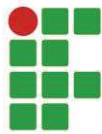


INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA
E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO
CAMPUS SÃO PAULO

RAQUEL RODRIGUES TEIXEIRA BENEVIDES

**AGRICULTURA CONVENCIONAL *VERSUS* AGRICULTURA
ORGÂNICA:
UMA PROPOSTA DE ENSINO CTS**

SÃO PAULO
2018



INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
São Paulo



Agricultura Convencional *versus* Agricultura Orgânica: Uma Proposta de Ensino CTS

Raquel Rodrigues Teixeira Benevides

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Miranda Junior.

IFSP
São Paulo
2018

RAQUEL RODRIGUES TEIXEIRA BENEVIDES

**AGRICULTURA CONVENCIONAL *VERSUS* AGRICULTURA ORGÂNICA:
UMA PROPOSTA DE ENSINO CTS**

Dissertação apresentada e aprovada em 02 de outubro de 2018 como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

A banca examinadora foi composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Pedro Miranda Junior
IFSP – Campus São Paulo
Orientador e Presidente da Banca

Prof^a. Dr^a. Amanda Cristina Teagno Lopes Marques
IFSP – Campus São Paulo
Membro interno da Banca

Prof^a. Dr^a. Giselle Watanabe
Universidade Federal do ABC
Membro externo da Banca

Catálogo na fonte
Biblioteca Francisco Montojos - IFSP Campus São Paulo
Dados fornecidos pelo(a) autor(a)

B461a Benevides, Raquel Rodrigues Teixeira
Agricultura convencional versus agricultura orgânica: uma proposta de ensino cts / Raquel Rodrigues Teixeira Benevides. São Paulo: [s.n.], 2018.
180 f. il.

Orientador: Pedro Miranda Junior

() - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, IFSP, 2018.

1. Ensino Cts. 2. Ensino de Química. 3. Educação Científica E Tecnológica. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo II. Título.

CDD

“Seja a mudança que você gostaria de ver no mundo”.

“A alegria está na luta, na tentativa, no sofrimento envolvido, e não somente na vitória”

Maratma Gandhi

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me proporcionado esta oportunidade de crescimento profissional e pessoal, por ter me dado forças nos momentos difíceis em que pensei em desistir, e me iluminado para continuar lutando pela realização deste sonho.

Agradeço aos meus pais pelo estímulo, sem medidas, para concretização deste trabalho, pelo incentivo e apoio que possibilitaram a minha participação em congressos, proporcionando momentos sensacionais e enriquecedores. À minha mãe um agradecimento especial pelo exemplo de guerreira, seus ensinamentos até hoje servem como alavanca em minha vida.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Pedro Miranda Junior pela paciência, dedicação e contribuições fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho, além de me incentivar e proporcionar situações de reflexão e aprendizagem muito agregadoras e pela compreensão e amizade nos momentos difíceis.

Agradeço à Prof^a. Dr^a. Giselle Watanabe por aceitar participar da minha banca, e por suas contribuições fundamentais para evolução do meu trabalho e pelas reflexões que me proporcionou.

Agradeço à Prof^a. Dr^a. Amanda Cristina Teagno Lopes Marques por aceitar participar da minha banca e também por todos os ensinamentos e reflexões que as disciplinas ministradas por ela, juntamente com o Prof. Dr. Gustavo Killner, me proporcionaram. E por suas contribuições sempre tão provocativas e motivadoras que estimularam minha criatividade e contribuíram para o surgimento de muitas ideias para a finalização deste trabalho

Sou grata a todos os professores do programa, pois contribuíram de diferentes formas para o desenvolvimento do meu trabalho e para minha formação docente. Um agradecimento especial ao professor Dr. Gustavo Killner, por suas contribuições em todo meu processo formativo e principalmente na reta final deste processo, com seus questionamentos e colocações sempre pertinentes e que me fizeram reflexionar tanto sobre minha prática docente como sobre meu desenvolvimento acadêmico.

Agradeço os meus colegas de turma pelos momentos de discussão, incentivo e troca de conhecimentos.

Agradeço os alunos e à Escola Ede Wilson Gonzaga, que abraçaram com respeito e contribuíram para realização deste trabalho. O carinho dos alunos ao final das aulas foi muito gratificante!

AGRICULTURA CONVENCIONAL VERSUS AGRICULTURA ORGÂNICA: UMA PROPOSTA DE ENSINO CTS

RESUMO

O ensino de ciências contextualizado por meio da discussão de temas sociocientíficos relevantes, fundamentada em conceitos científicos aprendidos em sala de aula, contribui para a formação ampla dos estudantes, capacitando-os para atuar de forma crítica na resolução de questões cotidianas e sociais. Este trabalho tem por objetivo desenvolver e analisar uma sequência de ensino investigativo (SEI) elaborada a partir dos referenciais CTS. A SEI elaborada com a temática “agricultura convencional *versus* agricultura orgânica” constituiu-se de dois ciclos de atividades diversificadas, a fim de contribuir para o ensino-aprendizagem, com os seguintes objetivos: 1) motivar os estudantes para a construção de conceitos de Química Orgânica; 2) contribuir para a compreensão da linguagem química; 3) compreender a função da química para o desenvolvimento tecnológico e para a sociedade; 4) estimular a reflexão, a discussão e a argumentação dos estudantes; 5) instigar a discussão do tema agricultura e a produção de alimentos, possibilitando o debate de ideias e a articulação da tríade CTS, contribuindo para o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão frente a situações reais; 6) inserir os estudantes na cultura científica escolar. Esta pesquisa é caracterizada como qualitativa do tipo pesquisa-ação e foi desenvolvida em uma escola pública estadual do município de Embu das Artes (SP), com uma turma de 26 estudantes da 3ª série do Ensino Médio. A coleta de dados ocorreu por meio de questionários, observação das aulas, registros em diário de campo, produção dos estudantes e gravações em áudio do júri simulado. Os dados foram analisados a partir dos pressupostos da análise de conteúdo de Bardin. Os resultados evidenciaram diversas potencialidades da SEI, tais como: a motivação dos estudantes; um ensino contextualizado; a articulação das relações CTS; a aprendizagem de conceitos químicos; a tomada de posicionamento crítico; o estímulo ao trabalho cooperativo; a contribuição para a prática reflexiva da professora participante. Os principais desafios da SEI foram: a precariedade da estrutura física da escola para o desenvolvimento de aulas diferenciadas; a desmotivação dos alunos no início da SEI para argumentação e leitura de textos; a pouca familiaridade dos alunos com realização de práticas investigativas. Durante o desenvolvimento das atividades observou-se um amplo interesse dos alunos acerca da temática abordada e maior participação e argumentação nos debates sobre os impactos socioambientais causados pela agricultura convencional. A análise propiciou estabelecer articulações CTS nas produções dos alunos a partir das reavaliações das hipóteses para as problemáticas propostas nos ciclos I e II da SEI. Os debates durante as atividades, a entrevista com trabalhadores de horta urbana, a construção da horta e o júri simulado, possibilitaram o posicionamento crítico dos estudantes frente à questão abordada e ainda a construção de conceitos de química orgânica. A abordagem CTS vai ao encontro da função social do ensino defendida neste trabalho, contribuindo para o desenvolvimento de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, como subsídios para formação da autonomia crítica dos estudantes e para a tomada de posicionamento frente a questões sociocientíficas, a partir de conhecimentos e valores e para a compreensão do pano de fundo presente nos discursos de especialistas e no desenvolvimento científico e tecnológico.

Palavras-chaves: Ensino de Química, Ensino CTS, Educação científica e tecnológica.

CONVENTIONAL AGRICULTURE *VERSUS* ORGANIC AGRICULTURE: A STS TEACHING PROPOSAL

ABSTRACT

The teaching of science, contextualized through the discussion of relevant socio-scientific themes based on scientific concepts learned in the classroom, contributes to the broad training of students, enabling them to act critically in solving daily and social issues. This work aims to develop and analyze a sequence of investigative teaching (SIT) elaborated from the STS references. The SIT elaborated with the theme "conventional agriculture versus organic agriculture" consisted of two cycles of diversified activities in order to contribute to teaching and learning with the following objectives: 1) to motivate the students in constructing concepts of Organic Chemistry; 2) to contribute for the understanding of chemical language; 3) to understand the function of chemistry for technological development and for society; 4) to stimulate students' reflection, discussion and argumentation; 5) to instigate the discussion of agriculture and food production, allowing the discussion of ideas and the articulation of the STS triad, contributing to the development of decision-making capability facing real situations; 6) to insert the students into the scientific school culture. This research, characterized as a qualitative research-action type, was developed in a state public school in the city of Embu das Artes (SP), with a class of 26 students from the 3rd grade of High School. Data collection was done through questionnaires, observation of the classes, records in field diary, student production and audio recordings of the simulated jury. The data were analyzed from the assumptions of the Bardin content analysis. The results showed several potentialities of the SIT, such as: student motivation; contextualized teaching; the articulation of STS relationships; learning of chemical concepts; the critical positioning socket; the encouragement of cooperative work; the contribution to the reflective practice of the participating teacher. The main challenges of SIT were: the precarious physical structure of the school for the development of differentiated classes; the absence of motivation of the students at the beginning of the SIT for argumentation and reading of texts; the students' lack of familiarity in conducting investigative practices. During the course of the activities, there was a great interest of the students on the subject and increased participation and argumentation in the debates about the socio-environmental impacts caused by conventional agriculture. The analysis allowed to establish STS articulations in the students' productions based on the reassessment of the hypotheses for the problems proposed in cycles I and II of the SIT. The debates during the activities, the interview with garden workers, construction of the vegetable garden and simulated jury, allowed the critical positioning of students in relation to the issue addressed and also the construction of concepts of organic chemistry. The STS approach is in line with the social function of teaching defended in this study contributing to the development of conceptual, procedural and attitudinal contents, as tools for the formation of students' critical autonomy and for the socio-scientific questions, from knowledge and values and for the understanding of the background present in the speeches of experts and in scientific and technological development.

