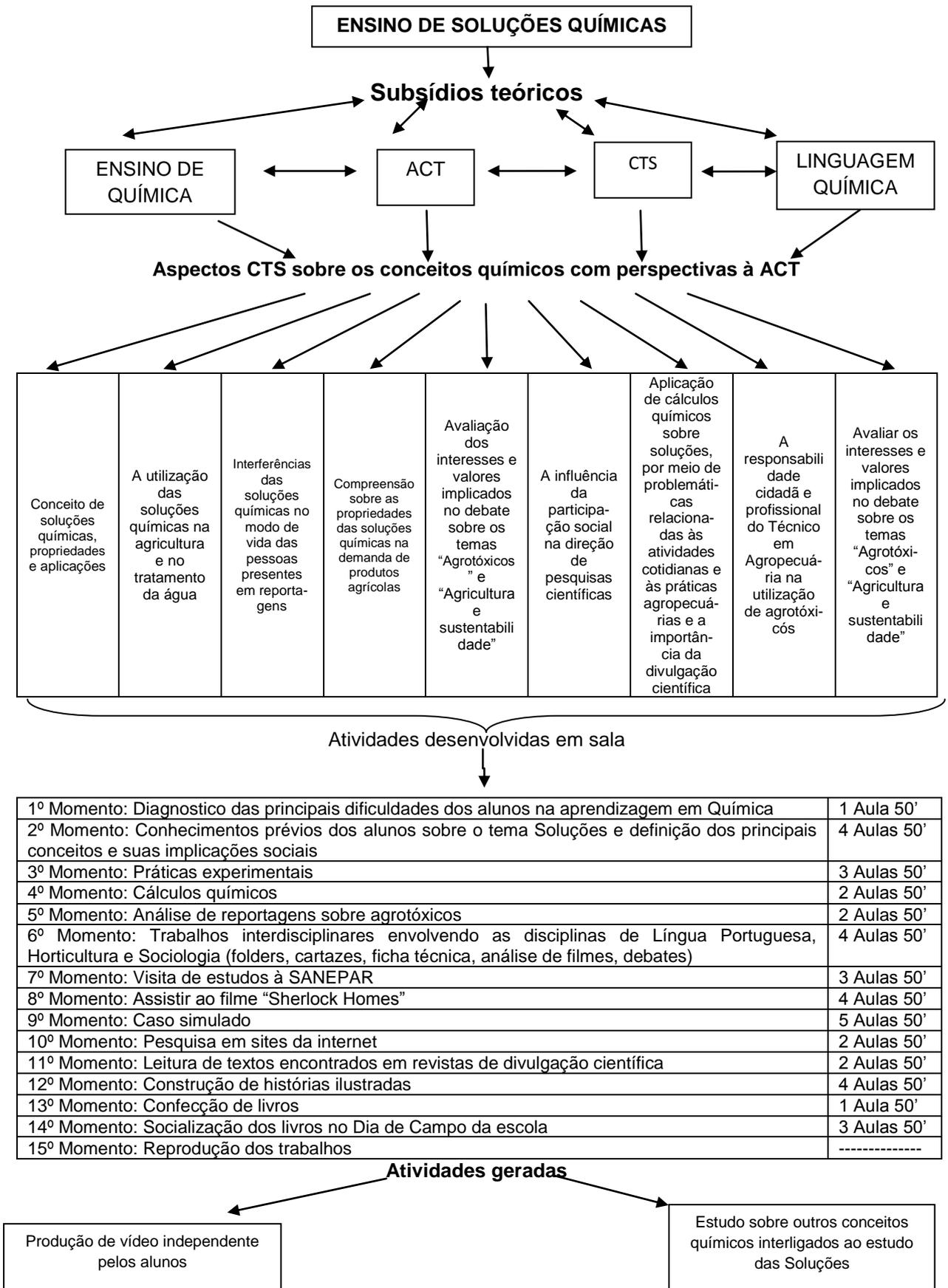


Figura 1 – Fluxograma do desenvolvimento da proposta de ensino
Fonte: A Autora (2012)

Para condução dos alunos ao contato com a linguagem química, foram desenvolvidas atividades apresentadas no quadro 4 com enfoque CTS a partir de recursos de divulgação científica e seus respectivos objetivos para o processo de ensino e aprendizagem com perspectivas à ACT.

ANÁLISE DAS ATIVIDADES REALIZADAS PELOS ALUNOS NO ENFOQUE CTS COM PERSPECTIVAS A ACT			
TEMA CONTROVERSO CENTRAL	RECURSO UTILIZADO	AÇÕES DE APRENDIZAGEM DOS ALUNOS	OBJETIVOS
1- Contaminação do leite materno por agrotóxico	Reportagens da internet (ver anexo A)	Leitura, discussão e respostas do questionário (ver apêndice D) desenvolvido nas aulas de Química.	<ul style="list-style-type: none"> - Refletir sobre as questões que abordam os conceitos da ciência química e a tecnologia e suas implicações sociais; - Promover a discussão e análise das intencionalidades apresentadas em reportagens atuais; - Instigar os alunos a expressarem suas idéias e reflexões acerca das interferências da CT na sociedade em que vivem.
2- Agrotóxicos, Agricultura e sustentabilidade	Vídeo sobre Agrotóxicos (exibido pelo Globo Repórter edição do dia 25/03/2011), pesquisa em jornais, revistas, sites da internet e textos de livros	<p>Língua Portuguesa:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Assistir ao vídeo sobre agrotóxicos; - Pesquisa de teórica; - Criação de <i>folders</i> informativos. <p>Horticultura:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pesquisa de campo sobre os principais agrotóxicos utilizados na região. <p>Sociologia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Debates por meio de seminário; - Formação de equipes para a confecção de cartazes. <p>Química:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Preenchimento de quadro de informações relativo aos rótulos de produtos pesquisados. - Leitura e discussão dos textos; - Caso simulado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Refletir sobre o uso das soluções agrotóxicas na produção de culturas e suas implicações sociais. - Conhecer os malefícios do mau uso dos agrotóxicos nas plantações para a sociedade. - Estimular o aluno a sentir-se parte da sociedade em que vive fazendo com que tenha interesse pelos seus problemas; - Despertar discussões sobre a não neutralidade da ciência e da tecnologia; - Trabalhar de forma cooperativa e oferecendo argumentos racionais para o debate em torno das alternativas possíveis; - Avaliar os distintos interesses e valores implicados no debate sobre os temas "Agrotóxicos" e "Agricultura e sustentabilidade".
3- A utilização dos conceitos científicos como forma de manipulação social	Filme: "Sherlock Homes" (sob direção de Guy Ritchie, produzido pela Warner Bros em 2009, gênero: suspense)	- Assistir ao filme e responder a ficha de análise (apêndice E).	<ul style="list-style-type: none"> - Relacionar os conceitos químicos às atividades cotidianas. - Demonstrar como os conceitos químicos podem ser apresentados na sequência de um enredo ou história. - Reconhecer que os conceitos científicos podem sofrer modificações em seus estudos e podem ser utilizados como forma de controle social.
4- Diversificados: - Lixo, energia nuclear, transgênicos, desgaste dos recursos naturais, agropecuária, drogas, camada de ozônio, petróleo, entre outros.	Textos e artigos de RDC	- Pesquisa, leitura, estruturação da história, confecção do livro, socialização dos trabalhos envolvendo as disciplinas de Agropecuária, Arte, Biologia, Horticultura, Língua Portuguesa e Química.	<ul style="list-style-type: none"> - Ler textos encontrados em revistas de divulgação científica, identificando, os conceitos relacionados às Soluções químicas. - Construir histórias ilustradas que apresentem em seu conteúdo conceitos químicos.

Quadro 4 – Síntese das atividades da proposta de ensino realizadas pelos alunos

Os resultados obtidos neste processo, suas potencialidades e limites para o enfoque CTS com perspectivas à ACT no Ensino Médio por meio do estudo de Soluções químicas, são discutidos em sete categorias de análise envolvendo os momentos das atividades desenvolvidas na proposta de ensino, configurando a seguinte estrutura:

- 1- Conceitos de Soluções químicas, suas propriedades e aplicações: concepções iniciais dos alunos – 1º e 2º momentos;
- 2- Cálculos químicos sobre Soluções: construindo o conhecimento por meio da abordagem CTS – 2º, 3º e 4º momentos;
- 3- A utilização das Soluções químicas no tratamento da água e na agricultura, e sua interferência no modo de vida das pessoas - 5º e 7º momentos;
- 4- A percepção dos alunos sobre as propriedades das Soluções químicas na utilização de produtos agrícolas considerando seus interesses e implicações sociais – 3º, 5º, 6º e 7º momentos;
- 5- A importância da divulgação científica na participação social e de responsabilidade cidadã e profissional do Técnico em agropecuária na perspectiva da ACT – 5º, 8º, 9º, 10º e 11º momentos;
- 6- Divulgação do conhecimento construído: apresentação dos trabalhos para a comunidade escolar – 11º, 12º, 13º, 14º e 15º momentos;
- 7- Avaliação da proposta: percepção dos alunos.

Na sequência, os resultados e discussões sobre os dados obtidos nos momentos desenvolvidos serão analisados nas categorias citadas anteriormente considerando aspectos do processo de ensino e aprendizagem com enfoque CTS do conteúdo de Soluções químicas na perspectiva da ACT.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise possibilitou confrontar os dados obtidos com os objetivos propostos por este estudo. A discussão dos resultados levou em consideração as atividades de aplicação do encaminhamento metodológico realizadas pelos alunos que nessa etapa foram identificados por números, de duas turmas da 2ª série do Ensino Médio, denominadas como turma A e B.

Na sequência, apresenta-se a primeira categoria de análise que discute os conhecimentos prévios dos alunos, sobre as Soluções químicas. Essa etapa foi fundamental para o delineamento da proposta de ensino a ser desenvolvida, objetivando a organização do conhecimento científico a ser trabalhado, inicialmente, por meio do enfoque CTS.

3.1 Conceito de Soluções Químicas, suas Propriedades e Aplicações: Concepções Iniciais dos Alunos

Entende-se que para se obter uma condição favorável ao aprendizado, é preciso estabelecer um diálogo real, caracterizando os conhecimentos prévios dos alunos e suas ansiedades em relação ao tema a ser estudado. Com isso é possível estipular o ponto de partida do conhecimento ao qual estão aptos a entender, considerando que a educação das ciências, bem como seu processo de ensino, deve focar o desenvolvimento do ser humano por meio da aprendizagem dos conhecimentos dos fatos reais, explicados e analisados cientificamente, numa perspectiva histórica e social (SANTOS; SCHNETZLER, 2003).

Sendo assim, foi solicitado aos alunos que, individualmente, descrevessem em uma folha de registro, suas principais dúvidas, dificuldades, curiosidades e conhecimentos em relação ao tema Soluções e ao ensino da Química.

A maioria dos alunos (90%) se prendeu em descrever as dificuldades que encontram na compreensão dos conceitos químicos como no relato do Aluno 2 – Turma A: “tenho bastante dificuldade em química porque não decoro nomes e símbolos”. O Aluno 17 – Turma B, declara: “minha dificuldade em química é na hora

de resolver os exercícios, porque, às vezes, envolve bastante a matemática”. As dificuldades citadas pelos alunos evidenciam a valorização atribuída à memorização e aos aspectos quantitativos em relação aos qualitativos, nas aulas de química, conforme discute Echevería (1993; 1996).

A ênfase dada à memorização dos conceitos sem contextualização apontada pelos alunos pode ser percebida também na fala Aluno 12 – Turma B, que encontra dificuldade: “na hora das provas quando tem que se lembrar das fórmulas e dos nomes”.

Outro fator citado por 20% dos alunos foi a quantidade de conteúdos em relação ao tempo de aula, como se constata na resposta do Aluno 5 – Turma B: “o tempo da aula é muito curto e os conteúdos mudam muito rápido” e também dos Alunos 04 e 14 – Turma A, que afirmam “mal conseguem entender um determinado conceito e na sequência vem outro conteúdo, sem tempo para fazer muitos exercícios e revisar as informações”.

Muitas das dificuldades apresentadas por outros alunos (30%), repetem as descritas anteriormente, o que pode ser fruto da maneira como a Química vem sendo ensinada, confirmando o que foi apresentado por Echevería (1993; 1996), Leal (2009) e Santos e Schnetzler (2003), sobre a fragmentação do ensino que prioriza a memorização, desarticulado da realidade do aluno e, por consequência, de difícil compreensão. Identifica-se que a dificuldade dos alunos com o uso de fórmulas e símbolos remete a não compreensão da linguagem química.

Alguns alunos (13%), num total de sete das duas turmas, propõem formas alternativas de se ensinar os conceitos da ciência para que possam apresentar maior rendimento escolar. O Aluno 14 – Turma A sugere: “seria mais fácil de aprender se fossem feitas experiências para complementar as explicações”. Na visão desses alunos, as atividades experimentais podem contribuir na compreensão dos conceitos teóricos trabalhados em sala, sendo uma possibilidade de se verificar na prática o que se estuda nas aulas.

Verifica-se que as atividades experimentais auxiliam na aprendizagem dos alunos sobre a natureza da ciência, valorizando o caráter social da produção do conhecimento científico, sendo que: “é justamente na exploração de novos domínios, muito susceptível a erros, é certo, que está a construção do conhecimento” (BAZZO, 2010, p. 28).

O Aluno 32 – Turma A declara que, a leitura de textos contextualizados apresentados pelos livros didáticos auxilia na compreensão dos conceitos, como uma possibilidade de tornar a linguagem química mais compreensível, como defendem Mortimer (2000) e Roque e Silva (2008).

Como nenhum aluno mencionou conhecimento sobre Soluções, questionou-se, oralmente, os alunos para saber o que eles compreendem como sendo uma Solução, apresentando comentários como: “é uma coisa líquida.” (Aluno 32 – Turma A), “eu acho que é uma mistura de substâncias.” (Aluno 3 – Turma A). Nesse caso, a palavra mistura segundo o aluno, refere-se à união de mais de uma substância em um mesmo recipiente: “se a gente diluir alguma coisa é uma solução.” (Aluno 4 – Turma B).

Percebe-se que apesar de alguns termos importantes terem sido citados como “mistura” e “diluição”, os alunos não demonstraram conhecimento químico sobre o conteúdo Soluções. Se por um lado as Soluções são tão importantes para o homem, estando presentes em várias de suas atividades diárias como relata Echevería (1993 e 1996), por outro, torna-se difícil para o aluno estabelecer seu conceito, principalmente, utilizando-se de termos químicos.

A realização de tal pré-diagnóstico sobre como os alunos percebem o ensino de Química foi importante para identificar os principais fatores apontados que influenciam no processo de aprendizagem, considerando tanto aspectos didáticos da prática docente, como curriculares em relação à quantidade de conteúdos e tempo de aula. Com isso foi possível avaliar de forma geral o processo educativo que até então, era linear, ou seja, verificava apenas os resultados da aprendizagem dos alunos, deixando de considerar a didática utilizada pelo professor ou, ainda, a organização como um todo, desse processo de ensino de Química.

Sendo assim, esta atividade abriu espaço para estabelecer estratégias para trabalhar as propriedades e aplicações das Soluções, buscando relacionar os conceitos químicos às atividades cotidianas e práticas inerentes da formação técnica em agropecuária, no enfoque CTS, visando a ACT, o que será discutido na sequência.

3.2 Cálculos Químicos sobre Soluções: Construindo o Conhecimento por meio do Enfoque CTS

Os conceitos sobre concentração, densidade, fração molar e tipos de soluções, foram os selecionados, considerando o tempo para desenvolvimento das atividades, para serem trabalhados pelos alunos por meio de temas controversos com os textos sobre agrotóxicos, agricultura e sustentabilidade (ver Anexo B). Propôs-se, também, a realização de exercícios com resolução de cálculos matemáticos envolvendo reflexões contextualizadas no enfoque CTS, sobre o problema e atividades experimentais (ver Apêndice C), desenvolvidas em grupos, direcionando as reflexões e análises também, para as questões sociais do conhecimento científico proposto.

Com base nas explicações feitas nas aulas anteriores sobre as Soluções, a professora levantou, em sala, alguns questionamentos para que os alunos respondessem oralmente:

1º Considerando o conceito de soluções visto, vocês poderiam citar exemplos de soluções que encontramos no dia-a-dia?

2º Qual a diferença da densidade para a concentração se a fórmula representativa é a mesma?

Em relação ao conceito de densidade que consiste na relação entre a massa do composto pelo volume que ocupa, resultando na fórmula $d = m/V$, questionou-se aos alunos:

3º Como calculamos a densidade de um líquido? E de um material sólido? Como podemos fazer para determinar o volume desse material sólido?

Dessa forma, as respostas obtidas foram gravadas e transcritas posteriormente auxiliando na análise e elaboração das demais atividades sequenciais da proposta de ensino elaborada. Assim, em relação ao primeiro questionamento houve muitas respostas partindo de exemplos simples a definições mais elaboradas.

Como no caso do Aluno 32 – Turma A que exemplificou uma solução relatando que “água e álcool é solução”. Na fala do Aluno 25 – Turma A, percebe-se a relação do conteúdo químico com atividades vivenciadas na formação técnica, quando relata que “alguns produtos que utilizamos na agricultura têm escrito no

rótulo solução aquosa X%. Então isso quer dizer que foi acrescentado água a uma substância”.