Keywords: Chemistry Teaching, STS Teaching, Scientific and technological education.

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 01. Processo de construção da horta.	90
Figura 02:..Autoavaliação dos alunos frente à participação na SEI.	126

LISTA DE TABELAS

Pag.

Tabela 1. Estratégias desenvolvidas nas aulas e seus objetivos.....	85
---	----

LISTA DE QUADROS

Pág.

Quadro 01. Parâmetros CTS e suas dimensões adaptado de Strieder, Torija e Quilez (2016, p. 34 tradução nossa).	58
Quadro 02. Funções do professor no processo educativo.....	67
Quadro 03. Problematização do CI.....	83
Fonte: elaborado pela autora.....	83
Quadro 04. Problematização do CII.....	83
Quadro 05: Problematização e Questões do CI	98
Quadro 06. Reconstrução das hipóteses e articulações CTS estabelecidas.....	99
Quadro 07: Relação entre as categorias (C) e as questões (Q) presentes em cada entrevista (E), – (não apresentou).....	106
Quadro 08. Questão 8 do QF.	109
Quadro 09. Quantidade de respostas dos estudantes em cada item da questão 8 do QF segundo as categorias de análise.....	109
Quadro 10: Categorias e unidades de registro - Questão 1.....	113
Quadro 11: categorização das respostas da questão 2.....	115

SUMÁRIO

	Pág.
1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1. O ensino de ciências: contexto e objetivos.....	19
2.2. As faces do movimento CTS	23
2.1.1. Sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade	23
2.1.2. Do Movimento aos Estudos CTS	30
2.2. Educação CTS	33
2.2.1. Tecendo relações entre Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) e Educação CTS	40
2.2.2. A educação CTS no contexto brasileiro	47
2.2.3. O desenvolvimento de conteúdos CTS	55
3 PERCURSO METODOLÓGICO	69
3.1. Caracterização da pesquisa	69
3.3.1. Questão de pesquisa	71
3.3.2. O Projeto de Pesquisa	72
3.3.3. Cenário da pesquisa	72
3.2. A Sequência de Ensino Investigativo (SEI)	79
3.3. Coleta e análise dos dados	95
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	97
4.1. Atividades do Ciclo I	97
4.1.1. A reavaliação das hipóteses e a presença das articulações CTS.....	97
4.1.2. Questionários para entrevistas durante visita à horta urbana	103
4.2. Atividades do Ciclo II	108
4.2.1. A construção de conhecimentos	108
4.2.2. A tomada de decisão.....	111
4.2.3. Autoavaliação dos estudantes e avaliação da SEI segundo os estudantes	126
4.3. Considerações da Professora	127
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	129
REFERÊNCIAS.....	134
APÊNDICE A – TEXTOS UTILIZADOS NA SEI.....	139
A.1 Texto 1	139
A.2 Texto 2	141

A.3 Texto 3	143
A.4 Texto 4	145
APÊNDICE B - QUESTIONÁRIOS	146
B.1 Questionário socioeconômico	146
B.2 Questionário inicial	148
B.3 Questionário final.....	149
APÊNDICE C - PRODUTO EDUCACIONAL	150
ANEXO A - Atividades do Caderno do Aluno	178
A.1 Atividade sobre funções orgânicas	178
A.2. Atividade de bioacumulação de pesticidas	179

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho de mestrado foi fruto de uma necessidade de minha formação profissional na área de ensino, uma vez que minha formação pedagógica não foi a mais adequada. Logo após a conclusão do curso de bacharelado em Química Ambiental comecei a trabalhar como professora de química na rede pública estadual. Em seguida fiz um curso de complementação pedagógica para assumir o cargo de docente efetiva na rede estadual de ensino. Desde então atuo na educação há mais de nove anos e o programa de mestrado contribuiu muito para minha formação como pessoa e como professora.

Ao reconhecer os grandes desafios impostos pela educação pública no Brasil e diante do cenário vivenciado por mim e aquele retratado por Pozo e Crespo (2009), ao afirmarem que os professores estão frustrados pelo pouco sucesso alcançado mediante o esforço despendido no ensino, visto que os alunos aprendem cada vez menos e apresentam concepções errôneas e persistentes, mesmo após vários anos de estudos escolares, além de terem pouco interesse pela apreensão do conhecimento científico e, como consequência, apresentam dificuldades em solucionar problemas da atividade científica e que envolvem o uso do raciocínio lógico, ressaltamos importância do desenvolvimento de pesquisas na área de Ensino.

Os autores salientam que os alunos apresentam dificuldades no desenvolvimento de conteúdos procedimentais, tais como: análises quantitativas, generalizações, raciocínio científico, estabelecimento de significados a resultados, controle cognitivo na resolução e aplicação de fórmulas, principalmente quando consideramos estudantes de ensino médio, assim decidi aprofundar meus estudos em ensino de ciências e ampliar meus conhecimentos a fim de contribuir mais com a construção dos conhecimentos dos estudantes em vista dos desafios apontados.

Esses autores consideram ainda que tais dificuldades são consequências de uma prática escolar que prioriza a execução de tarefas rotineiras como a resolução de problemas com pouco significado científico, tendo como consequência a falta de utilidade dos conceitos trabalhados em sala de aula e a perda de interesse do aluno pelo conhecimento científico.

Está claro para nós professores que a realização da prática docente exige subsídios sustentadores e norteadores que vão desde a formação do professor até as condições de trabalho, como a infraestrutura e recursos disponíveis na escola, além das políticas públicas para que o sistema educacional se desenvolva. Diante desta tomada de consciência, durante atuação como docente efetiva, decidi mudar o rumo do ensino de Química na Unidade Escolar em que ingressei, reativando o laboratório de ciências e capacitando-me profissionalmente. Após realizar o curso de formação continuada “desenvolvimento de habilidades cognitivas dos estudantes”, oferecido pelo Programa USP–Escola, senti necessidade de ampliar o meu conhecimento e, por isso, decidi ingressar no programa de mestrado em ensino de ciências.

Concordamos com Pozo e Crespo (2009) de que muitos estudantes sustentam concepções equivocadas sobre a neutralidade da Ciência, a utilidade do conhecimento científico para a vida, a distorção da figura do cientista e do trabalho científico e o caráter salvacionista da ciência e da tecnologia. Considerando que a imagem distorcida da ciência presente nos meios de comunicação social, e que essa visão é ainda reforçada nas ações em sala de aula, acreditamos que o ensino de ciências pautado em uma abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) pode contribuir para que os estudantes adquiram uma visão holística do conhecimento científico e suas relações com a tecnologia.

Logo, frente a meu histórico formativo, concepções ideológicas e prática de ensino cidadã, mesmo de forma intuitiva, sempre buscando apresentar aos estudantes as diferentes faces do desenvolvimento científico e tecnológico e seus impactos socioambientais, a abordagem CTS “me escolheu” para o desenvolvimento deste trabalho de pesquisa.

Wildson Santos em seus diversos trabalhos (SANTOS; MORTIMER, 2001, e 2009; SANTOS, 2007a, 2007b, 2008) enfatiza a importância de promover um ensino de ciências humanístico, que além de discutir aspectos sociais envolvidos no desenvolvimento científico e tecnológico do movimento CTS, propõe uma “educação política” que visa à construção de atitudes e valores para a formação de uma sociedade reflexiva, na busca da transformação do modelo hegemônico de

desenvolvimento científico e tecnológico em um modelo socialmente justo e igualitário.

A educação CTS busca desmistificar a ciência e a tecnologia, assim como promover a participação pública contrapondo modelos tecnocráticos e tradicionais de ensino por meio de mudanças nos conteúdos de ciência e tecnologia, nos materiais didáticos e na prática e metodologia de ensino (CEREZO, 2009).

Gordillo (2009) considera que a inserção de temas (temas transversais, temas sociais relevantes e temas controversos) nos materiais didáticos de disciplinas científicas e humanísticas contribui para a aprendizagem científica e para a participação cidadã no debate de problemas relacionados à ciência e à tecnologia, como por exemplo, “controvérsias sobre problemas reais de interação entre ciência, tecnologia e sociedade em âmbitos como a saúde, o meio ambiente, o urbanismo, etc.” (GORDILLO, 2009, p.71, tradução nossa).

Logo, partimos da hipótese de que a abordagem de temas gerais e amplos como “Agricultura” no ensino de química é de grande relevância na formação do aluno, visto que esse tema é abordado nos livros didáticos aprovados pelo PNLD - 2015, 2016 e 2017 e na Proposta Curricular do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2012). A prática agrícola representa uma das atividades sociais mais importantes desenvolvidas pelo ser humano, além de proporcionar uma evolução histórica em sua forma de vida, e necessitou no decorrer do tempo de aprimoramento técnico para atender à crescente demanda da população por produtos agrícolas. Como o aumento da produção agrícola pode ser atingido por diferentes tecnologias de cultivo, diferentes visões surgem nesse contexto, como o debate entre agricultura convencional e agricultura orgânica.

O estudo de uma situação presente na prática social do aluno pode motivá-lo a apresentar suas experiências e relacioná-las com questões da ciência (POZO e CRESPO, 2009), assim como a inserção de questões sociocientíficas agregadas ao ensino de ciências. Segundo Ratcliff (1998, *apud* SANTOS, 2008) a abordagem de questões sociocientíficas motiva os alunos tanto para o estudo de conceitos científicos como para sua mobilização no estudo de situações presentes no cotidiano para o desenvolvimento de responsabilidade social, além de contribuir para

o desenvolvimento de conteúdos: argumentação, reflexão, tomada de decisão e compreensão de aspectos relativos à natureza da ciência. Assim, concordamos que a motivação dos estudantes é fundamental, pois representa a abertura das portas para o conhecimento.

O tipo de agricultura praticada na sociedade, por ser um tema controverso, favorece o desenvolvimento de atividades que estimulam a argumentação e o debate entre os estudantes, conseqüentemente, possibilita a mobilização de conhecimentos e a consideração de questões éticas, políticas e sociais no desenvolvimento do tema em sala de aula, contribuindo para realização de uma educação CTS para a cidadania (SANTOS e MORTIMER, 2009 e SANTOS, 2012).

Embora o Brasil seja o país que mais faça uso de agrotóxicos, segundo o Ministério do Meio Ambiente, resultando em elevados índices de intoxicação de pessoas, e a frequente discussão de questões acerca desse tema nos meios de comunicação, muitos dos estudantes da turma que participou deste trabalho desconhecem a procedência dos alimentos que consomem e seus processos de produção como, por exemplo, a questão do uso de agrotóxicos.

O presente trabalho é uma pesquisa qualitativa do tipo pesquisa-ação que foi desenvolvida nas aulas de Química com uma turma de estudantes da 3ª série do Ensino Médio de uma escola estadual do município de Embu das Artes – SP, sendo a professora a pesquisadora deste trabalho.

A questão de pesquisa norteadora deste trabalho emergiu das necessidades profissionais da professora/pesquisadora e é apresentada a seguir: Quais potencialidades e desafios do desenvolvimento de uma SEI, realizada em uma abordagem CTS com o tema “agricultura convencional *versus* agricultura orgânica”, para o ensino da química orgânica?”.

A pesquisa tem como objetivos:

- Analisar potencialidades e desafios no processo de desenvolvimento e aplicação de uma sequência de ensino a partir de uma abordagem CTS, com o tema “agricultura convencional *versus* agricultura orgânica” para o ensino da química orgânica.

- Investigar a contribuição da sequência de ensino para a construção de conhecimentos científicos, para o estabelecimento de relações entre ciência, tecnologia e sociedade e para leitura crítica da realidade e tomada de decisões frente a questões controversas.

Os dados da pesquisa foram analisados à luz dos objetivos educacionais propostos pelo ensino CTS e categorizados segundo a análise de conteúdo, explorando o potencial das atividades da sequência de ensino para o desenvolvimento de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, característicos da proposta CTS desenvolvida. A construção de conhecimentos dos alunos foi analisada a partir da análise de conteúdo acerca do levantamento das articulações CTS estabelecidas e dos conceitos de química orgânica construídos. A tomada de decisão frente à problemática estudada foi analisada a partir de atividades desenvolvidas pelos estudantes e por meio da discussão na atividade de júri simulado. A análise das percepções da professora e dos estudantes acerca do desenvolvimento da sequência, assim como a autoavaliação dos estudantes também são objetivos desta pesquisa.

Organizamos a presente dissertação em cinco capítulos. No primeiro capítulo são apresentados o tema e os objetivos desta pesquisa, assim como sua relevância para o ensino de química.

O segundo capítulo apresenta o marco teórico que subsidiou esta pesquisa. O capítulo contextualiza o principal conceito que embasa esta pesquisa: educação CTS, a partir de uma breve apresentação de conceitos acerca do acrônimo CTS e das faces do movimento CTS devido a diferentes contextos em que se desenvolveu e apresenta o ensino CTS e seus desdobramentos, tais como a função social do ensino, sua contribuição para a alfabetização científica e tecnológica dos estudantes, as ações pedagógicas, conteúdos desenvolvidos sob esta abordagem de ensino e proposições sobre o currículo escolar. No segundo capítulo também apresentamos uma breve revisão bibliográfica visando apresentar um panorama da educação CTS no Brasil.

O terceiro capítulo apresenta o cenário da pesquisa e o marco metodológico percorrido, a intervenção pedagógica e o tema no qual se baseia assim como, as formas de coleta e análise dos dados.

O quarto capítulo apresenta a discussão dos resultados da pesquisa e algumas reflexões acerca das abordagens e estratégias utilizadas, buscando levantar potencialidades e desafios encontrados durante o desenvolvimento da sequência de ensino realizada em uma abordagem CTS com o tema “Agricultura convencional *versus* Agricultura Orgânica”.

No quinto capítulo trazemos as considerações finais da pesquisa. O produto educacional deste mestrado profissional é apresentado no apêndice C.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O capítulo apresenta um breve histórico acerca do ensino de ciências, contextualizando e caracterizando o ensino com enfoque CTS. Pretendemos fazer uma reflexão sobre o desenvolvimento de conteúdos segundo a tipologia de Zabala (1998) para uma educação científica sob uma abordagem CTS, considerando desde as estratégias utilizadas em sala de aula até os temas e conteúdos desenvolvidos.

Por fim, apresentamos as possibilidades de articulação da educação CTS no contexto brasileiro a partir de alguns estudos de revisão sobre o tema, e as orientações curriculares no Brasil com base nos seguintes documentos oficiais: Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica (DCNEB) (2013), e Proposta Curricular do Estado de São Paulo (PCSP) (2012).

2.1. O ensino de ciências: contexto e objetivos

A ciência foi incluída no currículo escolar a partir do século XIX na Europa e nos Estados Unidos (DEBOER, 2000 *apud* SANTOS, 2007a). Porém, a educação científica passou a ser mais debatida na década de 1950 com o movimento cientificista, que teve seus ideais dissipados no mundo todo, a valorização do conhecimento científico em relação ao conhecimento humano (SANTOS, 2007a), visto que com o reconhecimento da ciência e da tecnologia para o desenvolvimento econômico, cultural e social, o ensino de ciências passou a ser direcionado a suprir as necessidades humanas (KRASILCHIK, 1998). Neste contexto, Krasilchik (1998) apresenta como exemplo a corrida armamentista da Guerra Fria, período em que houve incentivo para os estudantes seguirem carreira científica, com apoio das escolas, dos cientistas e das universidades.

No Brasil, de acordo com Santos (2007b), esse processo se iniciou com a atualização curricular do ensino nos anos 1930, promovendo a produção e uso de kits para experimentos de ciências, assim como a criação de centros de ensino de ciências nos anos 1960 dedicados à pesquisa em Ensino de Ciências.

A partir da década de 1960, o avanço da tecnologia e as consequências ambientais e sociais advindas do modelo de desenvolvimento científico e tecnológico, tornaram-se temas frequentes nos debates dos educadores, indicando a necessidade de uma educação científica que considerasse os aspectos sociais

deste desenvolvimento, emergindo assim, propostas curriculares para a formação do cidadão trabalhador, considerando as inter-relações ciência, tecnologia e sociedade (CTS) como subsídios ao desenvolvimento do país (KRASILCHIK, 1998; SANTOS, 2007b).

No Brasil, com a Lei 4024/61 - Lei de Diretrizes e Bases da Educação houve a ampliação do ensino de ciências que através do “método científico” buscava desenvolver o raciocínio lógico e o pensamento crítico para desenvolver no cidadão a capacidade de tomada de decisão. Já a reforma realizada durante a ditadura militar, que tinha objetivo ampliar o desenvolvimento econômico do país por meio da formação do trabalhador, direcionou as disciplinas científicas a um caráter profissionalizante, embora as escolas particulares de ensino médio continuassem com a proposta de preparar seus alunos para o ensino superior, seduzindo o estudante para o ingresso na carreira científica e tecnológica sem a preocupação com discussões sobre CTS (ANGOTTI e AUTH, 2001).

No entanto, na década de 1990, a LDB/96 incluiu valores sociais no ensino, ou seja, formação para o exercício da cidadania com autonomia e ética, consciente dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos (KRASILCHIK, 1998).

Auler e Delizoicov (2001), em seu artigo “Alfabetização científico-tecnológica para quê?”, consideram que a tomada de consciência acerca dos fundamentos científico-tecnológicos presentes no cotidiano para o exercício da cidadania, perpassa a alfabetização científico-tecnológica (ACT) dos estudantes, termo este que apresenta diversos significados, como: “popularização da ciência, divulgação científica, entendimento público da ciência e democratização da ciência” (AULER; DELIZOICOV, 2001, p.123), logo, apresenta objetivos variados, porém segue as duas perspectivas de pensamento, a tecnocrática e a democrática, a respeito da abordagem de problemas envolvendo ciência e tecnologia (C&T):

Os objetivos balizadores são diversos e difusos. Vão desde a busca de uma autêntica participação da sociedade em problemáticas vinculadas à CT, até aqueles que colocam a ACT na perspectiva de referendar e buscar o apoio da sociedade para a atual dinâmica do desenvolvimento científico-tecnológico. (AULER e DELIZOICOV, 2001, p.123)

Krasilchik (1998) aponta ainda para o contexto da globalização e seu reflexo no ensino de ciências, o qual contribui para a formação do “cidadão - trabalhador - estudante”, desenvolvendo a autonomia do estudante para o engajamento nas relações sociais presentes no desenvolvimento científico e tecnológico. Porém, em seu trabalho, Auler e Delizoicov (2001) alertam sobre a necessidade de expor as concepções acerca da construção e desenvolvimento da ciência e tecnologia, visto que a análise das relações CTS pode seguir perspectivas diferentes, também apontadas por Aikenhead (1994).