Percebeu-se que após apresentar para os alunos os conceitos relacionados às Soluções, todos os que se propuseram a responder, conseguiram citar exemplos coerentes sobre o assunto, motivando-os a participarem da construção do conhecimento. A cada resposta, os alunos compreendiam a relação do conteúdo químico em suas atividades cotidianas, enfatizando a importância de se estabelecerem estas relações para melhor aprendizado, como afirma Carmo e Marcondes (2008). A menção do Aluno 25 quanto à informação contida no rótulo do produto agrícola, indica que este era um questionamento armazenado que não havia sido respondido anteriormente, esclarecido com o estudo sobre Soluções.

Para responder a segunda questão, algumas interferências da professora foram necessárias até que os alunos se prontificassem em responder. No entanto, as poucas respostas cerca de 7%, ou seja, apenas quatro das duas turmas, que surgiram, não foram satisfatórias. Após relatos de situações práticas e demonstração visual com auxílio de experimentação fornecidos pela professora, a maioria dos alunos, cerca de 80%, chegaram à conclusão de que a densidade é uma propriedade da substância enquanto que a concentração está relacionada à quantidade de uma substância (soluto) dissolvida em outra (solvente).

No terceiro questionamento, grande parte das respostas (76%), referentes aos procedimentos que executariam para determinar a densidade da substância, os alunos conseguiram fazer uso de alguns termos químicos.

Na sequência elaborada pelo Aluno 11 – Turma B, a aplicação da fórmula da densidade ganha significado prático, segue dizendo: “dá pra pegar um recipiente de medida pra ver o volume, por exemplo, da água, e a massa, tem que pesar o recipiente antes de pôr a água e depois, a diferença é o valor da massa da água, e daí aplica a fórmula da densidade”.

O comentário do Aluno 16 – Turma B não se distancia do exemplo do Aluno 11, relatando que: “para ter o valor da massa de uma substância sólida é mais fácil, é colocar na balança e ver quanto deu”.

Várias questões se abrem, estabelecendo em sala falas dialogadas, como sugere Freire (1987). Dentre elas, o questionamento do Aluno 12 – Turma B: “É, só que como é que você vai ter o volume?”, seguindo da resposta do Aluno 11 – Turma B: “Dá pra derreter...”, necessitaram da intervenção da professora, que propôs que

os alunos refletissem sobre a seguinte simulação: “Vamos imaginar que eu queira saber qual é a minha densidade. Como o colega comentou, minha massa pode ser verificada pela balança, mas e o volume? Como faço se não posso derreter?”

Após alguns instantes de descontração repercutidos pelo exemplo sugerido, seguiram-se as discussões e comentários entre os próprios alunos sobre como resolver o problema. Logo o Aluno 32 – Turma B, manifesta sua resposta: “E se encher uma caixa de água e colocar você lá dentro? Aí faz uma marca e a quantidade que aumentou depois que você entrou na caixa é o seu volume”.

A resposta foi avaliada pelos demais colegas e considerada como uma solução oportuna. Assim, os alunos perceberam que é possível determinar a densidade das substâncias independente do estado físico, porém com procedimentos diferenciados para cada uma. Esse momento de discussão foi muito interessante, considerando a socialização entre os alunos, na intenção de encontrarem uma maneira para se conseguir verificar a densidade das substâncias em diferentes estados da matéria, instigando-os a praticarem os conceitos trabalhados, ocorrendo a compreensão mental a partir dos níveis materiais e verbais, como cita Astofi e Develay (1991).

Dessa forma, os questionamentos e exemplos deram condições para que os alunos, em pequenos grupos, realizassem em laboratório, práticas de determinação da densidade de diferentes substâncias e de fração molar, que se encontram no apêndice C deste trabalho.

Com o objetivo de levar os alunos a refletirem sobre a presença diária das Soluções em suas vidas, foram propostos alguns questionamentos ligados a fatos cotidianos que deveriam ser inseridos em seus relatórios realizados em grupo.

Em relação ao preparo da solução do soro caseiro, de que forma a sociedade, em geral e o estudo sobre Soluções podem contribuir para amenizar as mortes infantis por diarreia?

As respostas demonstraram que os alunos reconhecem que o soro é uma Solução fácil de ser preparada (Figura 2) e que pode ser determinante no combate à diarreia, como na descrição dos Alunos 1, 4, 8 e 17 – Turma A:

O soro caseiro é uma solução de água, sal e açúcar, sendo muito fácil de preparar e que pode ajudar no combate à diarreia. Mas nem todas as pessoas sabem disso, por isso é importante divulgar esse conhecimento para a sociedade, assim poderemos salvar muitas vidas com uma coisa tão simples.

Percebe-se a relação social e política do conhecimento científico, como sugerem Santos e Schetzler (2003), analisadas pelos alunos quanto à importância de se divulgar o preparo do soro caseiro. A problemática em questão propõe ao aluno refletir sobre como uma solução simples pode salvar a vida de pessoas. Quanto aos benefícios do soro, discutiu-se que a solução pode proporcionar uma ampla quantidade de sais minerais para o organismo e, também, repor o líquido perdido, evitando assim a desidratação. Os cuidados necessários ao seu preparo também foram destacados pelos Alunos 17 – Turma A e 30 – Turma B, ao comentarem da proporção necessária entre o sal e o açúcar e da importância de ferver a água para preparar a solução.

A outra questão controversa proposta, propõe analisar as soluções iônicas:

- Em estações quentes muitas pessoas costumam se refrescar em lagos, rios e praias. Porém, durante as chuvas, principalmente com possíveis descargas elétricas, orienta-se que as pessoas retirem-se dos locais de banho. Explique porquê deste cuidado, tendo em vista o estudo sobre Soluções.

O trecho descrito a seguir, indica a compreensão dos alunos sobre as propriedades apresentadas pelas soluções iônicas para que conduza corrente elétrica.

Porque a água desses locais de banho são soluções eletrolíticas, portanto, conduz corrente elétrica. Se uma descarga elétrica ocorrer na água, e uma pessoa estiver em contato com ela, a pessoa pode receber a corrente elétrica. (Alunos 3, 10, 11 e 14 – Turma A)

Os alunos encontraram nas propriedades de uma solução eletrolítica a resposta para a questão. Outros conceitos químicos foram apontados pelos alunos como sais, íons e substância pura, demonstrando que o conhecimento interligado pode ser mais fácil de ser compreendido (ECHEVERÍA, 1993; 1996), como citam os Alunos 5 e 19 – Turma B: “A água dos rios, lagos e mares não é pura, é uma solução com vários sais e íons como K^+ , F^- , Cl^- , por isso pode conduzir a corrente elétrica dos raios”. O fato de citarem os íons, (conteúdo anteriormente trabalhado na 1ª série do Ensino Médio) que podem estar presentes na água, evidencia que os alunos conseguem relacionar os conceitos químicos aos fenômenos cotidianos contribuindo para melhor explicarem as transformações do mundo.

Tal fato também foi verificado durante as atividades experimentais, quando novos questionamentos foram surgindo por parte dos alunos, levando-os a uma nova reflexão sobre os conceitos estudados. Dentre eles destacam-se a fala do Aluno 17 – Turma A: “Uma solução eletrolítica conduz corrente elétrica porque apresenta íons livres, né? Então os metais também têm elétrons livres, porque também conduzem eletricidade”.

Os alunos se mostraram muito entusiasmados com as descobertas sendo que tal curiosidade deu abertura para outras indagações. No que se refere à pergunta do Aluno 17 sobre soluções eletrolíticas, ela oportunizou realizar, posteriormente, uma série de experimentos com vários objetos e soluções para verificar a condução de eletricidade, com auxílio de um eletrodo feito com Led e bateria de 9V, apresentados nas Figuras 2 a 4. Novamente salienta-se que houve um retorno aos conteúdos de propriedades moleculares e iônicas, ministrados na 1ª série do Ensino Médio, possibilitando ao aluno, reconhecer que o conhecimento químico adquirido anteriormente é importante no aprendizado de novos (CHAGAS, 2001; LEAL, 2010).

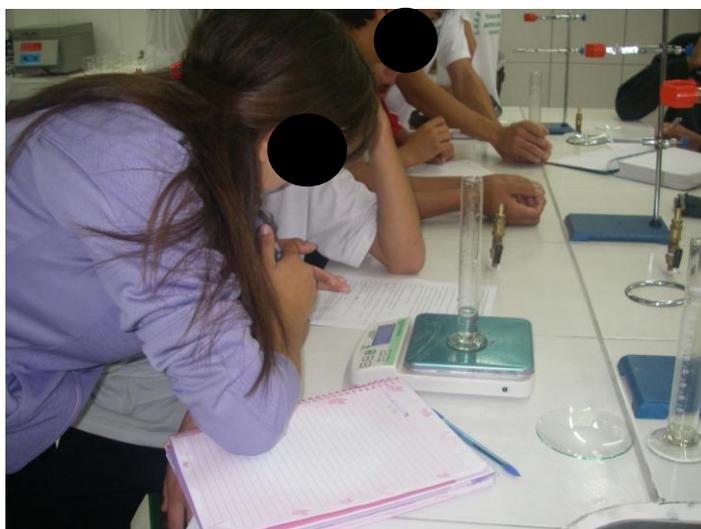


Figura 2 – Atividade experimental sobre Soluções – Preparo do soro caseiro
Fonte: Arquivo da autora (2011)



Figura 3 – Verificação da propriedade de condução elétrica das Soluções
Fonte: Arquivo da autora (2011)

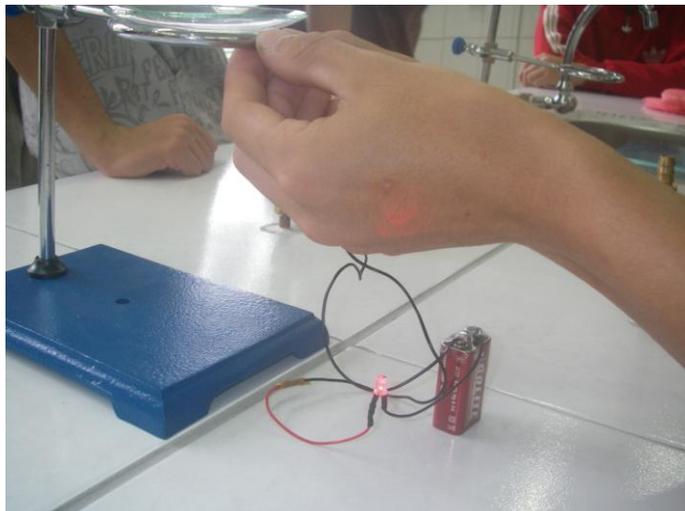


Figura 4 – Verificação da propriedade de condução elétrica das Soluções
Fonte: Arquivo da autora (2011)

Na Turma B, o Aluno 10 questionou: “O sal em água conduz corrente elétrica porque é um composto iônico, o açúcar não conduz porque é um composto molecular. Mas por que a água que também é molecular conduz corrente elétrica?”

Aproveitando para aprofundar as explicações, surgiu a oportunidade de realizar uma visita de estudos à rede de tratamento de águas e esgoto que abastece o município, Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR, onde os alunos puderam verificar que a água recebida nas residências é uma solução composta por várias substâncias e, portanto, com íons livres que justificam condução de corrente elétrica. Da visita emergiram os dados expostos a seguir.

3.3 A Utilização das Soluções Químicas no Tratamento da Água e na Agricultura, e sua Interferência no Modo de Vida das Pessoas

Com o intuito de reconhecer que a água que se retira da torneira é uma solução e de refletir sobre a importância de se preservar este recurso natural, evitando poluições e desperdícios (SILVA, 2006), os alunos, acompanhados da professora, visitaram a Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR.

Como sugere Lufti (2005), para ter um melhor aproveitamento da visita, foi orientado aos alunos anotarem os seguintes itens do roteiro de visita para posterior análise e discussão do trabalho:

- O que lhes chamou mais a atenção no tratamento da água?
- Quais são os processos de separação utilizados?
- Por que podemos dizer que a água que chega até nossas casas é uma solução e não uma única substância?
- O que podemos fazer, enquanto cidadãos, para preservar este recurso?
- De que forma os agrotóxicos podem prejudicar a qualidade da água que usamos?

Durante a visita foi possível observar o processo de tratamento da água e análise das etapas de separação dos componentes. Como procedimento característico da Companhia, os alunos receberam orientações de funcionários, que explicaram desde o processo de obtenção da água dos rios, passando por suas etapas de tratamento, até chegar ao ponto em que fica própria para consumo humano.

O responsável técnico da companhia relatou os processos de coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação, utilizados no tratamento da água retirada do rio. Cada etapa foi explicada com detalhes, elencando as substâncias dentre as quais: sais, ácidos, hidróxidos, gases e outras soluções, aplicadas nos processos de separação da mistura e no controle físico, químico e biológico da água a ser consumida.

Surgiram muitos questionamentos por parte dos alunos, que foram prontamente respondidos pelo técnico e anotados em diário de campo para serem analisados. Dentre os questionamentos discutidos no decorrer das atividades, estão

os seguintes: “Tem alguma coisa que não se consegue controlar? Como por exemplo, deve-se manter o pH igual a 7” (Aluno 33 – Turma A) “Como é corrigido o pH da água?” (Aluno 30 – Turma B), “Para que serve o deionizador?” (Aluno 13 – Turma B) “Você falou em turbidez, como ela é verificada se a água está boa?” (Aluno 19 – Turma B)

Como apresentado, algumas questões englobam diversificados conteúdos da Química, os quais possuem estreita relação com o estudo das Soluções, demonstrando que a construção do conhecimento químico pode extrapolar a estrutura curricular, possibilitando ao aluno compreender suas interligações dando maior significado ao estudo da ciência.

Outras perguntas indicavam a reflexão dos alunos sobre aspectos sociais e políticos do tratamento da água, como a do Aluno 16 – Turma A: “Quais as cidades que essa rede abastece?”, do Aluno 32 – Turma B: “E aquela água que a gente toma, de poços, é boa pra ser consumida? No interior tem muito disso” e do Aluno 30 – Turma B: “Então o flúor colocado na água é para ajudar a proteger os dentes? E esse tratamento só foi implantado em 1985, por isso que as crianças faziam enxague de flúor na escola antigamente?”. Os alunos puderam perceber a responsabilidade social do tratamento da água, que vai além de receber na torneira de casa um produto apresentável para ingerir. Na relação política e cultural, os alunos consideraram como um direito de todos receberem um produto adequado para o consumo ou, ainda, serem orientados, no caso de possuírem poços artesianos, para se certificarem da qualidade da água que estão consumindo. O que demonstra a consciência dos alunos sobre o compromisso da ciência com a cidadania, como argumentam Santos e Schnetzler (2003).

As questões levantadas pelo Aluno 17 – Turma A sobre “Qual a quantidade de água tratada diariamente?”, do Aluno 02 – Turma A: “Se caso algum equipamento estragar tem como ser repostado rapidamente sem afetar o tratamento da água?”, do Aluno 07 – Turma A: “Quantas bombas precisam para retirar a água do rio e trazê-la até aqui?” e do Aluno 31 – Turma B: “Com que pressão a água sai da estação de tratamento?”, possibilitaram reflexões sobre aspectos tecnológicos, políticos e econômicos vinculados ao processo de tratamento da água.

As figuras 6, 7, 8 e 9 identificam alguns momentos da visita de estudo em que foi possível abordar outros conceitos químicos como, por exemplo, separação de misturas, turbidez e processo de adição de cloro (cloração) da água.



Figura 5 – Visita à SANEPAR – Turbidez da água
Fonte: Arquivo da autora (2011)



Figura 6 – Visita à SANEPAR – Tanques de tratamento da água
Fonte: Arquivo da autora (2011)



Figura 7 – Visita à SANEPAR – Apresentação das normas de tratamento da água
Fonte: Arquivo da autora (2011)



Figura 8 – Visita à SANEPAR – Cloração: etapa final do tratamento da água
Fonte: Arquivo da autora (2011)

Devido à grande quantidade de questionamentos e o pouco tempo para aprofundamento das respostas, houve a necessidade de anotar muitas das perguntas para serem retomadas posteriormente em sala de aula, considerando também, a riqueza de informações químicas possíveis de serem trabalhadas.

Nesse sentido, esta atividade conduziu os alunos a conhecerem não apenas as aplicações das Soluções químicas como, também, levaram-nos a perceber como os conceitos da ciência estão interligados a outros aspectos como sociais, políticos, econômicos tecnológicos e, até mesmo, culturais, como propõe o enfoque CTS, citado por Auler e Bazzo (2001), Auler (2007) e Bazzo (2010).

Os alunos realizaram uma série de questionamentos, entre os quais se destacam: Quais cidades são amparadas pela SANEPAR de Rio Negro e por que isso ocorre? A partir de que data começaram os trabalhos da rede? Quais são as principais causas de poluição do rio que fornece o abastecimento de água? Onde se localiza a nascente desse rio? Por que muitas pessoas do interior não possuem rede de água e esgoto em suas residências? Quais os riscos a que as pessoas se expõem ao acreditarem que a água é adequada para o consumo? Quais substâncias são acrescentadas à água durante o tratamento? Como são feitas as análises? Com que frequência é realizada a manutenção dos equipamentos e reservatórios? De onde provêm os recursos financeiros utilizados? Por que falta água no período de enchentes?

A visita à SANEPAR motivou os alunos a aprenderem e a reverem diversificados conceitos químicos como pH, reações de neutralização, turbidez, processos de separação de misturas, densidade, ligações químicas, compostos inorgânicos, além de soluções. Também oportunizou abordar de forma contextualizada, por meio dos questionamentos e visualização das etapas de tratamento da água, uma gama de conceitos relacionados às aplicações das Soluções Químicas. Com isso, foi possibilitado ao aluno compreender melhor os conceitos químicos, percebendo que estes são constituídos e criados pelo pensamento humano, numa construção histórica e cultural, configurando assim, um saber possível de ser aprendido (Chassot, 2004; 2010), como por exemplo, na verificação da “necessidade de se colocar solução de flúor na água para prevenir problemas dentários” (Aluno 17 – Turma A).