O preparo para o trabalho e para a cidadania com autonomia intelectual, em que a pessoa seja capaz de compreender benefícios e riscos do desenvolvimento científico e tecnológico no mundo globalizado (KRASILCHIK, 1998) corrobora a visão ampliada de ACT (AULER e DELIZOICOV, 2001), construindo uma imagem real da ciência e tecnologia, ou seja, como atividades humanas influenciadas pelo contexto e por fatores políticos e econômicos, podendo oferecer riscos e benefícios à sociedade e ao meio ambiente.

A visão de mundo das pessoas é construída socialmente e reflete suas crenças e valores, conseqüentemente a interferência no mundo, afirma Angotti e Auth (2001). Assim é preciso que a escola ajude a pessoa a compreender como e quem se beneficia com o modelo científico e tecnológico vigente e se conceber como integrante da sociedade. Angotti e Auth (2001) concluem em seu estudo que:

[...] mesmo em parte submetidas e condicionadas pela crescente utilização da tecnologia em seu meio, suas vidas não estão irrevogavelmente predeterminadas pela lógica inevitável, às vezes perversa, do desenvolvimento tecnológico. (ANGOTTI e AUTH, 2001, p.21).

Portanto, por mais que o desenvolvimento tecnológico possa condicionar a forma de vida das pessoas seja pelo uso de equipamentos avançados, pelos tratamentos médicos ultramodernos ou por alimentos processados, acaba excluindo boa parte da população que não possui condições de acesso aos avanços mencionados, ou seja, este desenvolvimento em parte é destinado apenas a classe dominante da sociedade.

O contexto histórico social e o modelo de sociedade e de suas necessidades direcionam o tipo de cidadão que deverá ser formado nas escolas, refletindo na

reformulação de seus currículos gerais e disciplinares. Em um contexto cada vez mais globalizado e tecnológico, a partir dos anos 1980, no qual a identidade cultural tende a uma massificação e as diferentes culturas são massacradas pela mídia que impõe padrões da cultura dominante, surgem os movimentos sociais questionadores da hegemonia como “sem terra”, “feminista”, entre outros. Para ressaltar a importância dessas culturas surgem as teorias pós-críticas de currículo, nas quais aparecem questões multiculturais (SILVA, 2015).

Esta perspectiva multiculturalista vai além de uma visão humanista, na qual são considerados o respeito, a tolerância e a convivência pacífica entre as culturas, valendo-se da relação entre cultura e poder, buscando-se questionar essas diferenças, indo além das discussões em torno das classes sociais, segundo Silva (2015).

As Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (2013) corroboram os princípios destas teorias, uma vez que abordam as especificidades de uma educação mais ampla, como o ensino indígena, a quilombola, a EJA, a educação especial, entre outras, fundamentais para um projeto de Nação:

Um dos fundamentos do projeto de Nação que estamos construindo, a formação escolar é o alicerce indispensável e condição primeira para o exercício pleno da cidadania e o acesso aos direitos sociais, econômicos, civis e políticos. A educação deve proporcionar o desenvolvimento humano na sua plenitude, em condições de liberdade e dignidade, respeitando e valorizando as diferenças [...]. Além disso, aqui estão presentes as diretrizes curriculares nacionais para a Educação de Jovens e Adultos, a Educação Ambiental, a Educação em Direitos Humanos e para a Educação das Relações Étnico-Raciais e para o Ensino de História e Cultura Afro- Brasileira e Africana. (BRASIL, 2013, p.4).

Neste contexto, o trecho seguinte explora o modelo de educação proposto.

A educação destina-se a múltiplos sujeitos e tem como objetivo a troca de saberes, a socialização e o confronto do conhecimento, segundo diferentes abordagens, exercidas por pessoas de diferentes condições físicas, sensoriais, intelectuais e emocionais, classes sociais, crenças, etnias, gêneros, origens, contextos socioculturais, e da cidade, do campo e de aldeias (BRASIL, 2013, p.25).

Esse mesmo documento aponta a importância do saber científico, do ensino de ciências como subsídio para o exercício da cidadania, para que a pessoa tenha

condição de se posicionar frente a processos e inovações que a afetam, como observamos no trecho a seguir:

Conhecimento científico, nos tempos atuais, exige da escola o exercício da compreensão, valorização da ciência e da tecnologia desde a infância e ao longo de toda a vida, em busca da ampliação do domínio do conhecimento científico: uma das condições para o exercício da cidadania (BRASIL, 2013, p.26).

Porém, é importante considerar que a ciência e a tecnologia não apresentam apenas pontos positivos como aqueles apontados no parágrafo anterior referente à tomada de decisão consciente frente a questões reais é necessário analisá-las de forma ampla, e para tal, a escola pode contribuir com a quebra da cultura de passividade dos estudantes e de valores históricos considerados como neutros e naturais para a construção de uma sociedade menos desigual.

2.2. As faces do movimento CTS

É importante considerarmos as relações estabelecidas entre ciência e tecnologia, ciência e sociedade, e tecnologia e sociedade para a compreensão do Movimento CTS e seus desdobramentos, principalmente em relação ao âmbito educacional, cuja aplicação é o objeto de estudo deste trabalho.

A sociedade está em constante transformação, principalmente devido ao desenvolvimento científico e tecnológico e suas consequências econômicas, políticas, culturais, etc. Logo, para a compreensão da formação da sociedade atual é importante a reflexão sobre o processo de desenvolvimento tecnocientífico.

2.1.1. Sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade

A ciência, segundo Vaz, *et al.* (2009), pode ser entendida como um conhecimento verdadeiro, validado por meio de sistematização, necessário para o desenvolvimento tecnológico e da sociedade moderna. Chrispino (2017) acrescenta a esse entendimento que a ciência é uma atividade humana inserida em um contexto histórico, cultural e socioeconômico, portanto, influenciada por interesses, valores e crenças pessoais.

Mas como o conhecimento científico pode ser diferenciado de outros tipos de conhecimento? Bazzo, Linsingen e Pereira (2003) levantam este debate e

consideram a heterogeneidade da prática científica e a importância do contexto, comparando diversas visões da ciência, as quais incidem no processo de ensino, como as visões positivistas em que o conhecimento científico segue um avanço linear e acumulativo para o progresso humano, empirista ou uma visão individualista e elitista, estereotipando a imagem do cientista (gênio, solitário), desconsiderando o trabalho coletivo da ciência. Estas visões e suas implicações no ensino são apresentadas a seguir:

- a) Visão empirista e atórica: observação e experimentações neutras sem hipóteses. Na educação o uso do livro é ressaltado esquecendo-se as práticas experimentais, ou ocorre com omissão dos conteúdos reduzindo a aprendizagem à prática dos processos o “descobrimto”.
- b) Visão rígida: com um “método científico” padrão a ser seguido mecanicamente.
- c) Visão aproblemática e ahistórica: ocorre a transmissão do conhecimento elaborado deslocado de seu contexto histórico, desconsiderando suas limitações e perspectivas futuras.
- d) Visão analítica: desconsidera a interdisciplinaridade do conhecimento, logo, perde-se as relações entre os conhecimentos com a fragmentação do ensino.
- e) Visão acumulativa e linear: o conhecimento é construído de forma linear ignorando as revoluções científicas.
- f) Visão individualista: o cientista é visto como um gênio isolado, desconsiderando-se o trabalho coletivo como a troca de conhecimento entre grupos de pesquisa e a divulgação em congressos.
- g) Visão “velada” e elitista: com discriminação social e de gênero, não considerando sua construção social e repleta de erros.
- h) Visão de “sentido comum”: o conhecimento científico é apresentado como “claro e óbvio” sendo que a ciência se constrói do questionamento do “óbvio”.

- i) Visão descontextualizada e socialmente neutra: não considera as relações ciência – tecnologia – sociedade e o cientista está além do bem e do mal.

A relação entre ciência e sociedade é complexa segundo Bazzo, Linsingen e Pereira (2003), devido à dificuldade que a ciência apresenta para prever eventos não frequentes e a escolha de quais problemas a ciência deveria se ocupar, visto que a ciência é influenciada por recursos de diferentes setores e decisões políticas, limitando o trabalho dos cientistas e levantando-se a importância da participação social, à medida em que os efeitos do desenvolvimento científico, muitas vezes, recairão sobre todos; além da dificuldade da previsão de erros ao se transpor um conhecimento aplicado em pequena escala para a escala real.

A tecnologia está associada, em geral, com produtos industriais e artefatos tecnológicos, os quais foram produzidos a partir do conhecimento científico, com objetivo de suprir as necessidades e desejos humanos. Bazzo, Linsingen e Pereira (2003) relacionam a tecnologia a um conjunto de procedimentos realizados na produção industrial a partir da aplicação de conhecimentos das ciências naturais, diferenciando-a da técnica (procedimentos tradicionais, artefatos e habilidades), em que conhecimentos científicos não são necessários ao seu desenvolvimento, ou seja, conhecimento prático derivado do conhecimento científico.