Aproveitou-se também para provocar mais algumas reflexões como: E quem não tem acesso à água tratada? Como ficam essas pessoas? Será que todos na sociedade têm acesso à ciência e à tecnologia da mesma maneira? Que influências e fatores estão por traz disso?

Os alunos, cerca de 80%, em seus relatórios de visita, mostraram-se reflexivos quanto aos questionamentos e responderam que nem todos os cidadãos gozam de seus direitos, como relata o Aluno 04 – Turma A: “Como moro no interior conheço muita gente que possui poço artesiano e que pode estar consumindo uma água contaminada porque não chega a rede de tratamento até lá”.

A reflexão do Aluno 26 – Turma B sintetiza a opinião dos demais colegas quanto ao acesso à ciência e à tecnologia apontando que “O poder econômico

direciona isso porque quem possui mais dinheiro consegue ter acesso a melhores recursos, como é o caso das novas tecnologias de hoje em dia, então isso não é igual para todos e quem é pobre sempre sai perdendo”. Os alunos relacionaram o desenvolvimento científico e tecnológico aos recursos financeiros disponibilizados, portanto restrito a uma determinada parcela da população, não configurando um direito comum, mas sim, como um fator que gera exclusão social e conflitos entre as pessoas (Pinheiro, Silveira e Bazzo, 2007).

Tais reflexões acentuam a afirmação de Chassot (2010) ao relatar que nossa responsabilidade maior ao ensinar Ciências é procurar que nossos alunos e alunas se tornem mais críticos, no anseio de que, com o fazer educação, os estudantes possam tornar-se agentes de transformação, para melhor, do mundo em que vivemos.

Ainda durante a visita, o Aluno 12 da turma B perguntou ao técnico da SANEPAR:

O senhor sabe se grande número de pessoas com câncer em nossa cidade pode estar relacionado com o consumo da água? Será que a água que bebemos pode estar contaminada com alguma substância que pode causar essa doença?

O técnico respondeu que a princípio não, que a água que sai da estação de tratamento é de qualidade, apta para o consumo, correspondendo às determinações legais, mas que anos anteriores, pesquisadores de universidades vizinhas, estiveram na rede de tratamento para coletar amostras da água com a mesma hipótese de ser o fator desencadeador do câncer na comunidade, porém nenhum resultado ou retorno foi apresentado.

Isso gerou questionamentos entre os alunos e, como a grande maioria é proveniente de famílias de agricultores, surgiu uma nova reflexão pertinente de estudo, em ambas as turmas, sobre as consequências do uso de agrotóxicos, próximo foco de análise.

Nos relatórios descritivos, todos os alunos disseram que gostaram muito de realizar essa atividade, apontando estarem surpresos com as observações e análises feitas durante a visita, como exemplifica a fala do Aluno 13 – Turma A “Gostei de visitar a SANEPAR, achei a atividade muito interessante, nunca pensei que a água precisava passar por todo esse tratamento até chegar às casas.” Com

isso, o ensino adquire sentido para o aluno, fazendo-o perceber as relações existentes no processo de tratamento da água até se obter o produto final adequado para seu consumo.

3.4 A Percepção dos Alunos Sobre as Propriedades das Soluções Químicas na Demanda de Produtos Agrícolas Considerando seus Interesses e Implicações Sociais

O tema controverso sobre agrotóxicos foi abordado em sala, inicialmente, por meio de reportagens retiradas de *sites da internet* e encontradas no anexo A deste trabalho, sobre a contaminação do leite materno por produtos agrícolas no estado do Mato Grosso, fato ocorrido no primeiro semestre de 2010.

No período de duas aulas, foram propostas aos alunos as atividades de leitura e discussão, sobre o conteúdo das reportagens e de análise e síntese, em dupla, sobre o que foi explanado no grande grupo, por meio de questionário (Apêndice D). As perguntas que compunham a atividade relacionavam as interferências da tecnologia e da ciência na sociedade, considerando as implicações do uso de agrotóxicos e a responsabilidade do Técnico em Agropecuária.

Nas respostas, os alunos reconhecem que o uso incorreto dos produtos agrícolas pode agravar os problemas à saúde da população, sendo que os interesses financeiros prevalecem sobre o valor humano quando o assunto é produção agrícola. Isso pode ser constatado por meio da afirmação do Aluno 15 – Turma B: “O interesse é ter um bom lucro sobre a produção a ser comercializada, não ter perdas na produtividade, assim, utilizam mais agrotóxicos do que é permitido para que o produto tenha maior resistência e durabilidade no mercado consumidor”.

Para o Aluno 04 – Turma A: “Os interesses ligados ao problema discutido nessa reportagem, referem-se à maior produtividade nas lavouras e mais dinheiro para os agricultores, como para as indústrias de agrotóxicos”.

O Aluno 17 – Turma A acrescenta os aspectos sociais e ambientais relacionados ao uso dos agrotóxicos: “pensa-se apenas em vender mais produtos, no lucro, sem pensar nas consequências à saúde das pessoas e nos prejuízos ao meio ambiente, com a aplicação desses agrotóxicos”.

Em discussão com o grupo, os alunos mostraram-se surpresos e assustados com a informação apresentada pela reportagem de que na maioria das amostras contaminadas por agrotóxicos, foi encontrada a substância Dicloro-Difenil-Etano (DDE), derivada do Dicloro-Difenil-Tricloroetano (DDT), produto proibido desde 1998 por causar infertilidade e abortos, como divulga a reportagem. A fala do Aluno 03 – Turma B representa a percepção dos demais alunos sobre a informação apontada no texto de divulgação científica.

É um absurdo usarem produtos como o DDE e DDT que já foram proibidos por lei porque podem matar as pessoas nas lavouras. O governo deve fiscalizar melhor o comércio e a utilização dos produtos agrícolas para que não aconteça mais esse tipo de intoxicação da população.

Praia, Gil Pérez e Vilches (2007), ilustram que na batalha contra o uso do DDT, a bióloga Raquel Carsons no livro *Primavera Silenciosa (Silent Spring)* alerta para os efeitos nocivos do produto. A obra sofreu fortes repressões da indústria química, de outros cientistas e de representantes políticos. Contudo, após dez anos da publicação da obra, o produto foi proibido em vários países, com exceção dos caracterizados como “em desenvolvimento”. Os autores relatam que a batalha de Carsons contou com o apoio dos cidadãos para fazer valer a proibição do uso do DDT. Dessa forma, torna-se inadmissível que, atualmente, a sociedade ainda sofra os efeitos nocivos do uso indiscriminado de produtos como esse.

Como sugerem Santos e Auler (2011) em relação à reflexão sobre as implicações e responsabilidades da ciência e da tecnologia na sociedade, o tema controverso apresentado pelas reportagens, possibilitou ainda, as seguintes análises pelos alunos:

A ciência e a tecnologia devem trabalhar juntas para desenvolver produtos e técnicas que não sejam tão prejudiciais para a saúde, desenvolvendo pesquisas e informando a sociedade para que a mesma possa atuar de acordo com as novas descobertas. (Aluno 29 – Turma B)

O aluno entende que a ciência e a tecnologia apresentam uma estreita relação, possuindo grande responsabilidade não apenas pelo desenvolvimento de produtos agrícolas que, muitas vezes, não trazem benefícios para a população, mas também na socialização do conhecimento. Dessa forma, o trabalho com temas

controversos no ensino de Química torna-se uma possibilidade de promover a ACT como discutem Auler (2003) e Chassot (2010).

O Aluno 19 – Turma B chama a atenção para a escassez dos recursos naturais e para a questão do lixo tecnológico, vejamos a sua fala:

A ciência elabora teorias, explica e faz as coisas para gerar produtividade. Essa produtividade depende da tecnologia a ser adotada, mas a sociedade vai se acostumando, à medida que aparecem mais coisas novas com mais informações e qualidade, o outro produto é esquecido. Há uma grande responsabilidade desses setores onde algo pode ser reaproveitado. Essa demanda de novos produtos causa a escassez de recursos naturais e aumenta a quantidade de lixo tecnológico descartado no meio ambiente.

O aluno percebe que a sociedade e o mundo natural estão à mercê das descobertas da CT, recebendo mais consequências do que benefícios como discutem Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007). Visando aprofundar este assunto, solicitou-se aos alunos a análise das informações contidas nos rótulos dos agrotóxicos mais utilizados na região, considerando tanto os produtos encontrados na fazenda-escola, como na propriedade familiar dos alunos. Foi proposto a eles o estudo sobre os principais componentes químicos presentes na mistura, o cálculo da concentração dos principais compostos, informações sobre preparo, diluição e cuidados de aplicação do produto na agricultura e no descarte dos resíduos.

Posteriormente, os alunos preencheram uma ficha técnica com as principais informações contidas nos rótulos dos produtos, que deveriam ser diferentes, ou ao menos, de laboratórios e nomes distintos. As fichas preenchidas foram socializadas entre os alunos da sala, o que gerou muitos comentários após serem analisadas, sendo que, ao término desta atividade, as fichas técnicas sobre os agrotóxicos foram compiladas em arquivos e disponibilizadas para consulta de outros alunos, na biblioteca da escola como forma de demonstrar a construção do conhecimento (MORTIMER, 2000).

Os alunos descobriram que alguns produtos de nomes diferentes apresentam a mesma composição química, que alguns rótulos não descrevem claramente os cuidados necessários ao se manusear o agrotóxico ou de como descartar corretamente seus resíduos, e muitos alunos, declararam desconhecer os malefícios de alguns defensivos utilizados com frequência nas propriedades da família. Nesse sentido o aluno 21 – Turma A comenta: “Olhando esses rótulos a gente percebe que os componentes são praticamente os mesmos só muda o nome

do produto”. O aluno 08 – Turma B relata sua dificuldade em encontrar as informações quanto aos cuidados necessários no uso do produto pesquisado: “nesse rótulo não está claro os cuidados e precauções que temos que ter com o produto, aí fica difícil né!”.

Entre os itens a serem preenchidos na ficha técnica, constavam os possíveis benefícios e malefícios do uso do produto, possibilitando aos alunos refletirem sobre as consequências da aplicação incorreta dos defensivos agrícolas na lavoura. As principais descrições dos alunos em relação aos benefícios do uso dos agrotóxicos pesquisados foram: “Corta o ciclo da planta daninha” (Alunos 04 e 29, Turma B); “Age no controle de pragas como: pulgões, moscas, cigarrinhas, em várias culturas” (Alunos 30 e 31, Turma A); “Previne as doenças da planta como, amarelão ou podridão da raiz” (Alunos 10 e 11, Turma A); “Não há benefícios nem para a planta, pois interrompe a produção de proteína” (Alunos 27 e 33, Turma A) e “Paralisa o ciclo de Krebs das células fungicidas e também previne contra a oxidação aeróbica pela célula do fungo” (Alunos 2 e 6, Turma B).

Como apontado pelas descrições e relatado pelos alunos durante a socialização das fichas técnicas, cada produto age em específico para um problema encontrado na lavoura, assim, o produto que atua no controle de pragas não pode ser utilizado para prevenir doenças ou combater plantas daninhas. Dessa forma, muitas vezes a agricultura recebe vários tipos de defensivos agrícolas antes de chegar à mesa do consumidor. Por meio das reflexões e diálogos entre o grupo, os alunos perceberam a necessidade de tomar certos cuidados com o manejo dos produtos agrícolas, para que seja ofertado um alimento de qualidade ao consumidor sem trazer prejuízos à sua saúde, como no comentário do Aluno 04 – Turma B, “Nem sempre as verduras são o melhor alimento, porque colocam na sua cultura um produto pra combater certa praga, outro pra outra. O certo mesmo é fazer controles alternativos pra não usar tanto veneno”.

O outro item analisado considerou os malefícios decorrentes do uso de agrotóxicos, relacionados com aspectos ambientais, representado na descrição dos Alunos 30 e 31 – Turma A: “Se aplicado de maneira incorreta é prejudicial ao meio ambiente, classe III: produto perigoso ao meio ambiente”. Sobre a contaminação dos recursos naturais, os Alunos 1, 2 e 12 – Turma A declaram que: “Agride o meio ambiente, é tóxico ao ser humano podendo levar à morte, intoxica o solo e a água”, considera-se que o termo “intoxica” utilizado pelos alunos tem conotação de

contaminação. Os Alunos 04 e 29 – Turma B acrescentam que pode ocorrer “contaminação do solo, intoxicação do aplicador, possível desequilíbrio ambiental” pelo uso inadequado dos produtos agrícolas.

Os Alunos 21 e 32 – Turma B alertam que, ao invés de trazer benefícios, os agrotóxicos poder interferir na produtividade da cultura quando descrevem que “causa desequilíbrio ecológico e mata a cultura principal”. Confirmando tal afirmação, os Alunos 02 e 06 – Turma B, citam que “o uso exagerado do produto causa fitotoxicidade nas culturas, além de poder trazer complicações para o ser humano, tanto para quem aplica o produto, quanto para quem o consome.

Apesar dos agrotóxicos serem diferentes em sua composição e atuarem para diferentes problemas encontrados na plantação, todos trazem, de alguma forma consequências negativas, principalmente, se forem inadequadamente aplicados. Uma interessante polêmica surgiu nesta etapa da atividade. Em ambas as turmas, as reflexões foram parecidas sobre o que realmente estamos comendo. A fala do Aluno 19 – Turma B evidencia essa situação: “Pensando bem, hoje em dia comemos todo tipo de produto químico, menos o alimento original, a verdura, a fruta... agora entendo quando minha avó fala que a gente morre pela boca...”.

Aproveitou-se para proporcionar, mais uma vez, reflexões sobre as implicações da ciência e da tecnologia na sociedade, reconhecendo que nem sempre a ciência e a tecnologia são colocadas para garantir o bem estar das pessoas. Silveira e Bazzo (2009) discutem que para que o desenvolvimento científico e tecnológico seja menos excludente, há a necessidade de se levar em conta os reais problemas da população, os riscos técnico-produtivos e a mudança social, os autores declaram ainda, que é preciso repensar e redimensionar o papel da ciência e da tecnologia na sociedade.

A preocupação com a alimentação desencadeou novos comentários, permitindo aos alunos encontrar na agricultura orgânica a resposta para evitar contaminações por meio de agrotóxicos, como exposto pelo Aluno 3 – Turma B: “Apesar de a agricultura orgânica dar mais trabalho e da produção não ser tão viçosa como a tratada com agrotóxicos, no final vale a pena se for pensar na saúde das pessoas que vão se alimentar desse produto”.

O Aluno 33 – Turma A, traz uma nova reflexão sobre a produtividade e o preço do produto: “Uma opção é a agricultura orgânica. Só que a produtividade da

agricultura orgânica é menor do que a da convencional, por isso os produtos são mais caros. Tem muita gente que não compra produto orgânico por causa disso”.

Dessa maneira, por meio da educação científica e tecnológica (AULER, 2003; AULER e DELIZOICOV, 2001; CHASSOT, 2010), os alunos enquanto indivíduos sociais foram instigados a refletirem também, sobre sua responsabilidade enquanto futuros técnicos em agropecuária no uso de defensivos agrícolas, e em seu papel como cidadãos que precisam estar preparados para se posicionarem frente às interferências da ciência e da tecnologia no contexto em que vivem.

Trata-se, portanto, de uma educação em que, segundo Santos e Mortimer (2009), os alunos podem refletir sobre a sua condição no mundo, frente aos desafios postos pela ciência e tecnologia que, como afirmam os autores, promova discussões de valores e reflexões críticas que possibilitem ao aluno desvelar a condição humana.

3.5 A Importância da Divulgação Científica na Participação Social e de Responsabilidade Cidadã e Profissional do Técnico em Agropecuária na Perspectiva da ACT

Como descrito no referencial teórico deste trabalho, compreende-se que a alfabetização científica e tecnológica (ACT) se apresenta como uma possibilidade do aluno em constituir a apropriação de uma cultura científica e do uso dos seus códigos para explicar os fatos e fenômenos que o cercam, relacionando as manifestações do Universo com o conhecimento adquirido em sala de aula (AULER, 2003; AULER e DELIZOICOV, 2001; CHASSOT, 2010; DEMO, 2010).

Para isso, considera-se fundamental instigar os alunos a expressarem suas ideias e reflexões acerca das interferências da CT na sociedade em que vivem e a tomadas de decisões. Sendo assim, utilizaram-se nas atividades apresentadas na proposta de ensino, diversificados recursos de divulgação científica como reportagens, artigos de RDC, textos de livros, pesquisas na *internet* e análise de filmes, visando possibilitar ao aluno ampliar suas oportunidades de um aprendizado mais crítico e consciente.

Para tanto, os recursos de divulgação científica foram aplicados em vários momentos da proposta de ensino, o que teve como objetivo estimular os alunos a se sentirem parte da sociedade em que vivem fazendo com que tenham interesse pelos seus problemas e participem das reflexões decorrentes das interações ciência-tecnologia-sociedade como apresentado anteriormente no quadro 4.

As atividades relativas à importância da divulgação científica como forma de participação social e de responsabilidade cidadã e profissional do Técnico em Agropecuária na perspectiva da ACT, foram desenvolvidas, de forma geral, por meio de temas controversos. Entendendo que esses temas contribuem para a inserção de discussões sócio-científicas, relacionadas à ética e problemas ambientais contemporâneos (SANTOS e AULER, 2011), como verificado nas análises a seguir:

1. Contaminação do leite materno por agrotóxico:

Este tema controverso foi discutido em sala, como anteriormente mencionado, por meio de reportagens da *internet*. Um dos questionamentos dessa atividade recaiu sobre como os alunos compreendem a importância do técnico em agropecuária em relação ao caso de contaminação do leite materno por agrotóxicos, e qual a sua responsabilidade enquanto cidadão e futuro técnico nesse caso, como apontado pelo Aluno 3 – Turma B:

Alguns técnicos trabalham na venda de defensivos agrícolas. Então o técnico deve saber muito bem o que está vendendo para o agricultor, receitando o produto correto para sua lavoura. E caso a empresa para a qual trabalha estiver comercializando produtos proibidos, ilegais, o técnico deve refletir muito antes de vender, pois a empresa só pensa no dinheiro que irá receber e não pensa na vida do agricultor e das pessoas que poderão ingerir o produto, isso para eles não importa.

Sobre a responsabilidade do técnico em agropecuária, para que tenha consciência sobre as implicações sociais de suas atividades profissionais, o Aluno 04 – Turma A, enfatiza que:

O técnico em agropecuária tem uma grande responsabilidade sobre esse assunto. Ele deve alertar e explicar para os agricultores sobre o uso correto do produto, tendo consciência na hora de fazer o receituário agrônomo para não exagerar na dosagem do produto a ser aplicado na lavoura. (Aluno 4 – Turma A)

Complementando a fala do colega o Aluno 01 – Turma A, expõe:

O técnico deve fiscalizar as propriedades, para verificar se os agrotóxicos usados são aprovados por lei, observando se a dosagem usada é correta. Também deve orientar o produtor sobre os riscos dos agrotóxicos para a saúde das pessoas e para o meio ambiente.

Nos relatos, todos os 55 alunos demonstraram estar mais conscientes acerca das implicações sociais de sua responsabilidade enquanto futuros técnicos em agropecuária, principalmente na orientação dos produtores para a aplicação correta do produto, na propriedade. Reforçando a afirmação de Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007), ao descreverem que o enfoque CTS incorpora ao currículo o desenvolvimento de valores e atitudes, a formação do indivíduo enquanto cidadão consciente, ético, com autonomia intelectual e pensamento crítico.

2. Agrotóxicos, agricultura e sustentabilidade:

Apesar de não ocorrer de forma intencional, o tema controverso agrotóxico foi amplamente discutido com os alunos, de maneira interdisciplinar. A participação dos professores de Língua Portuguesa, Arte, Sociologia e Horticultura resultou da motivação dos alunos pelos temas discutidos nas aulas de Química. Em reunião informal, cada professor tomou ciência da pesquisa e propôs como iria contribuir para a aprendizagem interdisciplinar dos alunos. A importância da interrelação ocorrida entre as disciplinas foi inquestionável na formação dos técnicos em agropecuária, principalmente, por ter trabalhado de maneira abrangente entre as diferentes áreas do conhecimento.

Na disciplina de Língua Portuguesa, os alunos tiveram a possibilidade de assistir a filmes relativos ao uso dos agrotóxicos e à agricultura orgânica, e de realizar pesquisa sobre o tema na internet, proporcionando maior suporte teórico para a construção de *folders* informativos sobre o tema. Com isso, os recursos de divulgação científica foram tanto utilizados, como construídos pelos alunos.



Figura 9 – Alunos realizando pesquisa em sites na internet.
Fonte: Arquivo da autora (2011)

Por meio de seminário e debates, nas aulas de Sociologia, discutiu-se sobre os impactos da ciência e da tecnologia sobre o contexto social. Os alunos, divididos em três grupos, receberam uma pergunta, que deveria ser apresentada a todos da sala, por meio de respostas, ideias, atitudes e questionamentos. Também confeccionaram cartazes (Figuras 10, 11 e 12) com mensagens de alerta para o uso inadequado dos defensivos agrícolas que foram fundamentais para alertarem os demais alunos da escola sobre os riscos de comerem alimentos do pomar e da horta após a aplicação dos defensivos agrícolas, sem respeitarem o tempo de ação do produto, o que, corriqueiramente, era feito pelos alunos, trazendo sérios riscos à saúde.



Figura 10 – Cartaz informativo sobre o uso de agrotóxicos
Fonte: Arquivo da autora (2011)

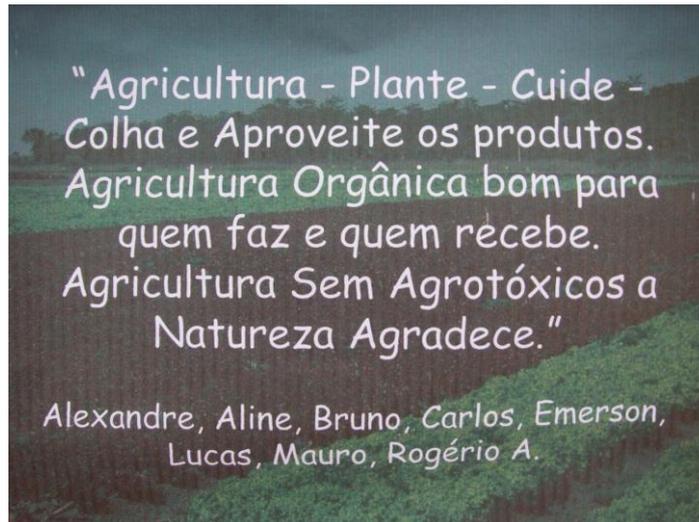


Figura 11 – Cartaz informativo sobre as vantagens da agricultura orgânica - 1.
Fonte: Arquivo da autora (2011)

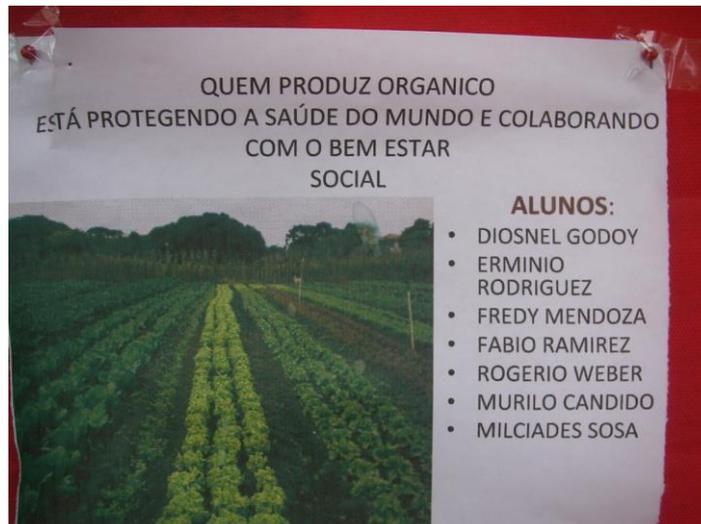


Figura 12 – Cartaz informativo sobre as vantagens da agricultura orgânica - 2.
Fonte: Arquivo da autora (2011)

Nas aulas de Horticultura e Química, as atividades analisaram os agrotóxicos utilizados na produção agrícola da fazenda-escola e das propriedades familiares dos alunos. Por meio de verificação das informações apresentadas pelos rótulos dos produtos, os alunos puderam perceber as consequências da aplicação ou descarte incorreto dos agrotóxicos, tanto para o cultivo dos alimentos, quanto para os recursos naturais e a saúde humana, encontrando na agricultura orgânica a resposta para aliar produção, comercialização e saúde.

O caso simulado foi outra atividade utilizada em sala, para discutir os interesses relacionados ao tema controverso (LEAL, 2003). Nessa atividade, os alunos incorporaram papéis e defenderam seus pontos de vista com o intuito de

persuadir os demais sobre sua validade. Para isso, realizou-se a leitura e discussão dos textos “Agrotóxicos: de mocinho a bandido” e “Agricultura e desenvolvimento sustentável” que se encontram no anexo A e, posteriormente, os alunos foram divididos em cinco grupos de atores sociais sendo:

Grupo 01: adeptos dos agricultores.

Grupo 02: defensores dos comerciantes de agrotóxicos.

Grupo 03: intercessores dos cidadãos.

Grupo 04: representantes da indústria alimentícia.

Grupo 05: reivindicantes dos ambientalistas.

A fala de defesa dos alunos do grupo 01 ficou marcada pelo comentário do Aluno 11 – Turma A:

Somos nós, os agricultores que colocamos o alimento na mesa da população. Sem nosso trabalho muitas pessoas não teriam o que comer. Queremos produzir cada vez mais, assim acabaremos com a fome no país. Se caso usamos agrotóxicos em nossas culturas é porque precisamos combater as pragas da lavoura para garantir a produção. Então reivindicamos que os fabricantes de produtos agrícolas desenvolvam agrotóxicos que prejudiquem menos a saúde da população e que sejam mais eficientes no combate aos problemas da lavoura.

Na fala apresentada pelo grupo 01, percebe-se que a defesa organizada pelos alunos adeptos aos agricultores recaiu sobre a importância do trabalho dessa classe para manter a produção de alimentos. Justificando o uso de agrotóxicos, os alunos alegaram que para que seja beneficiada a cultura, é necessário combater as pragas, utilizando tais produtos. No entanto, reconhecem que isso pode trazer prejuízos para a população, porém não responsabilizam a classe pelas possíveis consequências do uso dos agrotóxicos em suas lavouras.

O grupo 02 expôs a seguinte defesa:

Vendemos agrotóxicos para auxiliar o produtor em sua lavoura, não queremos contaminar ninguém com produtos agrícolas, mas se isso acontece a culpa não é nossa, é do agricultor que não leu as informações que estavam nos rótulos sobre a maneira certa de usar o produto. Aluno 22 – Turma B

Em defesa dos comerciantes de agrotóxicos, o grupo de alunos utilizou o argumento de que sua atividade não prejudica diretamente o consumidor nem o

ambiente, pois quem aplica o produto na lavoura é o agricultor. No papel de defesa do comerciante, quem vende os produtos agrícolas não possui responsabilidade para com seu uso, cabendo ao agricultor se inteirar do processo correto de aplicação. Contudo, os alunos do grupo 05 questionaram quanto ao comércio de agrotóxicos proibidos por lei. O grupo 02 defendeu que todos os produtos que comercializam estão dentro da legislação vigente e que desconhecem o fato.

A participação da sociedade no debate foi apresentada pelo grupo 03 que enfatizou sua fala na seguinte argumentação:

Somos os que mais sofrem com a ganância de vocês agricultores, comerciantes e industriais. Vocês só visam o lucro, a produtividade, nem pensam nos males que causam à população. Os produtos orgânicos são mais saudáveis, mas nem todos têm condições de comprá-los porque são também mais caros. Queremos a garantia de produtos de qualidade em nossa mesa sem pagar mais por isso, porque muitas vezes não sabemos o que realmente estamos comendo. Aluno 3 – Turma B

A reivindicação dos representantes da sociedade demonstrou como o lucro interfere na qualidade do alimento que é consumido, sendo que as pessoas com baixa renda são as mais prejudicadas por não terem condições de adquirirem os produtos orgânicos que são comercialmente mais caros que os convencionais.

Os representantes da indústria alimentícia, na fala do grupo 04, buscaram defender que:

Nós, da indústria alimentícia, somos fundamentais para estabelecer a ponte entre o produtor e o consumidor. Ofertamos uma grande variedade de produtos e cada um escolhe o que vai comer. Aluno 18 – Turma A

Assim como os demais grupos, os representantes da indústria alimentícia procuram ficar isentos da responsabilidade de fornecer ao consumidor, um produto que pode trazer malefícios à saúde. Para esta classe, sua função está apenas em garantir que o alimento seja repassado do produtor ao consumidor, sem maiores compromissos.

Por fim, reivindicando a posição dos ambientalistas, o grupo 05 amparou sua fala pelo argumento:

Cada um aqui defende apenas a sua posição. Estamos aqui em nome de todos, porque todos irão sofrer com as consequências do uso exagerado de agrotóxicos e de outros produtos que poluem nossos recursos naturais. Precisamos nos conscientizar de que optando pela agricultura orgânica

estaremos fazendo bem a nossa saúde e ao nosso ambiente, deixando um mundo sustentável para as próximas gerações. Aluno 5 – Turma B

A representação feita pelo grupo 05 propôs reflexões sobre o papel que cada instância social possui para que a população não sofra com a contaminação de agrotóxicos, por meio dos alimentos consumidos. Incorporando a posição dos ambientalistas, os alunos sugerem que se opte pela agricultura orgânica, por ser esta uma forma sustentável de produção que evita o desgaste dos recursos naturais.

Após apresentadas as defesas de cada grupo como solicitado pela atividade, os alunos discutiram qual a melhor argumentação de defesa, independente do papel assumido. Em consenso, os alunos concluíram que o argumento dos ambientalistas foi o mais bem elaborado, por priorizar a preservação do ambiente e o bem-estar da população sobre a lucratividade.

Apesar de incorporarem papéis, os alunos entenderam que esta atividade possibilitou-lhes compreender sobre o posicionamento de cada setor relacionado à sociedade agrícola, em relação ao uso dos agrotóxicos. Por meio desta atividade de caso simulado, os alunos puderam perceber as implicações de cada uma dessas representações no modo de produção agrícola, e de como a sociedade e o ambiente estão suscetíveis aos aspectos econômicos desse mercado, como relatam os Alunos 03 e 10 – Turma A: “não é apenas produzir e consumir o produto porque existem muitos fatores ligados a isso, que vão desde os impactos ambientais até o preço final que é repassado para a sociedade do consumo”.



Figura 13 – Organização das equipes para o trabalho com caso simulado.
Fonte: Arquivo da autora (2011)

3. A utilização dos conceitos científicos como forma de manipulação social:

Com o intuito de proporcionar aos alunos a reflexão sobre como os conceitos científicos podem sofrer modificações em seus estudos e podem ser utilizados como forma de controle social, apresentou-se aos alunos o filme Sherlock Holmes.

Na trama da história, vários incidentes ocorrem com o uso de soluções químicas e de conhecimentos científicos que, por serem desconhecidos, afligem a população leiga. De forma divertida e ilustrada os alunos tiveram a oportunidade de relacionar fatos históricos da ciência, com cenas fictícias do filme, como sugere Leal (2003). Na análise do filme foi proposto aos alunos que respondessem a seguinte questão:

- Na prática de seu ofício, Holmes acreditava que “a detecção é, ou deveria ser, uma ciência exata”. Porém, durante seu trabalho de investigação, constantemente o personagem aperfeiçoava seus métodos, que se baseavam basicamente em três princípios – a observação, a dedução e o conhecimento. Considerando o exposto e que os estudos científicos sofrem regularmente modificações, elabore um texto relacionando cenas do filme em que isso aconteceu e outras atividades da ciência que sofreram modificações.

Essa questão objetivou mostrar que os estudos científicos são questionáveis e expostos a mudanças e que, portanto, deve-se questionar constantemente o que é apresentado pela ciência e, em contrapartida, também, pela tecnologia. Como resposta, os alunos utilizam exemplos do estudo da Química.

Na ciência tudo muda constantemente. Na Química acreditava-se que o átomo era uma partícula maciça e indivisível, porém, aprofundando os estudos, constatou-se que ele seria formado por outras partículas (prótons, elétrons e nêutrons). No filme constatou-se que o Lorde estava morto, mas Holmes em suas investigações mostrou como a força não o matou e que o Lorde utilizou uma solução paralisante, ficando sem pulso e dando a impressão de estar morto. Outro exemplo é o da tabela periódica, que quando foi organizada, tinha apenas 63 elementos, porém com estudos, chegamos hoje a ter, aproximadamente, 120 elementos. Alunos 1 e 12 – Turma A

Os alunos 04 e 07 – Turma A, também conseguiram relacionar estudos da química que sofreram modificações ao longo do tempo.

O filme mostrou que muitas experiências que eles faziam para descobrir quem era o culpado se baseavam em métodos que não davam certo. Isso

acontece na realidade também, pois as coisas na química também se modificam como o conceito do átomo.

Assim, entende-se que esta etapa da proposta de ensino possibilitou aos alunos o entendimento de que a ciência está em constante processo de transformação e de que ela pode influenciar muitos aspectos sociais.

Outra possibilidade foi a de demonstrar, como os conceitos químicos podem ser apresentados na sequência de um enredo ou história. Assim, para finalizar as atividades, os alunos deveriam desenvolver uma história ilustrada, com base em textos encontrados em RDC, utilizando uma linguagem mais acessível, com o propósito de esclarecer a população na visita do dia de campo, previsto no calendário da escola, sobre as implicações sociais da ciência e da tecnologia (ZAMBONI, 2001). Para tanto, eles tiveram a liberdade de escolher o tema para realizar o trabalho, porém este tema deveria apresentar relação com o conteúdo de Soluções químicas.

3.6 Divulgação do Conhecimento Construído: Apresentação dos Trabalhos Para a Comunidade Escolar

Com o objetivo de demonstrar aos alunos sua responsabilidade na construção e divulgação do conhecimento científico, essa etapa da proposta de ensino ampliou seu contexto de sala de aula para inserir na análise a participação social da comunidade escolar, por meio da exposição dos trabalhos desenvolvidos.

Em decorrência das discussões e análises CTS possibilitadas pelas atividades anteriores, nessa etapa os alunos foram instigados a analisarem artigos ou textos encontrados em revistas de divulgação científica (RDC) que abordassem temas controversos, relacionados aos conceitos de Soluções químicas, para que, posteriormente, reescrevessem seu conteúdo em forma de história, numa linguagem que facilitasse sua interpretação pelos leitores. As histórias foram organizadas em forma de livros ilustrados, sendo estes expostos para a comunidade escolar no dia de visita compreendido no calendário escolar.