Porém, a imagem de subordinação da tecnologia em relação à ciência não deve ser propagada, segundo Acevedo-Diaz (2010), tendo em vista que cada uma possui características próprias e o processo de desenvolvimento de ambas é interdependente, ou seja, muitos conhecimentos científicos continuam sendo desenvolvidos graças a aparatos tecnológicos.

A tecnologia pode ser entendida como uma “coleção de sistemas projetados para realizar alguma função” (BAZZO, LINSINGEN E PEREIRA, 2003, p.44); nesta perspectiva, “sistema” abrange a tecnologia de organização social, que constrói e transforma a realidade social além da realidade física. Nesse sentido, como exemplos, podem ser citados o sistema educacional e o sistema de saúde e ainda Bazzo, Linsingen e Pereira (2003, p. 56) afirmam que “a criação da cultura simbólica através da linguagem é incomparavelmente mais importante para o desenvolvimento humano que a invenção de qualquer instrumento”.

A relação da tecnologia com o ser humano é teorizada em duas visões: “visão engenheiril” e “visão humanística”. A primeira visão é defendida por Dessauer (1956, *apud* BAZZO, LINSINGEN E PEREIRA, 2003), em que a máquina é a extensão do corpo humano e a tecnologia está subordinada às leis da natureza e às necessidades humanas. Enquanto a segunda visão, a “visão humanística”, levanta a discussão histórico-filosófica sobre a tecnologia, ou seja, analisa a responsabilidade moral da tecnologia, suas relações no âmbito social e político. Nesta perspectiva, Bazzo, Linsingen e Pereira (2003) trazem reflexões acerca das limitações que a máquina impõe sobre o homem ressaltando seu poder de pensar e criar, superior ao de manipular. Essas visões se completam na interpretação do fenômeno tecnológico, e subsidiam a ação humana crítica na convivência com a tecnologia, permitindo a superação de erros do passado.

Concordamos com Chrispino (2017) que não existe um conceito “correto” para ciência ou tecnologia, visto que são construídos socialmente sofrendo interação do ser e do meio em que estão inseridas, podendo assim apresentar diversas visões, porém acreditamos que existem visões ingênuas de ambas talvez por desconhecer seus processos de construção e desenvolvimento assim como pela visão (salvacionista) propagada pela mídia.

Para uma compreensão epistemológica da ciência e da tecnologia julgamos importante comparar as finalidades e objetivos de cada prática, pois são diretamente relacionadas aos “valores constitutivos” e “contextuais” da ciência e da tecnologia segundo Acevedo-Díaz (2010).

Assim como o desenvolvimento científico, o desenvolvimento tecnológico está inserido no meio cultural, a compreensão de como seus aspectos organizacionais é influenciada por valores, ideologias, sistema social e político, permite ao cidadão compreender como a tecnologia pode “influenciar” sua vida e como ele pode ser mais atuante no debate sobre o processo de desenvolvimento tecnológico (SANTOS e MORTIMER, 2002). O ambiente social, político e cultural, em que se desenvolvem a prática científica e tecnológica, é denominado “valores contextuais” dessas práticas (Acevedo-Díaz, 2010), enquanto os “valores constitutivos” estão diretamente relacionados às finalidades e objetivos destas práticas.

Na prática científica, o trabalho dos cientistas é mediado por equipamentos e uma rede de informação e comunicação, possibilitando a troca de conhecimentos, transformando o mundo em que vivemos, no qual o financiamento das pesquisas (na maioria dos casos) torna possível sua realização (LINSINGEN, 2007). Aprofundando a reflexão, o autor levanta questões sobre os agentes que influenciam ou são influenciados pela atividade científica, tais como: pesquisadores, empresas, financiadores, grupos de interesse, comitês de políticas públicas, e conclui que em vista deste emaranhado de interesses de cunho financeiro, ideológico e político, que os financiamentos são destinados a determinadas pesquisas e não a outras. Logo, a atividade científica não é neutra e nem autônoma, apresenta relações sociais em sua produção.

Os “valores constitutivos” da ciência moderna possuem quatro pilares segundo Merton (1973 *apud* ACEVEDO-DÍAZ, 2010): 1) Universalismo – o conhecimento científico deve ser livre de preconceitos pessoais e de outras formas, sendo dependente de razões científicas; 2) Comunalismo – o conhecimento científico como propriedade pública; 3) Desinteresse - a ciência deve ocupar-se da construção de conhecimento por si mesmo; 4) Ceticismo organizado – o conhecimento científico deve ser testado objetiva e criticamente e considerado provisório até que seja validado por métodos da ciência.

É importante considerar que o conhecimento científico não está acabado, em diversos campos é incompleto e pode sofrer contestações e até mudanças de paradigmas, como apresenta Thomas Kuhn (1962) em seu livro “A Estrutura das Revoluções Científicas”.

Os “valores constitutivos” da tecnologia apresentam uma maior dificuldade de serem dissociados de seus “valores contextuais”, os quais estão intrínsecos naturalmente na prática tecnológica e determinados pela racionalidade técnica, virtuosismo tecnológico, eficiência, estética, economia, etc., integrados aos “valores contextuais” que apontam para qual problema deve ser resolvido pela tecnologia, e apresentam interesse em obter patente e não publicações como na prática científica. (ACEVEDO-DÍAZ, 2010).

Acevedo-Díaz (2010) completa:

A investigação científica que se realiza nos laboratórios parece ter como uma de suas finalidades a produção de conhecimento básico suscetível a publicação, que está destinado a aumentar a compreensão, explicação e previsão de eventos e fenômenos [...] dentre tantas metas perseguidas [...] e elaboração de conhecimento prático encaminhado à aplicação tecnológica [...]. (ACEVEDO-DÍAZ, 2010, p.10).

No campo industrial e tecnológico, o principal motivo que dão as empresas para justificar a criação e financiamento de laboratórios de investigação e desenvolvimento é que os avanços em ciências e tecnologia que podem conseguir neles que conduzem a obtenção de patentes, as quais se converterão em novos processos de fabricação e produtos comerciais melhores e às vezes mais baratos que os anteriores (ACEVEDO-DÍAZ, 2010, p.11).

A tecnologia representa um conhecimento que permite ao homem mudar e controlar o mundo, a sociedade representa um grupo de indivíduos vivendo em um sistema político, econômico, de produção, consumo, obediente a normas, sob influência dos conhecimentos científicos e tecnológicos, segundo Vaz, *et al.* (2009). Logo concluímos que tanto o meio social influencia o desenvolvimento científico e tecnológico, como este determina as características de uma sociedade.

O desenvolvimento de novas tecnologias criou desde novas formas de interação social até novas formas de identidade cultural e coletiva (VAZ *et al.*, 2009); pense nas transformações da sociedade e nas relações do homem com o meio que modificaram após a descoberta do fogo, da máquina a vapor, da energia elétrica e das tecnologias da informação, tornam-se evidentes as mudanças das relações sociais e do meio em que vivemos, porém consideramos a relação dialética entre tecnologia e sociedade, visto que as demandas sociais também contribuem para mudanças tecnológicas.

As relações entre tecnologia e sociedade podem ser representadas por diferentes tipologias sociais (CHRISPINO, 2017): a) Sociedade com a cultura da subsistência no meio natural; b) Sociedade urbana com meio cultural produzido pela técnica e pela indústria; c) Sociedade da tecnociência, na qual o espaço artificial é modificado a partir dos avanços na ciência e tecnologia. Para Bazzo, Linsingen e Pereira (2003) as pessoas nesta sociedade são dependentes e submetidas à tecnologia.

Segundo Morse (1998 *apud* CHRISPINO, 2017) a fronteira política, geográfica e étnica que delimitava a sociedade hoje se expandiu para a fronteira de interesses e relacionamentos. Mas, qual é o papel das pessoas na sociedade atual?

A cidadania é exercida pela participação das pessoas, seja pela elegibilidade, exercendo seus deveres, usufruindo de seus direitos ou pela capacidade de julgar criticamente leis, política, ações e a resolução de problemas reais (SANTOS e SCHNETZLER, 2010).

A introdução da tecnologia da informação produziu a sociedade em rede, resultando na liberdade de informação e comunicação das pessoas, facilitando o acesso ao conhecimento e a aproximação da ciência dos cidadãos por meio de divulgação científica (MONIZ-SANTOS, 2005).

Este cenário junto a questões políticas e a mobilização de grupos ativistas, educadores e investigadores criticando a ciência moderna levaram a reflexões pós-modernas, criticando a sociedade liberal em questões como: a hipervalorização da autonomia individual e da “cidadania consumista”; a legitimação de instituições dominantes sobre atores sociais; desvalorização de direitos sociais; a negligência a saberes não científicos, entre outros (MONIZ-SANTOS, 2005).

Assim, a “cidadania pós-moderna” se apoia em

discursos que apelam a formas de resistência à exclusão e à emergência de uma cidadania multirreferenciada, radicada em debates éticos públicos, suportada por uma democracia como estilo de vida e mais apostada numa integração cognitiva e cultural do que política (MONIZ-SANTOS, 2005, p.141).