Para tanto, as atividades que englobam essa categoria de análise envolveram o trabalho com diferentes temas controversos encontrados em artigos

de RDC. A variedade de temas apresentados neste tópico deve-se ao fato de que os alunos, por meio de pesquisas em RDC, escolheram um artigo ou texto de seu interesse, porém que abordassem em seu conteúdo, conceitos relacionados com Soluções químicas. As RDC utilizadas pelos alunos foram Galileu, Globo Rural e Superinteressante.

Para o desenvolvimento das atividades, os alunos selecionaram os seguintes temas: lixo, energia nuclear, transgênicos, desgaste dos recursos naturais, agropecuária, drogas, camada de ozônio, petróleo, entre outros.

Após a leitura e reflexões sobre as relações entre o conteúdo da RDC e os conceitos químicos, os alunos, em duplas, elaboraram uma história ilustrada, transformando o assunto em uma linguagem química mais acessível e de fácil compreensão, considerando leitores diversificados. A inserção na didática de trabalho, de atividades que auxiliem os alunos na compreensão dos conceitos atribuídos à ciência, por meio de leitura, interpretação e reconstrução de textos científicos, pode possibilitar o processo de aprendizagem da Química de forma dinâmica, interessante e que promova a alfabetização científica e tecnológica, como respaldam Mortimer (1997 e 2000) e Chassot (2003 e 2010).

Em contrapartida, o aluno de Ensino Médio, como agente ativo no processo, tem a possibilidade de criar seus personagens, elaborar um contexto, construir seu enredo, escolhendo a melhor forma de apresentação da sua história, utilizando-se de diversificados materiais para repassar a mensagem. O aluno compreende que a interpretação da sua história depende da maneira como organiza as informações, como contextualiza os conceitos científicos e os relaciona com as ilustrações. Desta maneira a Química torna-se interessante e divertida, deixando de ser encarada como uma disciplina alheia a nossa realidade, que por anos se caracterizou como determinante no processo de retenção escolar.

Inicialmente, alguns alunos apresentaram dificuldade em escrever uma história com personagens que englobasse o assunto do texto da RDC e os conceitos químicos estudados. No entanto, com auxílio dos professores de Língua Portuguesa e Arte, as histórias foram criadas e ilustradas pelos alunos.

Durante a criação dos trabalhos, os alunos demonstraram-se entusiasmados em serem autores de um livro. Exemplificando esse fato, menciona-se a fala do Aluno 24 – Turma A: “eu achei muito legal construir esse livro, no início pensei que iria ser mais difícil, mas na verdade foi bem divertido”.

Ao final, montaram-se os trabalhos em formato de livros que foram socializados com a comunidade escolar no Dia de Campo, atividade escolar que oportuniza aos visitantes, conhecer os trabalhos da área técnica e da base nacional, desenvolvidos pelos alunos, durante o ano letivo.

Dessa forma, os trabalhos foram expostos nos corredores do colégio para serem manuseados e lidos pelos visitantes e demais alunos como demonstram as Figuras 15 e 16.



Figura 14 – Socialização dos livros no Dia de Campo da escola.
Fonte: Arquivo da autora (2011)



Figura 15 – Socialização dos livros no Dia de Campo da escola.
Fonte: Arquivo da autora (2011)

Muitos elogios aos trabalhos surgiram por parte dos membros da comunidade escolar. A mãe de um aluno relatou que não sabia que podia se

aprender Química dessa maneira e que os trabalhos estavam muito interessantes e bem feitos. Outra pessoa visitante parabenizou os alunos pelo capricho nos trabalhos e sugeriu que fossem expostos em feira municipal.

O diretor pedagógico da escola afirmou estar surpreendido com as produções dos alunos e solicitou que fosse oportunizada a exposição por um tempo maior, no espaço da biblioteca, para que os demais alunos pudessem melhor apreciar os trabalhos. Na fala da pedagoga do colégio evidencia-se que a atividade possibilitou a ACT pelos alunos: “visualizando esses trabalhos fica claro que os alunos construíram o conhecimento químico de forma crítica sobre os impactos sociais decorrentes do desenvolvimento científico e tecnológico”.

Os professores que visitaram a exposição elogiaram a iniciativa de ensino e se propuseram a realizar parcerias em outras atividades, como declara a professora de Biologia: “muito interessante essa atividade, como os alunos são criativos, podemos nos planejar para desenvolver outros trabalhos que utilizem temas em comum entre as disciplinas, vejo que isso dá certo”. O professor de Arte, que auxiliou na produção gráfica dos livros, comentou que os alunos estavam entusiasmados com as ilustrações das histórias, sendo que muitos alunos refizeram seus desenhos, buscando melhorar o trabalho. A professora de Língua Portuguesa, que contribuiu na orientação e correção das histórias escritas, relatou que a atividade de leitura, análise e reestruturação dos textos apresentados nos artigos de RDC, possibilitou aos alunos desenvolverem sua capacidade de interpretação textual e ampliação do vocabulário. A professora menciona ainda, que ficou surpresa com a motivação dos alunos com a atividade, sendo que por diversas vezes solicitaram seu auxílio em horários diferentes de aula, para que revisasse as histórias.

Em relação aos alunos que visitaram os trabalhos, muitos questionaram se também iriam escrever livros, pois já tinham em mente a história que iriam desenvolver. Foi possível verificar que os alunos tinham interesse em ler as histórias, comentando qual livro lhes chamou mais atenção, tanto pelo texto como pela ilustração.

Algumas fotos dos trabalhos foram produzidas e anexadas no *site* do colégio, o que elevou a estima dos alunos, como declara o Aluno 03 – Turma B: “vi o meu livro no *site* do colégio, achei legal, que bom que reconheceram nosso trabalho”.

O fato de terem seus livros expostos no Dia de Campo valorizou o trabalho dos alunos. Percebeu-se que estavam apreensivos com a percepção e os comentários dos visitantes. O Aluno 12 – Turma B declarou que se soubesse que tantas pessoas iriam olhar seu trabalho, teria caprichado mais.

Dentre os livros construídos pelos alunos, foram escolhidos quatro (anexados ao produto deste trabalho) para serem reproduzidos e enviados às escolas do município, como forma de divulgar o conhecimento produzido em sala, valorizando o aprendizado. Acredita-se que esta possibilidade de divulgação dos trabalhos dos alunos, valoriza o conhecimento por eles construído, indo de encontro aos objetivos da proposta CTS, de atingir o contexto social, popularizando os conceitos científicos e tecnológicos.

Com isso, o ensino estende sua dimensão social promovendo e efetivando a valorização do processo democrático do conhecimento científico, passando a ultrapassar as barreiras da sala de aula, atingindo a comunidade escolar e mostrando suas implicações e relações aos aspectos cotidianos da vida humana.

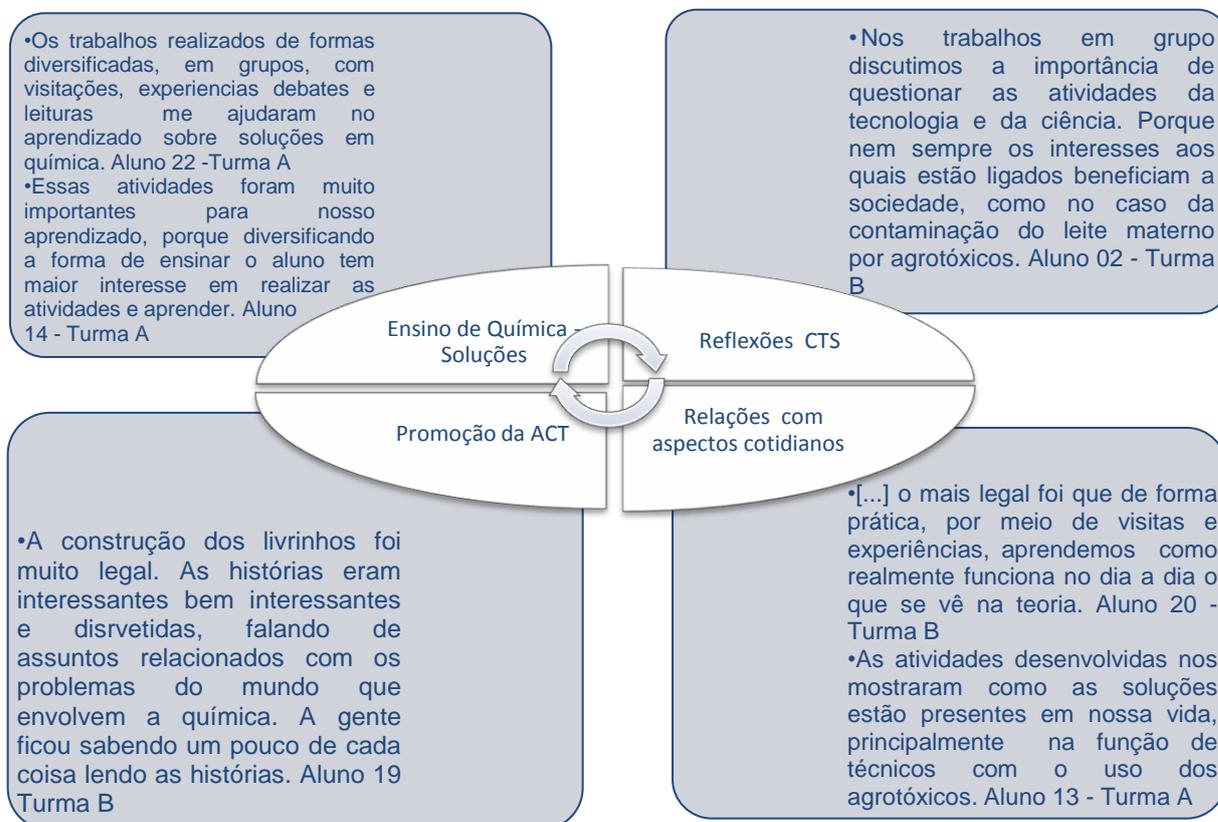
3.7 Avaliação da Proposta

Para se ter uma avaliação sobre o trabalho desenvolvido buscou-se, nesse estudo, obter a percepção dos alunos participantes sobre a proposta aplicada, por meio de relatório individual e registro de arguições orais. Por meio da opinião dos alunos sobre as atividades, objetiva-se verificar se o processo de ensino do conteúdo Soluções Químicas relacionado às atividades cotidianas com enfoque CTS contribui para a ACT dos alunos.

3.7.1 Percepção dos Alunos Sobre a Proposta de Ensino

Muitas contribuições foram apontadas pelos alunos na avaliação das atividades realizadas com base na proposta de ensino. O quadro a seguir apresenta as percepções e interrelações realizadas pelos alunos entre os conceitos químicos

trabalhados no enfoque CTS, contextualizando situações reais de modo a proporcionar a ACT.



Quadro 5 – Percepção dos alunos sobre a proposta de ensino

As análises realizadas pelos alunos em relação à proposta de ensino, em sua maioria, foram positivas, de grande aceitação. Apenas dois alunos da Turma A sugeriram que, ao final das atividades, fosse realizada uma prova individual para verificar o aprendizado dos conteúdos. O que denota resquícios da metodologia tradicional que ainda perdura nas escolas, na qual só por meio de prova escrita se comprova o conhecimento do aluno.

As contribuições dos alunos, durante as atividades realizadas, possibilitaram inserir reflexões sobre os imbricamentos sociais da ciência e da tecnologia no estudo de Soluções químicas, contextualizando o conhecimento, de forma a promover a ACT, como sugerem Auler e Delizoicov (2001), Chassot (2010) e Santos e Schnetzler (2003).

Outro fator relevante que demonstra a efetivação dos objetivos deste trabalho, principalmente no que se refere às análises sobre os conteúdos químicos no enfoque CTS promovendo a ACT, foi que, por iniciativa própria, os alunos

organizaram entre as duas turmas de 2ª série, envolvendo ainda, colegas de outras turmas, um grupo para criar um vídeo de cinco minutos para participar de um concurso regional pela *internet*. Como o tema era livre, os alunos optaram por apresentar as vantagens da agricultura orgânica, alertando a população para os riscos dos alimentos cultivados com agrotóxicos. O vídeo foi assistido por mais de 500 pessoas na *internet*, o que demonstra que as atividades desenvolvidas atingiram o propósito da ACT, que é compreender e expressar suas opiniões sobre assuntos de ordem científica e tecnológica, de forma a pensar no bem estar social.

Este vídeo está anexado ao produto desta dissertação, sendo considerado um dos resultados da aplicação da proposta de ensino.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio do objetivo geral dessa pesquisa, buscou-se desenvolver uma proposta para ensinar o conteúdo químico de Soluções com o propósito de promover a aprendizagem, pelos alunos, contribuindo para a alfabetização científica e tecnológica. Apesar das publicações de relevantes trabalhos sobre a alfabetização científica e tecnológica com enfoque CTS no ensino de Química, verifica-se que, na prática do contexto escolar, ainda há muito que se estruturar. Admite-se que este estudo não está esgotado, podendo ser considerado uma análise preliminar para futuras pesquisas sobre o tema.

No referencial teórico sobre Ensino de Química, ACT e enfoque CTS, avalia-se que a Química trabalhada na escola deve proporcionar atividades de discussão sobre as relações entre a ciência e a tecnologia e suas implicações sociais, possibilitando ao aluno, refletir criticamente sobre sua importância como cidadão, nas modificações do mundo natural. Nesse sentido, o enfoque CTS nas aulas, por meio de temas controversos, contribuiu muito para as análises e reflexões sobre a influência da ciência e da tecnologia no contexto social. Como descrevem Santos e Mortimer (2002), as atividades incluindo temas sócio-científicos abrem espaço ao desenvolvimento de conhecimentos e habilidades com o pensamento lógico e racional para solucionar problemas, à tomada de decisões, à responsabilidade social, à flexibilidade cognitiva e ao interesse em participar em questões sociais – objetivos centrais da educação CTS.

A proposta de ensino apresentou o desenvolvimento das atividades em quinze momentos (40 aulas), de acordo com o tempo de aulas semanais da disciplina, na série e considerando, também, tempo extraclasse e tempo de aula das demais disciplinas envolvidas na pesquisa. Convencionalmente utiliza-se um bimestre, correspondendo à média de 20 aulas, para se trabalhar todo o conteúdo de Soluções químicas, no entanto é válido lembrar que durante as atividades, outros conceitos químicos foram abordados, incluindo os previstos para o bimestre seguinte, não havendo a exclusão de nenhum conteúdo previsto no planejamento anual.

Para discussão dos resultados, realizaram-se as análises em categorias de atividades, agrupando-as considerando sua perspectiva quanto ao ensino e a aprendizagem:

1. Conceito de Soluções químicas, suas propriedades e aplicações: concepções iniciais dos alunos;
2. Cálculos químicos sobre Soluções: construindo o conhecimento por meio do enfoque CTS;
3. A utilização das Soluções químicas no tratamento da água e na agricultura, e sua interferência no modo de vida das pessoas;
4. A percepção dos alunos sobre as propriedades das Soluções químicas na demanda de produtos agrícolas, considerando seus interesses e implicações sociais;
5. A importância da divulgação científica na participação social e de responsabilidade cidadã e profissional do técnico em agropecuária na perspectiva da ACT;
6. Divulgação do conhecimento construído: apresentação dos trabalhos para a comunidade escolar;
7. Avaliação da proposta: Percepção dos alunos

Compreendendo que a Química é uma ciência que estuda o mundo material, sua constituição e transformações, exercendo grande influência na sociedade tecnológica moderna, a primeira categoria de análise buscou identificar as concepções prévias dos alunos sobre as Soluções químicas. Nessa etapa, verificou-se, por meio da atividade de pré-diagnóstico, que os alunos tinham dificuldade em relacionar os conceitos químicos sobre o conteúdo Soluções, sendo que poucos conseguiram estabelecer exemplos para definir o conceito com aplicações cotidianas. Outro aspecto salientado nessa etapa consistiu no relato dos alunos sobre a dificuldade de entenderem os conceitos químicos, recaindo a análise sob a forma com que são trabalhados em sala.

Esse diagnóstico inicial possibilitou a organização da proposta de ensino apresentada nesse trabalho, de forma a proporcionar atividades de discussões sobre as relações sociais da ciência e da tecnologia, oportunizando ao aluno refletir criticamente sobre as modificações do mundo, com base nos conceitos químicos sobre Soluções.

Entendendo que o conhecimento científico resulta de um processo que implica a compreensão de fenômenos de forma dinâmica, bem como de processos históricos e trabalho coletivo, relações que necessitam ser apresentadas e ensinadas de forma crítica e que levem à participação qualificada da sociedade nas questões que envolvem ciência e tecnologia (SIERRA *et al.*, 2011), buscou-se por meio das demais categorias citadas (categorias 2, 3, 4, 5, 6 e 7), analisar se as atividades desenvolvidas com os alunos no enfoque CTS, contribuíram para possibilitar a alfabetização científica e tecnológica.

Entende-se que nem todas as escolas públicas dispõem das mesmas condições físicas ofertadas pela instituição em que esta pesquisa foi desenvolvida, principalmente em se tratando do laboratório para realização das práticas experimentais. Porém, as atividades apresentadas pelo guia didático produzido por este estudo podem ser facilmente adaptadas pelo professor para sua realidade escolar com o uso de materiais alternativos.

Os dados obtidos durante as atividades e discutidos nas categorias, demonstram o desenvolvimento da consciência crítica e reflexiva, pelos alunos, sobre as interferências da ciência e da tecnologia na sociedade. Isso pode ser constatado por meio dos relatos, descrições, conversas informais e mudança de postura apresentados pelos alunos no decorrer da pesquisa.

Outra comprovação a ser considerada como um resultado muito positivo e surpreendente dessa pesquisa foi o vídeo produzido de forma independente por um grupo de alunos das turmas trabalhadas, para a participação de um concurso a nível regional, promovido pela associação da UNIMED. O concurso visava produções de alunos enfocando temas polêmicos para serem propagados via *internet*, buscando repercussão social.

O vídeo produzido pelos alunos que participaram da pesquisa alertava a sociedade para os benefícios de se consumir produtos provenientes da agricultura orgânica em comparação aos produzidos com soluções de agrotóxicos. O trabalho foi disponibilizado na *internet* e acessado por mais de 500 pessoas entre os meses de agosto e setembro de 2011, contribuindo para levar à população reflexões sobre as implicações da ciência e da tecnologia no modo como vivemos. Assim, o vídeo produzido pelos alunos sobre agricultura orgânica possibilitou a interação entre os alunos, e alunos e sociedade, sendo oportunidade a ser explorada e acrescentada à proposta de ensino.

Uma etapa determinante que também caracteriza a aplicabilidade de tal proposta de ensino na possibilidade de se atingir a ACT no enfoque CTS, consistiu na apresentação e socialização dos trabalhos desenvolvidos pelos alunos à comunidade escolar, divulgando o conhecimento científico em suas relações com a vida cotidiana.

Por meio desse encaminhamento, os alunos das duas turmas estabeleceram contato com os demais alunos da escola socializando seu aprendizado, chamando-lhes o interesse e motivando-os a quererem participar das atividades. Dessa forma, verifica-se que a construção dos livros escritos sobre temas controversos diversificados e o vídeo independente produzido pelos alunos, sobre agricultura orgânica, evidenciam o envolvimento dos alunos e a mudança de atitude.

Assim, como forma de subsidiar o professor em seu trabalho docente e de socializar o conhecimento construído, elaborou-se um material didático contendo as atividades que compõem a proposta de ensino para que possa servir como sugestão aos professores na sua ação docente.

Apesar de fazer parte dos objetivos desse estudo, houve a possibilidade no decorrer da pesquisa, de obter a percepção de outros docentes de química sobre o trabalho desenvolvido. Por meio de um minicurso de 04 horas, ofertado pela Secretaria de Educação do Estado do Paraná, os professores do município, num total de quatro, puderam avaliar e discutir o guia didático produzido por essa pesquisa, sendo unânimes em considerá-lo válido na proposta do ensino de Química sobre Soluções com enfoque CTS, na perspectiva de possibilitar aos alunos do Ensino Médio a ACT, de forma a contribuir para tornar o ensino da disciplina contextualizado, interessante e de significado para o aluno.

Em encontros posteriores, os professores participantes do minicurso relataram estarem utilizando em suas aulas muitas das atividades propostas pelo guia didático e que houve boa aceitação pelos alunos tendo como resultado preliminar o favorecimento do processo de aprendizagem.

Nesse sentido, o guia didático elaborado a partir desse trabalho objetiva possibilitar, por meio da intervenção da prática de ensino do professor, o aprendizado dos conceitos químicos sobre Soluções, no enfoque CTS das relações cotidianas que determinam a formação técnica e cidadã dos alunos. Entende-se que, dessa forma, a didática de ensino possa contribuir na aprendizagem dos

conceitos químicos e no processo de alfabetização científica, pelos alunos do ensino médio, sendo viável sua apropriação ao contexto escolar.

Porém, atenta-se que este material é apenas um recurso a ser utilizado pelo professor, estando, portanto, sujeito a adaptações e modificações, considerando, o contexto de seus alunos.

Por fim, entende-se que a aplicação da proposta de ensino aos alunos da 2ª série do Ensino Médio Profissionalizante Integrado do curso Técnico em Agropecuária, resultou em um grande aprendizado, tanto para os alunos, como para a professora, sendo que todas as atividades tiveram seus objetivos atingidos, consolidando o objetivo geral dessa pesquisa.

Por atingir seus objetivos, considera-se que essa pesquisa possibilitou aos alunos o aprendizado dos conceitos químicos sobre Soluções, de maneira a contribuir para sua formação enquanto Técnicos em Agropecuária e para o desenvolvimento da consciência cidadã.

Sugestões para Trabalhos Futuros

Admitindo que o conhecimento não seja acabado, nem tão pouco engessado a um único momento, entende-se que este estudo abre novas possibilidades. Uma delas sugere utilizar outro conteúdo químico, sendo que nesta pesquisa foi dado ênfase às Soluções. Poderia por exemplo, relacionar os compostos inorgânicos às separações de misturas, fazendo-se valer da visita à Companhia de tratamento de água e esgoto da região. Os temas controversos apresentados na abordagem CTS, também devem priorizar o contexto e os interesses dos alunos.

Dessa forma, ao invés da temática sobre agrotóxicos que consideraram a formação técnica dos alunos participantes, pode-se, em uma escola central, trabalhar com temas controversos sobre poluição e drogas que, talvez, estejam mais próximos da realidade desses alunos. No caso de outros cursos técnicos, seria interessante relacionar temáticas pertinentes à formação técnica, de modo a motivar a participação dos alunos.

Existe ainda a necessidade de envolver maior número de professores na socialização e discussão do trabalho em sala, com enfoque CTS visando a ACT,

assim como, envolver maior número de alunos. Considerando que uma forma de proporcionar essa interação seria pela realização de oficinas para professores.

Quanto às limitações, considera-se como sendo as mais interferentes nessa pesquisa, o pouco tempo de hora/aula e a reduzida carga horária de aulas semanais da disciplina Química na série. Considera-se também que os trabalhos futuros poderão envolver a análise de professores de Química sobre as atividades desenvolvidas, já que não foi possível incluir esse público de forma mais específica nessa pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALFONSO-GODFARB, A.M. **O que é história da ciência**. São Paulo: Brasiliense, 2004.

ASTOLFI, J.P.; DEVELAY, M. **A didática das ciências**. Campinas, SP: Papirus, 1991.

AULER, D. Enfoque Ciência-Tecnologia- Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, v. 1, n. especial, p. 1-20, 2007.

_____. Alfabetização científico-tecnológica: um novo paradigma? **Ensaio: Pesquisa em educação em ciência**, v. 5, n. 1, mar. 2003.

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência e educação**, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio: Pesquisa em educação em ciências**, v. 3, n. 1, 2001.

BAKHTIN, M. **Estética da criação verbal**. 3.ed. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

_____. **Questões de literatura e de estética**. São Paulo: Editora Unesp, 2008.

BAZZO, W. A. **Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica**. 2.ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2010.

BRASIL. LDB. Lei 9394, de 23 de dezembro de 1996. **Diário Oficial [da república Federativa do Brasil]**, Brasília, 1996.

_____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Básica (SEB). **Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/SEB, 2008. (Orientações Curriculares para o Ensino Médio; v. 2)

_____. Ministério da Educação e Desporto. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC, 1998.

_____. Senado Federal. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, 1988.

CARMO, M. P.; MARCONDES, M. E. R. Abordando Soluções em sala de aula: uma experiência de ensino a partir das ideias dos alunos. **Química Nova na Escola**, n. 28, maio 2008.

CEREZO, J. A. L. Ciência, tecnologia e sociedade: o estado da arte na Europa e nos Estados Unidos. **Revista Iberoamericana de Educación: Ciencia, tecnología e sociedad ante La educación**, n. 18, p. 41-68, sept./dic. 1998.

CHAGAS, Aécio Pereira. **Como se faz Química**: uma reflexão sobre a Química e a atividade do químico. 3ª ed. ver. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2001.

CHALMERS, A. F., **O que é ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.

CHASSOT, A. I. Uma história da educação química brasileira: sobre seu início discutível apenas a partir dos conquistadores. **Epistême**, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 129-146, 1996.

_____. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**. Jan/Fev/Mar/Abr. Nº 22, p. 89-100. 2003.

_____. **Para que(m) é útil o ensino**. Canoas: Ed. da Ulbra, 1995.

_____. **A ciência através dos tempos**. 2.ed. São Paulo: Moderna, 2004.

_____. **Alfabetização científica**: questões e desafios para a educação. 5.ed. Ijuí: Unijuí, 2010.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências**: fundamentos e métodos. 3.ed. São Paulo: Cortez, 2009.

DELL'ISOLA, R. L. P. **Retextualização de gêneros escritos**. Rio de Janeiro: Lucerna, 2007.

DEMO, P. **Educação e alfabetização científica**. Campinas, SP: Papyrus, 2010.

ECHEVERÍA, A. R. Como os estudantes concebem a formação de soluções. **Química Nova na Escola**, n. 3, maio 1996.

_____. **Dimensão empírico-teórica no processo de ensino-aprendizagem do conceito**: soluções no ensino médio. 1993. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 1993.

FLOR, C. C. Possibilidades de um caso simulado CTS na discussão da poluição ambiental. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, novembro de 2007.

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

GARCIA, M. I. G. *et al.* **Ciencia, tecnologia y sociedad**: uma introducción al estudio social de La ciencia y La tecnologia. Madrid: Tecnos, 1996.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de administração de empresas**. São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, 2001.

GOODSON, I. F. **Currículo**: teoria e história. São Paulo: Vozes, 2008.

KOEPSEL, R. **CTS no ensino médio: Aproximando a escola da sociedade**. Dissertação de mestrado. Centro de Ciências da Educação: Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. **Ensino de ciências e cidadania**. 2.ed. São Paulo: Moderna, 2007. (Cotidiano escolar: ação docente).

KUENZER, A. Z. (Org). **Ensino médio**: construindo uma proposta para os que vivem do trabalho. 4.ed. São Paulo: Cortez, 2005.

LEAL, M. C. **Didática da química**: fundamentos e práticas para o ensino médio. Belo Horizonte: Dimensão, 2009.

LOPES, A. R. C. A disciplina de química: currículo, epistemologia e história. **Episteme**, Porto Alegre, v. 3, n. 5, p. 119-142, 1998.

LUFTI, M. **Os ferrados e os cromados**: produção social e apropriação privada do conhecimento químico. 2.ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2005.

MACEDO, E.; LOPES, A. C. A estabilidade do currículo disciplinar: o caso das ciências. In: LOPES, A. C.; MACEDO, E. (Org.). **Disciplinas e integração curricular**: história e políticas. Rio de Janeiro: DP&A, 2002.

MACHADO, A. H. Pensando e falando sobre os fenômenos químicos. **Química nova na escola**. n. 2, p. 38-42, 2000.

MARCUSCHI, L. A. **Produção textual, análise de gêneros e compreensão**. São Paulo: Parábola Editorial, 2008.

MENEZES, J. G. C.; BATISTA, S. H. S. S. (Orgs) **Revisitando a prática docente: interdisciplinaridade, políticas públicas e formação**. São Paulo: Thomson, 2003.

MILAGRE, A. S. A produção do conhecimento em química e suas relações com aspectos sociais, políticos e econômicos: considerações históricas. **Episteme**, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 119-128, 1996.

MOREIRA, A. F.; SILVA, T. T. (Org.). **Currículo, cultura e sociedade**. 8.ed. São Paulo: Cortez, 2005.

MOREIRA, H.; CALEFFE, L. G. **Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador**. 2.ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2008.

MORTIMER, E. F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2000.

_____. Para além das fronteiras da química: relações entre filosofia, psicologia e ensino de química. **Química Nova**, v. 20, n. 2, 1997.

PARANÁ, Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Química**. Curitiba, 2008.

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. 2005. Tese (Educação Científica e Tecnológica – UFSC), 2005.

_____; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

PRAIA, J.; GIL PEREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

ROQUE, N. F., SILVA, J. L. P. B. A linguagem química e o ensino da química orgânica. **Química nova**, v. 3, n. 31, p. 921-923, 2008.

RUSSEL, J. B. **Química Geral**. Tradução e revisão técnica Márcia Guekezian *et al.* 2.ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 1994. v. 1.

SACRISTÁN, J. G.; GÓMEZ, A. I. P. **Comprender e transformar o ensino**. Trad. Ernani F. da Fonseca Rosa. 4.ed. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

SANTOS, S.S. **Ciência, discurso e mídia**: a divulgação científica em revistas especializadas. 2007. Dissertação (Mestrado em Filologia e Língua Portuguesa) – Universidade de São Paulo, 2007.

SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (Org.) **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília:Ed. Universidade de Brasília, 2011.

_____; MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sócio científicos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 191-218, 2009.

_____; _____. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. Ensaio. **Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2002.

_____; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química**: compromisso com a cidadania. 3 ed. Ijuí, RS: Ed. Unijuí, 2003.

SAVIANI, D. **Pedagogia histórico-crítica**: primeiras aproximações. 8. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2003.

SIERRA, D.F.M. *et al.* A abordagem de uma questão sociocientífica na educação de adultos. In: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (Org.) **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília: Ed. da UnB, 2011.

SILVA, C. L. (Org.). **Desenvolvimento sustentável**: um modelo analítico integrado e adaptativo. Petrópolis, RJ: Vozes, 2006.

SILVA, M. J. **O ensino de CTS através de revistas de divulgação científica.** 2005. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

SILVEIRA, R. M. C. F. **Inovação tecnológica na visão dos gestores e empreendedores de incubadoras de empresas de base tecnológica do Paraná (IEBT-PR): desafios e perspectivas para a educação tecnológica.** 2007. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

_____.; BAZZO, W. Ciência, tecnologia e suas relações sociais: a percepção de geradores de tecnologia e suas implicações na educação tecnológica. **Ciência & Educação**, v. 15, n. 3, p. 681-694, 2009.

SOLOMON, J. **Teaching Science, Technology and Society.** Buckingham: Open University Press, 1993.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional.** Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

VERCEZE, R. M. N. Gêneros textuais no processo de ensino aprendizagem. **Estudos Linguísticos**, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 47-53, maio/ago. 2008.

ZAMBONI, Lilian M. S. **Cientistas, jornalistas e a divulgação científica: subjetividade e heterogeneidade no discurso da divulgação científica.** Campinas, SP: Autores Associados, 2001.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)



UNIVERSIDADE Tecnológica FEDERAL do Paraná CAMPUS PONTA GROSSA
GERÊNCIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Eu Tânia Mara Niezer, professora de Química do Centro Estadual de Educação Profissional “Lysímaco Ferreira da Costa” e responsável pela pesquisa “**A alfabetização científica no ensino de Soluções químicas: Enfoque CTS sobre a utilização de textos científicos em sala de aula**”, estou fazendo um convite para seu filho(a) participar como voluntário(a) deste estudo.

Esta pesquisa pretende proporcionar em sala de aula, a alfabetização científica e tecnológica e o aprendizado dos conceitos químicos referente ao conteúdo de Soluções químicas relacionado ao cotidiano dos alunos. Acreditando que ela seja importante para possibilitar a análise crítica das relações entre os conceitos químicos sobre Soluções e os textos científicos que circulam no meio social, garantindo a aprendizagem significativa dos conceitos químicos com perspectivas à alfabetização científica e à construção do conhecimento coletivo pelos alunos.

Na realização da metodologia será feito as seguintes atividades: atividades experimentais, visita de estudo, análise de filme, pesquisas teóricas, participação de trabalhos em grupos e em seminários de apresentação previstas no planejamento anual da disciplina. A participação de seu filho(a) constará em todas as atividades contribuindo na elaboração de relatórios, textos, resolução de exercícios, imagens de fotos, vídeos e arguições orais.

Durante todo o período da pesquisa será garantido o direito de tirar qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento, bastando para isso entrar em contato, com a professora pesquisadora ou com sua orientadora. As informações desta pesquisa serão confidenciais, e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação.

Autorização:

Eu, _____, responsável pelo aluno(a) _____, matriculado na 2ª série ____ do Centro Estadual de Educação Profissional “Lysímaco Ferreira da Costa”, após a leitura deste documento, autorizo a participação do aluno(a) neste estudo, por meio de elaboração de relatórios, textos, resolução de exercícios, imagens de fotos, vídeos e arguições orais .

Assinatura do representante legal

Assinatura do responsável pela obtenção do TCLE

Local e Data

Professora de Química Tânia Mara Niezer
 Mestranda em Ensino de Ciências e Tecnologia – UTFPR, Campus Ponta Grossa
 Telefone comercial: (47) 3645 2144 ou (47) 3645 1699
tanianiezer@terra.com.br

Professora Orientadora Drª Rosemari M. Castilho Foggiatto Silveira
 Professora do Mestrado em Ensino de Ciências e Tecnologia – UTFPR, Campus Ponta Grossa
 Telefone comercial: (42) 3220 4892
castilho@utfpr.edu.br

APÊNDICE B – Questionário aos Professores

1 – Há quanto tempo leciona química?

2 – Qual sua maior dificuldade no ensino da química?

3 – Com base em sua experiência profissional você considera válida a aplicação da proposta metodológica apresentada no ensino de soluções químicas?

4 – Qual(is) atividade(s) da proposta metodológica você poderia utilizar em suas aulas?

5 – Em sua opinião, a proposta possibilita a análise crítica sobre as relações da ciência e da tecnologia na sociedade?

6 – Como você avalia a proposta metodológica?

APÊNDICE C – Determinação da densidade e cálculos de fração molar

Título: Determinação da densidade e cálculos de fração molar

-Objetivo: Determinar a densidade de diferentes substâncias e objetos.

- Materiais e reagentes: Proveta graduada, balança de cozinha, água, óleo, objetos escolares.