Portanto, no sistema capitalista, o referencial para a vida é o próprio sujeito, sem pensar muitas vezes no bem coletivo, porém a cidadania nesta sociedade exige a participação em prol da dignidade humana e da igualdade de direitos, em que seres engajados e ativos politicamente são participantes na luta pelo desenvolvimento humano.

Logo há preocupação com causas transnacionais e planetárias para suprir necessidades presentes e futuras, valoriza os direitos coletivos e a valorização multicultural, valorizando assim identidades de resistência criadas por cidadãos desvalorizados e estigmatizados pela sociedade moderna, em que o conhecimento

possibilita o reposicionamento do ser na sociedade indo além da igualdade, liberdade e justiça social (MONIZ-SANTOS, 2005).

2.1.2. Do Movimento aos Estudos CTS

Essa seção apresenta um breve histórico do movimento CTS, da consolidação dos Estudos CTS e suas particularidades na América do Norte, na Europa e na América Latina.

Desde o final da década de 1950 o modelo linear de desenvolvimento que preconizava que os avanços científicos e tecnológicos trariam bem estar social começou a demonstrar contradições, seja pela poluição ambiental ou por contribuir com guerras, críticas a este modelo se estenderam pelos anos 1960 (CEREZO, 1999).

A publicação do livro “Primavera Silenciosa” de Rachel Carson, denunciando as consequências do uso do DDT, e a do livro “A Estrutura das Revoluções Científicas” de Thomas Kuhn, ambos em 1962, alimentaram discussões não acadêmicas e acadêmicas acerca das concepções tradicionais de desenvolvimento científico e tecnológico (LINSINGEN, 2007).

Junto ao movimento de contracultura¹, no final dos anos 1960 nos EUA, preocupados com as formas de controle, interesses e consequências negativas de uma ciência e tecnologia “autônoma” em meio a acidentes nucleares, a envenenamento farmacêutico, a derramamento de petróleo, a efeitos de armas químicas, e a movimentos ambientalistas, a sociedade civil e políticos passaram a debater sobre o desenvolvimento científico e tecnológico (CEREZO, 1999).

Paralelamente a estes movimentos populares que ocorreram em países desenvolvidos na academia européia “sobre a base de uma leitura radical da obra de T. S. Kuhn” (CEREZO, 1999, p. 219) foi apresentada uma imagem do conhecimento científico incompatível com a tradicional, produto de um processo de negociação social e consenso, com a formação de uma escola em filosofia e sociologia da ciência.

¹ O movimento de contracultura iniciado nos Estados Unidos na década de 1960 com caráter filosófico, social, artístico e cultural, pregava o anticonsumismo e criticava valores da cultura dominante e a situação política e social do país, caracterizado pela luta pela paz e pelas minorias.

Assim, o estudo CTS, na tradição norte americana, foca mais nas consequências sociais e ambientais do desenvolvimento científico e tecnológico e nas questões éticas e reguladoras, enquanto que, na tradição européia, a partir de pesquisa acadêmica, o estudo CTS aborda a construção do conhecimento científico e tecnológico epistemologicamente sob influência de fatores econômicos, políticos e culturais.

Segundo Cerezo (2009),

na atualidade os estudos CTS constituem uma diversidade de programas de colaboração multidisciplinar que, enfatizando a dimensão social da ciência e da tecnologia, compartilham: a) rechaçar a imagem da ciência como atividade pura, b) a crítica da concepção da tecnologia como ciência aplicada e neutra; e c) condenar a tecnocracia (CEREZO, 2009, p.24, tradução nossa).

Portanto, os estudos CTS atualmente combinam as duas tradições apresentadas, buscando compreender as relações entre ciência, tecnologia e sociedade de maneira contundente, destacando seus processos de desenvolvimento sob aspectos econômicos, políticos, ambientais, etc..

Dagnino (2008) considera o movimento CTS presente na América Latina- Pensamento Latino - Americano sobre CTS (PLACTS) como uma categoria de Estudos CTS (ECTS), que pode ter contribuído para o atual campo de ECTS, embora não tenha formado escola como na Europa e na América do Norte, houve pesquisadores nas décadas de 1960 e 1970, tais como Amilcar Herrera, Francisco Sagasti e Oscar Varsavsky que abordaram temas de estudos CTS e, devido ao cenário político local, houve uma estagnação neste campo de pesquisa (CHRISPINO, 2017).

Nos ECTS europeus e norte-americanos, a ciência e a tecnologia eram consideradas processos sociais influenciadas pelo contexto histórico, econômico, e cultural e com características estas próprias também do PLACTS (LINSINGEN, 2007).

No Brasil e na Argentina os ECTS se caracterizaram pelo desenvolvimento de “críticas originais e análises contextualmente pertinentes sobre a C&T a partir da periferia do capitalismo” (DAGNINO, THOMAS e DAVYT, 1996 *apud* DAGNINO, 2008, p.10) por pesquisadores das ciências duras com viés político.

Na Argentina, assim como na Europa, houve a institucionalização das disciplinas de Humanidades, porém, segundo Dagnino (2008), não foi por este motivo que surgiram os ECTS e sim pelo nível de desenvolvimento científico atingido, pela insatisfação acadêmica quanto ao apoio do governo às atividades científicas, não concordando com o modelo de transferência de tecnologia ao qual estava sujeito, defendendo assim um “Projeto Nacional” de desenvolvimento científico e tecnológico e associadamente um desenvolvimento econômico e social.

Pesquisadores influenciados pelo PLACTS contribuíram para a elaboração da Política Científica e Tecnológica (PCT) da Argentina, porém, o governo militar priorizou (com recursos) o desenvolvimento de C&T na área militar (DAGNINO, 2008).

No Brasil a autonomia em C&T passou a ser uma “meta estratégica” desde o final dos anos 1950 e, os ECTS foram motivados em meados dos anos 1970 devido à debilidade tecnológica das indústrias brasileiras frente às multinacionais segundo Dagnino (2008). Assim, o Brasil também sob uma política militar sofreu influência do PLACTS acerca do desenvolvimento de uma PCT e do investimento na área de pesquisas das ciências duras e em pós-graduação (DAGNINO, 2008).

A produção do PLACTS provinha tanto de cientistas como de engenheiros na busca de conhecimentos científicos e tecnológicos para satisfazer as necessidades locais, incluindo o desenvolvimento econômico e social (LINSINGEN, 2007).

Cerezo (2009) apresenta as dimensões em que os ECTS se desenvolveram desde o início:

- a) Campo da investigação acadêmica: aborda a atividade científica como processo social e contextualizado e suas relações com a tecnologia.
- b) Campo de políticas públicas: defende a regulamentação pública da atividade científica e tecnológica, considerando o processo democrático de tomada de decisões com a participação de diferentes atores sociais.
- c) Campo educacional: defende a abordagem desta nova construção acerca da prática científica e tecnológica no ensino básico e superior, por meio de materiais didáticos e programas CTS.

Deter-nos-emos a descrição do campo educacional na próxima seção, o qual é o embasamento teórico fundamental para o desenvolvimento desta pesquisa.

2.2. Educação CTS

Nesta seção apresentaremos o desenvolvimento do campo da Educação CTS, seus objetivos gerais, suas relações com a alfabetização científica e tecnológica (ACT), e de que forma vem se estabelecendo no Brasil. Também estabeleceremos um paralelo entre a Educação CTS e o desenvolvimento de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais.

Nos anos 1970, devido aos desdobramentos do movimento CTS acerca da nova forma de compreender a ciência e a tecnologia, surge a Educação CTS como uma proposta para desenvolver um ensino de Ciências mais crítico e contextualizado, tanto na educação básica como na educação superior (CEREZO, 2009).

Segundo Cerezo (2009), o desenvolvimento da educação CTS no Brasil teve como base os movimentos CTS das escolas de tradições européia e norte-americana, que tinham como objetivos principais a investigação acadêmica CTS (contextualização da ciência e da tecnologia) e a política pública CTS (promoção a participação pública). O referido autor destaca que para alcançar tais objetivos são necessárias mudanças tanto de conteúdos quanto de metodologias e atitudes, por parte dos atores sociais envolvidos no processo de ensino-aprendizagem.

O ensino CTS, segundo Walks (1996), pode ser considerado como

uma mudança radical nos currículos em todos os níveis de ensino com a principal finalidade de dar uma formação em conhecimentos, e, especialmente, em valores que favoreça a participação cidadã responsável e democrática na avaliação e controle das implicações sociais da ciência e da tecnologia (WALKS, 1996b *apud* ACEVEDO-DÍAZ, 2009, p.35)

Portanto, a proposta educacional CTS tem objetivos que extrapolam os muros da escola, promovendo o pensamento crítico, a autonomia e a capacidade de tomada de decisões conscientes, contribuindo para o desenvolvimento de uma sociedade mais justa e igualitária (CEREZO, 2009, ACEVEDO-DÍAZ, 2009).

Como já descrito, a educação CTS pode ser desenvolvida em todos os níveis de ensino. Linsingen (2007), em seu trabalho, defende que no ensino superior de engenharia e de ciências naturais, a educação CTS tem como função promover aos estudantes uma formação humanística básica, tornando-os conscientes dos atuais e dos futuros impactos sociais e ambientais advindos do desenvolvimento científico e tecnológico, para que esses futuros profissionais exerçam de forma crítica sua função na sociedade. Linsingen destaca ainda que para os estudantes de humanidades e de ciências sociais, a educação CTS contribui para internalização de um conhecimento contextualizado de ciência e de tecnologia, para que possam discutir questões tecnocientíficas que afetam suas vidas como cidadão e durante o exercício de suas profissões, de forma esclarecida e fundamentada evitando posturas tecnófobas e tecnófilas.