Procedimentos:

PARTE 1 - DENSIDADE

- Colocar na balança a proveta graduada vazia e anotar o resultado para ser considerado no cálculo da massa das substâncias;
- Colocar 10 mL de água na proveta e colocá-la na balança, anotar o resultado dado e subtrair o valor aferido da proveta vazia;
- Verificar a densidade da água utilizando a fórmula $d = m/V$, anotar o resultado obtido.
- Realizar o mesmo procedimento para o óleo de soja;
- Em relação aos objetos sólidos, utilizar a balança para verificar a massa do objeto e anotar o resultado;
- Para determinar seu volume, colocar na proveta certa quantidade de água e anotar o volume inicial;
- Colocar o objeto dentro da água da proveta e verificar a alteração do volume;
- Determinar a densidade do objeto dividindo o valor de sua massa pela alteração do volume verificado na proveta;
- Realizar o mesmo procedimento com outros objetos.
- Questões:
 - 1- Qual foi o valor de densidade encontrado para cada substância ou objeto analisado?
 - 2- O que faz com que um composto tenha maior densidade que outro?
 - 3- Considerando a densidade das substâncias analisadas, por que ao misturarmos água e óleo, a água fica em baixo e o óleo em cima?
 - 4- Então podemos justificar por meio da densidade, por que alguns objetos flutuam na água e outros não? Justifique.

- 5- Como podemos calcular a densidade de uma pessoa se ela não se encontra no estado líquido?
- 6- Pesquisar: Por que os submarinos afundam e os barcos não?

PARTE 2 – FRAÇÃO MOLAR

–Colocar 120g de cloreto de sódio (NaCl), 50g de sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$) em 250g (mL) de água. (Na=23; Cl=35; H=1; O=16)

–Questões:

- 1- Determine as frações molares do soluto e do solvente.
- 2- Descreva as características dessa solução de acordo com suas propriedades:
- 3- Em estações quentes muitas pessoas costumam se refrescar em lagos, rios e praias. Porém, durante as chuvas, principalmente com possíveis descargas elétricas, orienta-se que as pessoas retirem-se dos locais de banho. Explique por que deste cuidado tendo em vista o estudo sobre soluções.
- 4- “O soro caseiro é uma forma simples, barata e eficiente de tratamento para desidratação associada à diarreia, particularmente gastroenterites como as causadas por cólera ou rota-vírus. O soro caseiro é constituído de uma solução de sais e açúcares que são administrados oralmente. Soro caseiro é usado em todo o mundo, sendo mais importante em países em desenvolvimento onde salva milhões de crianças da morte por diarreia - a segunda maior causa de mortes em crianças de menos de 5 anos de idade. O soro caseiro é considerado o melhor método para combater desidratação causada por diarreia e/ou vômito. Várias doenças podem danificar o intestino, permitindo que água flua do sangue para dentro do intestino esgotando o organismo de fluidos e eletrólitos. No corpo humano a água é absorvida e secretada passivamente, ela segue os movimentos dos sais em um princípio chamado osmose. Então, em muitos casos, a diarreia é causada pela secreção de sais (principalmente sódio) das células do intestino e fluido de água passando por elas.”
(Fonte: FONTES, Hélio Augusto Ferreira. **Soro caseiro**. Disponível em: <<http://www.copacabanarunners.net/soro-caseiro.html>>. Acesso em: 20 jan. 2011.)

- Considerando o texto anterior, elabore um texto relatando de que forma a tecnologia científica da química se relaciona ao texto, que atitudes a sociedade em geral e a ciência podem tomar para amenizar as mortes infantis por diarreia.

APÊNDICE D – Questões sobre as reportagens de contaminação do leite materno por agrotóxicos

- 1- Qual o foco central das reportagens?
- 2- Qual o fator determinante do problema apresentado nos textos?
- 3- O mesmo problema pode ocorrer em nossa cidade?
- 4- O que levou os agricultores a utilizarem um produto proibido na lavoura?
- 5- Que intenções estão presentes no uso inadequado de agrotóxicos?
- 6- Enquanto futuros Técnicos em Agropecuária, que soluções ou medidas sugerem ser tomadas para evitar problemas dessa ordem?
- 7- Nesse caso, quais são as interferências da ciência e da tecnologia na sociedade?
- 8- Podemos dizer então, que a ciência é neutra, sem intencionalidades?

APÊNDICE E – Ficha de análise sobre o filme

- 1) Indique elementos encontrados no filme que você considera que possuem relação com os estudos da Química.
- 2) Escolha cinco dos elementos citados anteriormente e pesquise mais sobre sua utilização, composição, propriedades, entre outras características que considera importante.
- 3) Em qual(is) cena(s) do filme é possível identificar a presença de Soluções químicas?
- 4) Defina a palavra MÉTODO.
- 5) Qual o método utilizados por Sherlock Holmes em suas investigações? Justifique sua resposta.
- 6) Na prática de seu ofício, Holmes acreditava que “a detecção é, ou deveria ser, uma ciência exata”. Porém, durante seu trabalho de investigação, constantemente o personagem aperfeiçoava seus métodos, que se baseavam basicamente em três princípios – a observação, a dedução e o conhecimento. Considerando o exposto e que, os estudos científicos sofrem regularmente modificações, elabore um texto relacionando cenas do filme em que isso aconteceu e outras atividades da ciência que sofreram modificações.

APÊNDICE F – Referências bibliográficas das revistas de divulgação científica utilizadas pelos alunos

- Galileu.** Ed. Globo, nº 226, maio/2010.
- Galileu.** Ed. Globo, nº 230, set/2010.
- Galileu.** Ed. Globo, nº 235, fev/2011.
- Globo Rural.** Ed. Globo, nº 106, ago/1994.
- Globo Rural.** Ed. Globo, nº 299, set/2010.
- Globo Rural.** Ed. Globo, nº 302, dez/2010.
- Globo Rural.** Ed. Globo, nº 303, jan/2011.
- Globo Rural.** Ed. Globo, nº 307, maio/2011.
- Isto é.** Ed. Três, ano 33, nº 2096, jan/2010.
- Isto é.** Ed. Três, ano 34, nº 2123, jul/2010.
- Isto é.** Ed. Três, ano 34, nº 2140, nov/2010.
- Planeta.** Ed. Três, ano 38, edição 451, abr/2010.
- Planeta.** Ed. Três, ano 38, edição 456, set/2010.
- Planeta.** Ed. Três, ano 38, edição 457, out/2010.
- Planeta.** Ed. Três, ano 38, edição 458, nov/2010.
- Planeta.** Ed. Três, ano 39, edição 460, jan/2011.
- Planeta.** Ed. Três, ano 39, edição 462, mar/2011.
- Superinteressante.** Ed. Abril, edição 248, jan/2008.
- Superinteressante.** Ed. Abril, edição 290, abr/2011.

ANEXOS

ANEXO A – Reportagens

Estudo aponta agrotóxico em leite materno

FOLHA ONLINE. Disponível em: <http://www.correiadoestado.com.br/noticias/estudo-aponta-agrotoxico-em-leite-materno_104187>

O leite materno de mulheres de Lucas do Rio Verde, cidade de 45 mil habitantes na região central de Mato Grosso, está contaminado por agrotóxicos, segundo uma pesquisa da UFMT (Universidade Federal de Mato Grosso), informa a reportagem da Folha desta quarta-feira. Foram coletadas amostras de leite de 62 mulheres, 3 delas da zona rural, entre fevereiro e junho de 2010. O município é um dos principais produtores de grãos do MT. A presença de agrotóxicos foi detectada em todas. Em algumas delas havia até seis tipos diferentes do produto. Essas substâncias podem pôr em risco a saúde das crianças, diz o toxicologista Félix Reyes, da Unicamp. "Bebês em período de lactação são mais suscetíveis, pois sua defesa não está completamente desenvolvida". Ele ressalta, porém, que os efeitos dependem dos níveis ingeridos. A ingestão diária de leite não foi avaliada, então não é possível saber se a quantidade encontrada está acima do permitido por lei.

Agrotóxicos contaminam leite materno em cidade de Mato Grosso

Disponível em: <<http://www.jornalofarol.com.br/ver-noticia.asp?codigo=8064>>

A Associação Nacional de Defesa Vegetal, representante dos produtores de agrotóxicos, diz desconhecer detalhes da pesquisa, mas ressalta que a avaliação de estudos toxicológicos é complexa.

Pesquisa realizada pela Universidade Federal de Mato Grosso revelou que os agrotóxicos usados nos campos de Lucas do Rio Verde, um dos maiores produtores de grãos no estado, estão contaminando o leite materno. A universidade coletou amostras de leite de 62 mulheres, três delas moradoras na zona rural, no primeiro semestre do ano passado. No leite de algumas mulheres foram detectados até seis tipos de agrotóxicos. Na maioria das amostras foi encontrado inclusive o DDE, um derivado do DDT, proibido desde 1998 por causar infertilidade e abortos.

A contaminação ocorre principalmente pela ingestão de alimentos, mas também por inalação e contato com a pele. Das mães que participaram da pesquisa, 19% já sofreram abortos espontâneos. Também há relatos de má-formação fetal e câncer, mas a pesquisa não considera possível afirmar se os casos são consequências da ingestão de agrotóxicos.

A pesquisa informa ainda que mais de 5 milhões de litros de defensivos agrícolas foram utilizados em Lucas do Rio Verde no ano 2009. O orientador do estudo, Wanderlei Pignatti, disse à TV Globo que os resíduos estavam acima do limite permitido em leite de vaca. E explicou que não existe legislação que estabeleça limite para a contaminação do leite materno. A Associação Nacional de Defesa Vegetal, que reúne os fabricantes de defensivos agrícolas, afirma que seus produtos são “rigorosamente” avaliados por diversos ministérios antes de serem liberados. O Ministério Público do Estado de Mato Grosso vai investigar o caso. Já há um inquérito sobre pulverização excessiva de agrotóxicos na região de Lucas do Rio Verde, em 2007. (Fonte: Brasília Confidencial)

ANEXO B – Agrotóxico: de mocinho a bandido

Retirado do livro didático **Química e Sociedade**: volume único, ensino médio Wildson Luiz Pereira dos Santos, Gerson de Souza Mól, (coord.) – São Paulo: Nova Geração, 2005.

CAPÍTULO 9 SUBSTÂNCIAS MOLECULARES

É POSSÍVEL USAR PRODUTOS QUÍMICOS NA AGRICULTURA SEM PREJUDICAR O MEIO AMBIENTE?

Tema em foco

AGROTÓXICO: DE MOCINHO A BANDIDO

Combater pragas de lavouras, insetos ou animais transmissores de doenças sempre foi um grande desafio para a humanidade. O que a Química poderia fazer para ajudar? Ela entrou nessa batalha produzindo substâncias conhecidas como defensivos agrícolas.

Há mais de 3000 anos, romanos, gregos e chineses já utilizavam enxofre para combater doenças e conheciam a natureza tóxica do arsênico e de outras substâncias utilizadas contra os insetos. Após a Primeira Grande Guerra Mundial, surge a primeira geração de defensivos contra parasitas de plantas: substâncias inorgânicas compostas de flúor, arsênico, mercúrio, selênio, chumbo, boro, cobre e zinco.

Em 1948, o químico suíço Paul Müller (1899-1965) recebeu o Prêmio Nobel de Medicina pela descoberta de propriedades inseticidas da substância diclorodifeniltricloroetano ($C_{14}H_9Cl_5$). O pesticida organoclorado, que ficaria conhecido como DDT, foi largamente empregado no combate a insetos transmissores de tifo, malária e peste bubônica — doenças fatais que haviam proliferado assustadoramente após a Segunda Guerra Mundial. Sua utilização deu origem à segunda geração de agrotóxicos.

Ao final da Segunda Guerra, grandes quantidades de agrotóxicos passaram a ser utilizadas na agricultura como herbicidas (destinadas a destruir ou impedir o crescimento de ervas daninhas na lavoura). Elas agem de forma a interferir no processo de fotossíntese das ervas daninhas, levando-as à morte.

Devido à grande aceitação pelo mercado mundial, as indústrias investiram na fabricação de produtos químicos contendo essas substâncias, desenvolvendo vários tipos de herbicidas, inseticidas, fungicidas, etc.

Esses produtos são denominados **agrotóxicos**, que podem ser definidos como produtos destinados ao uso nos setores de produção, armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, em ambientes urbanos, hídricos e industriais, com a finalidade de alterar a composição da flora e da fauna, a fim de preservá-la da ação danosa de seres vivos considerados nocivos. Ainda se enquadram nessa definição produtos empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores do crescimento. Os fertilizantes e os produtos usados em animais para estimular o crescimento ou modificar o comportamento reprodutivo não são considerados agrotóxicos.

Os agrotóxicos podem ser classificados quanto à sua ação, ao grupo químico ou à sua toxicidade. Os grupos químicos correspondem, em geral, ao nome das substâncias das quais eles são derivados (veja grupos dos inseticidas). A classificação é importante, pois ajuda no diagnóstico da intoxicação e no seu tratamento.

Os guerrilheiros vietnamitas que combatiam os americanos escondiam-se na densa floresta, que conheciam como a palma da mão. Os militares americanos não tiveram dúvida: jogaram um produto químico desfolhante para que as árvores perdessem suas folhas, acabando com o esconderijo do inimigo. Causaram enorme desequilíbrio ambiental. Essa substância organossintética é um dos exemplos de produtos fabricados em laboratórios para fins militares.



Por lei, todos os agrotóxicos devem ser rotulados com uma faixa colorida, indicando a sua classificação toxicológica (veja quadro abaixo).

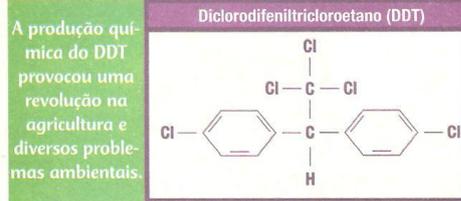
CLASSIFICAÇÃO TOXICOLÓGICA DOS AGROTÓXICOS		
Classe	Toxicidade	Coloração da faixa
I	extremamente tóxicos	vermelha
II	altamente tóxicos	amarela
III	medianamente tóxicos	azul
IV	pouco tóxicos	verde

Fonte: www.anvisa.gov.br/toxicologia/legis/

Apesar de os inseticidas de uso doméstico não serem mais identificados por faixas, os agrotóxicos ainda são. Quando precisar usar agrotóxicos, escolha os de pouca toxicidade.

VOLUME LÍQUIDO: 6 LITROS
CLASSE TOXICOLÓGICA IV - POUCO TÓXICO

CUIDADO VENENO



Os efeitos dos agrotóxicos

Não tardou muito e os produtos que pareciam ser defensores da lavoura passaram a ser considerados pelos ambientalistas como agrotóxicos. O uso do DDT ilustra bem a quebra do encanto. Cientistas começaram a perceber que muitos insetos passaram a ficar resistentes a essa substância, ou seja, não morriam mais com as aplicações regulares do veneno. Mas o pior estava por vir: o uso prolongado revelou-se tóxico para os mamíferos. Descobriu-se que o DDT tem a capacidade de se acumular no tecido gorduroso dos animais e, a longo prazo, causar gravíssimos problemas de saúde, como, por exemplo, alterações no sistema nervoso. A suspeita mais grave é a de que seja uma substância carcinogênica, ou seja, causadora de câncer. Não há estudos conclusivos, mas já se constatou que alguns grupos de pacientes com câncer apresentam maior concentração de DDT do que pessoas saudáveis.

A contaminação pelo DDT pode ocorrer por inalação, ingestão ou contato com a pele. No ambiente, é encontrado na água, no ar, no solo, nas frutas e verduras e nos animais. Também aparece no leite materno, contaminando bebês. Os resíduos do DDT provocaram contaminação planetária: há vestígios de DDT até em focas e pingüins da Antártida, região em que não foi usado. E a situação se agrava, pois esse produto é quimicamente estável e permanece no ambiente dezenas de anos sem ser alterado. Por isso, o DDT tem sido proibido em muitos países.

Esses mesmos problemas foram identificados no uso de muitos outros agrotóxicos. Os principais danos causados ao organismo humano são reações alérgicas, queda de resistência imunológica, lesões no fígado e nos rins, atrofia nos testículos, esterilidade masculina, desenvolvimento de tumores, etc. As pessoas que trabalham diretamente com essas substâncias estão mais sujeitas a intoxicações agudas (efeitos imediatos) ou crônicas (efeitos a longo prazo).

A situação agrava-se quando a aplicação de agrotóxicos é feita sem os devidos cuidados. Análises químicas de verduras e legumes têm demonstrado que esses alimentos muitas vezes possuem quantidades de agrotóxicos acima dos índices aceitáveis. Como resultado, o número de agricultores contaminados tem sido elevado. Para amenizar esse problema, recomendam-se: treinamento dos usuários desses produtos, utilização de equipamentos e vestuário adequados (máscaras, botas, luvas, etc.), escolha criteriosa dos agrotóxicos, administração em dosagens corretas, cuidados com o armazenamento e descarte das embalagens e, principalmente, práticas de agricultura orgânica (veja tópico mais adiante).

Fugindo dos agrotóxicos

O que fazer? Essa é uma importante questão para debate. O aumento da produtividade agrícola - desejo de toda a sociedade - não pode ameaçar a saúde e o meio ambiente. Essa tem sido uma preocupação da chamada **agricultura orgânica**. Essa agricultura envolve o emprego de técnicas integradas que preservem o ambiente, aproveitando melhor os recursos da propriedade rural e interferindo o mínimo possível no equilíbrio ecológico. Usam-se adubos produzidos por animais e vegetais da propriedade; os recursos hídricos são explorados racionalmente e sem contaminação; a criação de animais e o cultivo da lavoura são conduzidos de forma conjugada com a vegetação natural, preservando-a o máximo possível; o controle de pragas é

feito por meio biológico, utilizando-se predadores naturais para combater animais e fungos que atacam a lavoura; não são empregados agrotóxicos, hormônios nem antibióticos.

Essa agricultura difere enormemente da convencional, apresentando as seguintes vantagens: preservação do ambiente; melhora da qualidade nutritiva e do sabor dos alimentos; não contaminação de agricultores e consumidores com agrotóxicos; aumento da produtividade a longo prazo, uma vez que com a agricultura convencional o solo tende a se esgotar com o passar do tempo. Entre as desvantagens dessa agricultura podemos citar: despendem-se mais tempo e trabalho na produção; alguns frutos muitas vezes são menores; e os produtos podem chegar a custar mais do que o dobro dos alimentos produzidos pela agricultura convencional.

Para quem não pode adquirir alimentos da agricultura orgânica, veja algumas sugestões para reduzir os resíduos de agrotóxicos dos alimentos convencionais.



Prefira alimentos de tamanho normal, pois os que possuem tamanhos maiores, em geral, foram produzidos com adubação excessiva e uso de reguladores. A boa aparência, muitas vezes, esconde uma grande quantidade de veneno.



Procure comprar preferencialmente frutas e verduras da época, já que para serem produzidas fora de tempo elas recebem uma elevada carga de agrotóxicos.



Evite alimentos oriundos de regiões muito distantes, visto que para a sua durabilidade eles recebem grandes doses de conservantes.



Retire as folhas externas das verduras, pois geralmente concentram mais agrotóxicos.



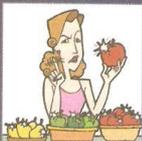
Lave as verduras, legumes e frutas e mergulhe-os em solução de água (1 litro) e vinagre (4 colheres) por 20 minutos, para retirar algumas substâncias indesejáveis.



Procure descascar as frutas, uma vez que muitos resíduos dos agrotóxicos concentram-se nas cascas.



Retire a gordura de todas as carnes e também a pele de aves, porque os resíduos de produtos químicos, como agrotóxicos, hormônios e antibióticos, tendem a se concentrar na gordura.



Evite legumes e frutas brilhantes: muitos deles são encerados para aumentar a conservação e a aparência, como tomates, pimentões, maçãs e pêras.



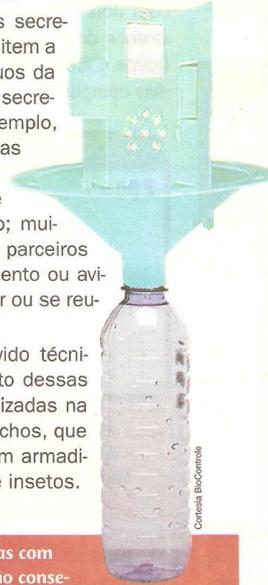
Procure reduzir o consumo dos produtos convencionais que mais recebem dosagens de agrotóxicos (pêssegos, maçãs, uvas, figos, goiabas, morangos, pêras, papaias, melões, nectarinas e tomates). Tente substituí-los por produtos orgânicos.

Conversando quimicamente com os insetos: alternativa para os agrotóxicos

Diversas alternativas para o controle de insetos na lavoura têm sido desenvolvidas, como: uso de predadores naturais, método chamado de controle biológico; esterilização por radiação nuclear; rodízio de culturas; desenvolvimento de novas espécies por engenharia genética (veja polêmica dos transgênicos no próximo tema em foco) e controle químico com o uso de feromônios.

Feromônios são substâncias secretadas pelos seres vivos que permitem a comunicação com outros indivíduos da mesma espécie. É por meio da secreção dessas substâncias, por exemplo, que as formigas marcam as suas trilhas; as abelhas avisam a outros membros da colônia que um inimigo está se aproximando; muitos insetos localizam os seus parceiros sexuais na ocasião do acasalamento ou avisam outros indivíduos para atacar ou se reunir em torno de algum alimento.

Os químicos têm desenvolvido técnicas de identificação e isolamento dessas substâncias, que podem ser utilizadas na agricultura para confundir os machos, que não encontram as fêmeas, ou em armadilhas que aprisionam milhares de insetos.



Cortesia EBC/Controlis

Nesta armadilha são colocadas iscas com feromônios. Os insetos entram e não conseguem sair. Em canaviais chegou-se a capturar seis milhões de insetos machos usando-se armadilhas como esta.



Hoje é bastante comum encontrarmos nos supermercados produtos orgânicos. Esta foto é de verduras de uma associação de produtores rurais que não usam agrotóxicos.



PENSE, DEBATA E ENTENDA

- 1 Por que os agrotóxicos foram utilizados nas guerras?
- 2 Que problemas de saúde o DDT pode causar?
- 3 Muitos agricultores desconhecem o perigo dos agrotóxicos usados na lavoura. Quais são as possíveis formas de intoxicação por essas substâncias? O que elas podem causar?
- 4 Que cuidados o agricultor deve ter ao utilizar essas substâncias?
- 5 Como os pingüins e as focas podem ter sido contaminados na Antártida?
- 6 Organize um debate em sua sala sobre as questões:
 - a) Os agrotóxicos também recebem o nome de defensivos agrícolas. Que denominação você julga mais adequada?
 - b) Essas substâncias devem ou não ser utilizadas na agricultura?
- 7 Os agrotóxicos organoclorados, como DDT, BHC e Aldrin, não podem ser comercializados no Brasil, pois atuam no sistema nervoso e modificam atividades metabólicas, podendo provocar câncer. Além disso, permanecem durante muito tempo no meio ambiente. No entanto, ainda são encontrados em muitas casas de produtos agropecuários. Faça uma entrevista em lojas agropecuárias de sua cidade e com agricultores e procure saber se eles usam esses agrotóxicos e se conhecem os riscos que eles podem causar ao ambiente e à saúde.
- 8 Quais são as alternativas para evitar o uso de agrotóxicos?
- 9 No texto da pág. 210, foram apresentados os prós e os contras da utilização da agricultura orgânica. Debata com seus colegas as vantagens, desvantagens e viabilidade dessa agricultura. Depois dividam-se em dois grupos. Um irá argumentar a favor da agricultura orgânica e o outro apresentará argumentos contra.

ANEXO C – Agricultura e desenvolvimento sustentável

Retirado do livro didático **Química e Sociedade**: volume único, ensino médio Wildson Luiz Pereira dos Santos, Gerson de Souza Mól, (coord.) – São Paulo: Nova Geração, 2005

Tema em foco

AGRICULTURA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

As aplicações da Química na agricultura, como o uso de agrotóxicos e de transgênicos, provocam grandes debates sobre a responsabilidade dos setores ligados à ciência e tecnologia (C&T). A utilização de adubos e de substâncias que combatem pragas e doenças nas lavouras aumentou significativamente a produtividade agrícola, garantindo a produção de alimentos que, em termos quantitativos, seriam suficientes para alimentar toda a população do planeta. A descoberta da síntese da amônia, por exemplo, permitiu a produção de adubos químicos nitrogenados, que são importantes suprimentos de macronutrientes essenciais às plantas, acabando com a dependência exclusiva da extração de minerais nitrogenados.

Apesar de toda essa revolução da Química na agricultura, um grande problema continua a ameaçar a população mundial: a fome. Dois terços da população planetária continuam sem ter acesso à alimentação básica para seu sustento.

Produzimos alimentos em quantidades suficientes, mas a maioria das pessoas continua com fome. O que leva a essa incoerência? A distribuição desigual dos recursos e o elevado desperdício de alimentos

A Embrapa, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, tem desenvolvido importantes tecnologias, as quais contribuíram para o aumento da produtividade agrícola no Brasil.

nos processos de transporte, armazenamento e vendas são algumas razões. A desigualdade social é provocada, entre outros fatores, pelo consumismo exagerado

de muitos, estimulado pelo atual modelo de desenvolvimento adotado na maioria dos países. Como disse o grande pacifista hindu Mahatma Gandhi (1869-1948): "A terra é suficiente para todos, mas não para a voracidade dos consumistas".

A lógica do modelo de desenvolvimento que tem sido adotado é fundamentada no princípio de que o importante é acumular riqueza a fim de desfrutar a curta passagem de uma existência no planeta. Com isso, indústrias foram montadas para extrair ao máximo os recursos naturais do planeta. Com o passar do tempo, o objetivo desse processo deixou de atender às necessidades sociais e passou a atender cada vez mais às demandas de mercado e à geração de lucro.

As políticas nacionais e internacionais têm privilegiado o desenvolvimento de um modelo de agricultura com alta especialização, com menor diversidade e maior uso de produtos químicos. Esse modelo baseado em ricas fazendas especializadas convive ao mesmo tempo com grande número de pessoas vivendo em péssimas condições de saúde e de nutrição. Um grande paradoxo desse modelo está no fato de que as pessoas passam mais fome exatamente no local onde deveriam ser produzidos alimentos: 75% das pessoas que vivem abaixo da linha da pobreza, ou seja, ganham menos de um dólar por dia, vivem nas áreas rurais.

Milton Dorla/Pensar Tróp (maio 1987)



Além desse problema, um outro surgiu na segunda metade do século passado: a degradação do meio ambiente. O cultivo extensivo de monoculturas exigiu o uso indiscriminado de fertilizantes e de agrotóxicos, os quais foram responsáveis por grandes alterações no ecossistema, poluindo o solo, contaminando a vida silvestre e a água, além de provocar graves problemas de saúde à população.

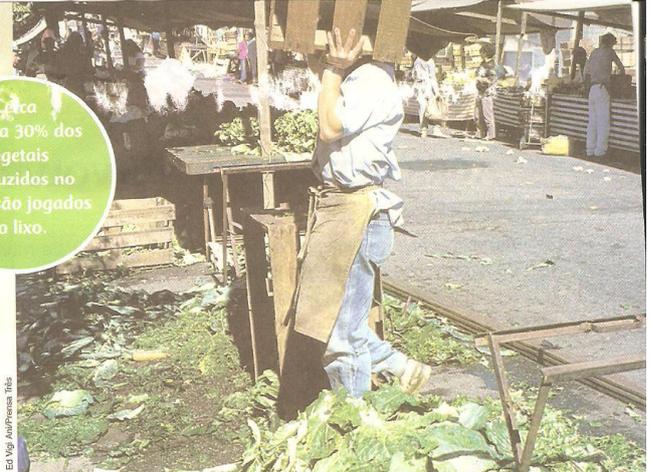
A miséria e a degradação ambiental resultantes desse modelo de desenvolvimento, que tem apenas o enriquecimento como meta e considera os recursos do planeta inesgotáveis, são sinais de alerta ao mundo para que se busquem outros modelos, considerando melhor a distribuição de riquezas e a racionalização dos recursos naturais de nosso planeta, que na sua maioria não são renováveis. Essa tomada de consciência fez surgir, no final do século passado, uma proposta de **desenvolvimento sustentável**. Você já ouviu esse termo? Ele é cada vez mais usado por cientistas e líderes políticos em todo o mundo e pode ser o caminho para o tão sonhado equilíbrio entre o progresso e a proteção ao ambiente. Mas afinal o que isso significa?

Todos queremos progresso. Entretanto, não podemos comprometer o planeta e a qualidade de vida de seus habitantes. Dá para conciliar essas duas posições? Muita gente acredita que sim. Segundo relatório da Comissão Mundial do Meio Ambiente da ONU, desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras também satisfazerem suas necessidades.

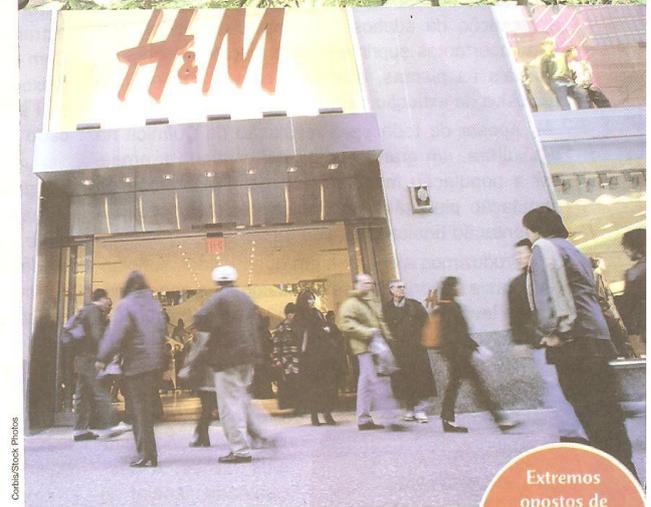
Vamos, mais uma vez, pensar na questão agrícola. O desenvolvimento sustentável pode significar, por exemplo, a adoção do sistema de rotação de culturas (quando os nutrientes do solo se tornam insuficientes para determinada lavoura, planta-se outra espécie e, assim, diminui-se o uso de fertilizantes) ou a utilização de inseticidas biológicos (espécies de bactérias ou de insetos que combatem os insetos nocivos sem prejudicar a planta). Optar por adubos naturais que provocam menor impacto no ambiente é outra estratégia de desenvolvimento sustentável.

242

Cerca de 20 a 30% dos vegetais produzidos no Brasil são jogados no lixo.

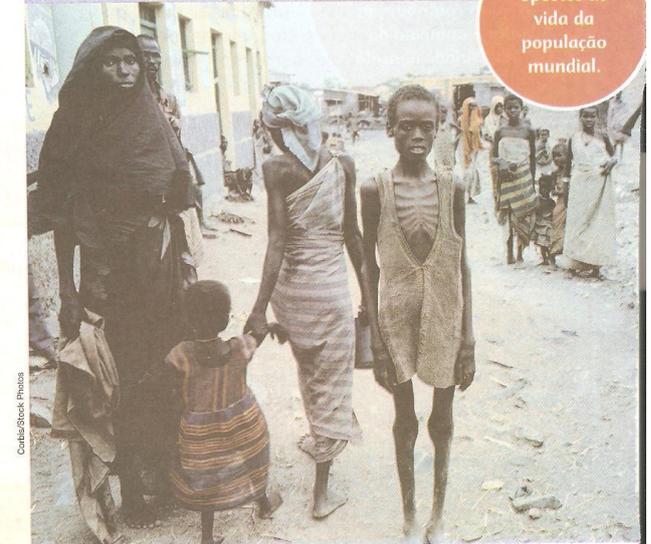


Est. Vigi. Ambiental Titãs



Courtesy: iStock Photos

Extremos opostos de vida da população mundial.



Courtesy: iStock Photos

Deve-se observar, todavia, que, por trás do discurso do “desenvolvimento sustentável”, está a idéia de adequar o desenvolvimento a uma nova situação, em que se busca garantir pela sustentabilidade a produção por mais tempo. Nesse processo continua o ímpeto de sempre explorar cada vez mais os recursos do planeta, como se fossem inesgotáveis e como se o desenvolvimento por si só fosse capaz de acabar com a miséria no planeta.

Muitos ambientalistas criticam também esse modelo e defendem a necessidade de uma consciência de cidadania planetária, em que os interesses de manutenção da vida no planeta estejam acima dos interesses de mercado, em favor de uma sociedade global em que todos tenham o direito à satisfação das condições mínimas de existência. Para isso, seria necessária a adoção de novas políticas que incentivem o uso de técnicas agroecológicas e desincentivem as práticas agrícolas poluidoras; transfiram subsídios para a agricultura ecológica; eliminem práticas comerciais internacionais que prejudicam as economias dos países menos desenvolvidos; redistribuam a terra aos trabalhadores rurais; assegurem às mulheres direitos iguais no trabalho agrícola; e incentivem novas pesquisas para a agricultura ecológica. Nesse sentido, para que a ciência e a tecnologia estejam a serviço dos valores humanos, é preciso pensar em políticas que façam com que o desenvolvimento não aumente as diferenças sociais nem ameace a vida no planeta.



Prensa Foto

Francisco Alves Mendes Filho (1944-1988) foi um exemplo de brasileiro que lutou por um modelo de desenvolvimento que integrasse justiça social e preservação ambiental. Filho de uma família de retirantes do sertão árido do Ceará, mudou-se para o Acre em busca de trabalho. Foi seringueiro desde criança e dedicou praticamente toda a sua vida à defesa dos trabalhadores e povos da floresta. Chico Mendes teve o seu trabalho reconhecido internacionalmente, sendo várias vezes premiado, inclusive pela ONU, que o distinguiu como um dos mais importantes defensores da natureza no ano de 1987. Pela sua luta pela implantação das reservas extrativistas, Chico combinava a defesa da floresta com a reforma agrária reivindicada pelos seringueiros, contrariando grandes interesses, o que acarretou o seu assassinato em 22 de dezembro de 1988.



Rafael Simões/Prensa Foto

José Lutzenberger (1926-2002), ambientalista gaúcho, conhecido e respeitado mundialmente por suas lutas conservacionistas, iniciadas no começo da década de 70, foi um grande defensor do desenvolvimento sustentável, principalmente na agricultura e no uso dos recursos não renováveis, alertando sobre os perigos que a globalização, na sua atual tendência, representa para a humanidade, ecológica e socialmente.



PENSE, DEBATA E ENTENDA

- 1 A partir dos textos do “Tema em foco” deste capítulo, comente as vantagens e desvantagens da produção agrícola familiar e da agroindústria.
- 2 Debata com seus colegas: É possível produzir alimentos para toda a população do planeta só com a agricultura familiar? Será que os pequenos proprietários de terra tendem a desaparecer ou ainda há espaço para eles em nosso sistema econômico?
- 3 Em grupo, debata sobre as causas da miséria no planeta, apesar do aumento da produtividade agrícola.
- 4 Debata com os seus colegas sobre o que significa ter uma consciência planetária e quais deveriam ser as preocupações de um cidadão como membro do planeta Terra.