Considerando que a vida das pessoas está cada vez mais influenciada pela ciência e pela tecnologia, Linsingen (2007, p.13) faz a seguinte reflexão sobre a escola básica:

[...] a escola acaba assumindo um papel social que precisa ser rediscutido, pois, ao mesmo tempo em que ela não deve se contrapor ao meio social-cultural onde se insere, assume um papel de promoção de uma inserção social mais ampla, para preparar as pessoas e as sociedades a uma convivência intercultural e intersocial sem perda de suas identidades, ou favorecendo a compreensão das mudanças de identidade que se processam no contato com as diferentes sociedades e culturas.

Neste sentido, a educação científica deve contribuir para a compreensão da influência tanto positiva como negativa que o conhecimento científico e o desenvolvimento tecnológico tiveram e têm na transformação da sociedade e na transformação do meio em que o estudante está inserido, assim como para formação de cidadãos capazes de tomar decisões responsáveis e que participem democraticamente na sociedade (que claramente depende da abertura política para tal).

Acevedo-Díaz (2009) aponta os diferentes objetivos do ensino CTS na formação do cidadão: a) ajudar na compreensão dos conhecimentos científicos e tecnológicos, suas relações e diferenças, bem como atrair os estudantes para as carreiras profissionais relacionadas às áreas de ciência e de tecnologia; b)

compreender o desenvolvimento científico e tecnológico em seu contexto histórico e social; c) compreender os impactos sociais e ambientais decorrentes do desenvolvimento científico e tecnológico, permitindo sua participação na sociedade para tomadas de decisões. O autor considera que o terceiro objetivo é o mais importante para a educação básica.

Consideramos que o segundo objetivo exposto por Acevedo-Díaz (2009) é tão importante quanto o terceiro objetivo, visto que compreender os aspectos éticos e o jogo de interesses de alguns setores da sociedade que se beneficiam de determinada pesquisa ou tecnologia desenvolvida no país, também é um subsídio fundamental para a participação dos cidadãos em questões tecnocientíficas que podem afetá-lo diretamente.

Concordamos com Bazzo, Linsingen e Pereira (2003) que a participação pública, seja por ação de grupos ou indivíduos, pode ocorrer em diferentes formas tais como, audiência pública, gestão negociada, júri, consulta de especialista para a discussão de problemas, pesquisas de opinião, questionamento em juízo ou consumo diferenciado, por exemplo, e como apontado anteriormente é determinada por fatores políticos.

Os referidos autores ressaltam que estas formas de participação não devem ser copiadas de um país para outro, pois a realidade (política pública, cultura de participação, valores, tradições, interesses envolvidos no problema, dentre outras) é específica de cada local e deve ser considerada; assim, reconhecemos as manifestações populares, greves, denúncias públicas realizadas por organizações não governamentais e abaixo-assinados virtuais como formas de participação pública importantes no Brasil atualmente. Determinadas manifestações e/ou denúncias, algumas delas veiculadas nos meios de comunicação, além de escancararem alguns problemas sociais e/ou ambientais, em certos casos impedem/adiam/transformam certas decisões unilaterais como, por exemplo, no caso das ocupações de escolas por estudantes brasileiros em 2015 contra a reforma do Ensino Médio.

Assim, percebemos uma maior participação pública frente a questões políticas do que científicas e tecnológicas, demonstrando a necessidade de

esclarecimento das pessoas frente às questões de ciência e de tecnologia, facilitando uma participação pública mais efetiva da sociedade em tais questões. Segundo Nelkin (1984 *apud* OSORIO, 2009), são as pessoas diretamente afetadas e envolvidas (os cientistas, os engenheiros e os consumidores) que devem participar da gestão do desenvolvimento científico-tecnológico.

O ensino CTS é um ensino para a responsabilidade social, que visa a participação do cidadão na tomada de decisões frente a questões envolvendo ciência e tecnologia de forma crítica e consciente (AIKENHEAD, 1994, 2009; SANTOS e SCHNETZLER, 2010; SANTOS e MORTIMER, 2001), ou seja, o objetivo central do ensino CTS na educação básica é subsidiar essa tomada de decisão por meio da construção de conhecimentos, valores e habilidades (SANTOS, 2007a; SANTOS e SCHNETZLER, 2010; SANTOS e MORTIMER, 2000).

A informação é subsídio para ações responsáveis. Porém, os valores pessoais e sociais também contribuem para a orientação de decisões e ações (AIKENHEAD, 2009).

Nessa perspectiva, a proposta da educação CTS no ensino busca a interação entre educação científica, tecnológica e social, na qual as discussões históricas, éticas, políticas e sociocientíficas são articuladas a conteúdos científicos e tecnológicos, permitindo a compreensão de como o desenvolvimento da ciência e da tecnologia depende de interesses políticos e econômicos, de valores e ideologias da sociedade na qual estamos inseridos, construindo, portanto, um saber para a vida. (AIKENHEAD, 1994; SANTOS, 2007b).

Cerezo (2009) descreve que os programas CTS podem ser classificados em três categorias não excludentes, reconhecendo o valor de cada uma delas para cada contexto e os elementos que apresentam em comum, tais como a motivação dos alunos e o possível despertar de vocações científicas em alguns deles. As categorias são descritas a seguir:

- 1- CTS como enxerto curricular. Por meio de uma disciplina CTS ocorre a abordagem de questões sociais, ambientais, culturais, políticas e éticas envolvidas na prática científica e na tecnologia. Abordagem não técnica, mas com foco nos aspectos filosóficos, históricos e sociológicos da ciência

e da tecnologia, cujo objetivo geral é despertar uma consciência crítica a partir de informações acerca da ciência e da tecnologia principalmente. Abordagem proposta para estudantes de cursos de humanidades e de ciências sociais e da educação básica.

- 2- CTS como enxerto nos materiais didáticos. Incluir ao final das unidades temáticas ou intercalando de algum outro modo conteúdos CTS nas disciplinas de ciências, visto que conteúdos técnicos serão abordados, com objetivo geral de conscientizar os estudantes dos impactos socioambientais da ciência e da tecnologia, tornando os temas científicos mais interessantes, podendo facilitar o interesse de estudantes pelas carreiras científicas.
- 3- Ciência e tecnologia através de CTS: Desenvolver os conteúdos de ciência e tecnologia por meio de uma visão CTS. Os conteúdos CTS são discutidos a partir de problemas que envolvem o futuro dos estudantes, seja como profissionais, consumidores ou cidadãos. Os conteúdos científicos e tecnológicos são desenvolvidos nas aulas de ciências e são mobilizados de acordo com a necessidade do estudante no entendimento de um problema científico-tecnológico com relevância social ou um artefato, por exemplo. O objetivo central é apresentar ao estudante que na resolução de um determinado problema social há necessidade do uso de conceitos científicos de diferentes disciplinas, e que tais conceitos são úteis para compreensão do problema e para uma maior fundamentação e argumentação durante o debate, despertando nas pessoas a consciência social e a responsabilidade social.

Segundo Aikenhead (2009), o ensino CTS tem como proposta a integração dos conhecimentos canônicos de ciências e do cotidiano do aluno, como subsídio para a que os estudantes compreendam seu mundo cotidiano, centrando-se no estudante e não na ciência. O autor considera que existem diferentes abordagens CTS, que apresentam objetivos semelhantes, mas se diferenciam nas prioridades dadas a determinados objetivos, visto que “cada país tem sua própria história para contar” (AIKENHEAD, 2009, p.23).

Logo, a integração do conteúdo canônico com conteúdo CTS produz o conteúdo científico CTS, que pode ser desenvolvido segundo 8 categorias propostas por Aikenhead (1994, p. 55, tradução nossa), que considera desde uma contextualização simplista dos conceitos científicos até uma abordagem 100% CTS, em que os conceitos científicos não são aprofundados (modelo usado por exemplo em cursos de humanidades). As categorias são especificadas a seguir:

1. Motivação por meio de conteúdo CTS: o ensino de ciências tradicional com menção de conteúdo CTS de forma superficial para tornar o ensino mais atrativo. O autor relata que esta categoria não pode ser considerada como educação CTS, em que os estudantes não são avaliados pelo conteúdo CTS.
2. Inclusão esporádica de conteúdo CTS: o conteúdo CTS é trabalhado superficialmente como um tópico no ensino de ciências tradicional, os estudantes são avaliados na proporção de 5% de conteúdos CTS e 95% de conteúdos de ciências.
3. Inclusão sistemática de conteúdos CTS: o ensino tradicional de ciências acrescido de uma série de conteúdos CTS integrados aos tópicos de ciências. Os estudantes são avaliados em 10% de conteúdo CTS e 90% de conteúdos de ciências.
4. Uma disciplina específica de conteúdos CTS: uma disciplina de conteúdo CTS organiza os conteúdos de ciências e de sua sequência de ensino. Os estudantes são avaliados pelo seu aprendizado de conteúdo CTS, sendo 20% CTS e 80% ciências.
5. Ciência por meio do conteúdo CTS: o conteúdo CTS serve como organizador dos conteúdos científicos e de sua sequência, o conteúdo científico é multidisciplinar, sendo determinado pelo conteúdo CTS. Os estudantes são avaliados pelo seu aprendizado do conteúdo CTS, sendo 30% CTS e 70% ciências.
6. Ciência associada ao conteúdo CTS: o conteúdo CTS é o foco do ensino, o conteúdo relevante de ciências enriquece o aprendizado CTS. Os estudantes são avaliados igualmente no conteúdo CTS e no conteúdo de ciências.
7. Inclusão de ciência no conteúdo CTS: o conteúdo CTS é o foco do ensino, o conteúdo de ciências é apenas mencionado, mas não é ensinado de forma sistemática. Os estudantes são avaliados em 80% de conteúdos CTS e 20% de conteúdos de ciências.
8. Conteúdo CTS: trata-se de um estudo de uma questão tecnológica ou social relevante. O conteúdo de ciências é mencionado apenas para indicar a relação entre a questão estudada e a ciência. Os estudantes não são avaliados no conteúdo de ciências.

Segundo Aikenhead (1994), materiais da categoria 8, quando incluídos em um curso de ciência tradicional, resultam em um curso de categoria 3. Já em outro

trabalho, Aikenhead (2005) indica que as categorias não são fixas, podendo o professor fazer adaptações.

A estruturação das propostas CTS em categorias também foi apresentada por Acevedo-Díaz (1997), descritas a seguir:

- 1- Inclusão de CTS nos currículos de ciência: CTS como motivação, complemento de cursos, ou integrando CTS a disciplinas ou áreas de conhecimento.
- 2- Ciência e Tecnologia através de CTS: CTS em disciplinas ou de forma multidisciplinar.
- 3- CTS puro: inclusão de ciência ou de tecnologia para complementar os debates sociais sobre temas científicos ou tecnológicos, ou mencionar alguns conteúdos científicos ou tecnológicos como exemplos em estudos sociais e filosóficos da ciência e da tecnologia.

Observa-se que as categorias 1, 2 e 3 de Aikenhead (1994), a categoria 2 de Cerezo (2009) e a categoria 1 de Acevedo-Díaz (1997) não abordam os conteúdos CTS sistematicamente, dificilmente atingem a amplitude dos objetivos da educação CTS, enquanto outras categorias criam condições para que os estudantes tenham acesso efetivo aos conteúdos CTS.

De acordo com Moniz-Santos (2005), a concretização do ensino CTS tem se dado de forma controversa devido à diversidade de métodos, conteúdos e finalidades CTS, porém, a autora considera a importância de suas principais concepções para o ensino disciplinar de ciências, visto que, essas propostas apresentam em seu cerne a superação de visões positivistas e salvacionistas da ciência e da tecnologia, propondo compreender o processo de evolução da ciência e da tecnologia no contexto social, político e cultural.

Acerca da cidadania na atualidade, a referida autora apresenta que

A “nova” cidadania reclama uma acurada vigilância sobre as atuações dos especialistas. Há decisões que, exigindo abordagens rigorosas e altamente especializadas, dão a quem controla os conhecimentos tecnocientíficos demasiado poder. Tal poder pode se temperado com a “voz” cientificamente informada dos cidadãos, mas também com o valor prático dos conhecimentos do cidadão gerados em contexto, no dia-a-dia. (MONIZ-SANTOS, 2005, p.155).

Portanto, a ciência e a tecnologia são postas a serviço dos cidadãos passando por processos decisórios democráticos, e para tal participação é fundamental uma educação esclarecedora tal qual a proposta CTS.

Corroborando as ideias de Moniz-Santos (2005), os autores Santos (2007b), Auler e Delizoicov (2001) e Auler e Bazzo (2001) questionam a neutralidade da ciência e os valores do modelo de desenvolvimento científico e tecnológico atual, transpondo este questionamento para a sala de aula, promovendo uma educação científica crítica, na qual o conteúdo é organizado a partir de temas sociais, em que ciência e tecnologia se apresentam em prol do interesse social, valorizando a natureza das ciências, a linguagem científica e o argumento científico, defendendo a recontextualização do movimento CTS por meio da busca de um modelo de ciência e tecnologia pautado na justiça social, subsidiado por uma educação em que as discussões envolvem os aspectos sociais da ciência e da tecnologia, com foco crítico e atuante na busca de um mundo mais sustentável (SANTOS, 2008).

Associados ao desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão sob uma responsabilidade social acerca de questões envolvendo ciência e tecnologia, Aikenhead (2009) considera o desenvolvimento de um apanhado de capacidades intelectuais apontadas por diversos autores que enfatizam a enculturação do estudante em uma sociedade permeada de influências da ciência e tecnologia, tais como criticidade, raciocínio lógico, resolução de problemas de forma criativa, exercício da cidadania local e global, ações responsáveis e postura ativa no ambiente de trabalho.

2.2.1. Tecendo relações entre Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) e Educação CTS

Em vista das relações estabelecidas por diversos autores (CEREZO, 1999, 2009, AULER e DELIZOICOV, 2001, ACEVEDO-DÍAZ, 1997, 2001, 2010, ACEVEDO-DÍAZ, *et al.*, 2003, ANGOTTI e AUTH, 2001, AULER, 2007, GORDILLO, 2009, PÉREZ e VILCHES, 2001, SANTOS, 2007a, 2012, MAIZTEGUI *et. al.*, 2002, SANTOS e MORTIMER, 2002) entre a educação CTS e a alfabetização científica e

tecnológica (ACT), essa sessão propõe explicitar algumas dessas relações, tecendo uma rede de significados para sua melhor compreensão.

Segundo Aikenhead, (1997 *apud* SANTOS, 2012), a educação CTS e o letramento (ou alfabetização como tradução do termo *literacy*) científico e tecnológico apresentam um objetivo em comum, que é formar para a cidadania. Esses movimentos surgiram em contextos diferentes, a educação CTS em meio à crítica ao modelo de desenvolvimento científico e tecnológico, e o letramento científico por diversas pressões sociais tais como econômica e sobre a utilização de conhecimentos científicos e tecnológicos no cotidiano das pessoas. Acevedo-Díaz, Alonso e Manassero, (2003) consideram que a educação CTS é a melhor forma de selecionar conteúdos básicos e pautas metodológicas para a formação de cidadãos responsáveis e informados.

Diferentes objetivos de ensino podem ser atribuídos à ACT com foco nos conceitos ou nos aspectos atitudinais e axiológicos (normas e valores), segundo Acevedo-Díaz (2009, 2010). Acevedo-Díaz (2010) no artigo “*Tres criterios para diferenciar entre ciencia y tecnologia*” relata as concepções que se tem sobre ciência e tecnologia, suas relações e diferenças com os objetivos da educação científica e tecnológica, que conduzem a adoção de diferentes significados para o termo “alfabetização científica e tecnológica”.

Kemp (2002 *apud* ACEVEDO-DÍAZ, ALONSO e MANASSERO, 2003, p.83 tradução nossa) após revisão sobre o tema delimita traços semelhantes acerca da ACT em três dimensões:

1. Conceitual (compreensão e conhecimentos necessários). Seus elementos mais citados são: conceitos científicos e relações entre ciência e sociedade.
2. Procedimental (procedimentos, processos, habilidades e capacidades). Os traços que são mencionados com mais frequência são: obtenção e uso da informação científica, aplicação da ciência na vida cotidiana, utilização da ciência para propósitos sociais e cívicos e divulgação da ciência ao público de maneira compreensível.
3. Afetiva (emoções, atitudes, valores e motivação frente a alfabetização científica). Os elementos mais repetidos são: apreço pela ciência e interesse pela ciência.

Acevedo-Díaz, Alonso e Manassero (2003) ressaltam que não existe confluência dos conceitos de ACT e nem da extensão que deve ser trabalhada, porém, afirmam que estas três dimensões devem sempre estar presentes em um processo de ACT, e que a ênfase em uma ou outra pode ocorrer no futuro como já ocorreu no passado.

Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007) consideram irrealista propor um ensino de ciências na educação básica aprofundado em conceitos científicos complexos como, por exemplo, a biotecnologia. Defendem que a aquisição de conhecimentos científicos mínimos, com planejamentos globais e considerações éticas, são suficientes para a formação de cidadãos e apontam que conhecimento (no caso de especialistas) não garante a ação adequada para um problema social, podendo a sociedade contribuir com perspectivas e interesses mais amplos que considerem repercussões a médio e longo prazo. Para fortalecer essa ideia, os referidos autores, ilustram como exemplo o caso da batalha contra o DDT (dicloro-difenil-tricloroetano), que se iniciou após a publicação do livro “Primavera Silenciosa” da cientista Rachel Carson, publicado em 1962, que contribuiu para a mobilização social contra o uso do DDT, mesmo outros cientistas não tendo verificado os malefícios desta substância.

Logo, a participação dos cidadãos na tomada de decisões frente a questões científicas e tecnológicas se dá para a prevenção de possíveis efeitos negativos das inovações e exige um mínimo de informações científicas para a compreensão dos problemas e das alternativas possíveis para solucioná-los, como apontam Praia, Gil-Pérez e Vilches.

Devemos insistir em que esta participação de cidadania na tomada de decisões, que se traduz, em geral, em evitar a aplicação apressada de inovações de que se desconhecem as consequências a médio e longo prazo, não supõe nenhum entrave à investigação, nem a introdução de inovações, desde que existam razoáveis garantias de segurança. (PRAIA, GIL-PÉREZ e VILCHES, 2007, p.144).

O letramento científico e tecnológico, apresentado como sinônimo de educação científica para a cidadania apresenta objetivos mais amplos que a educação CTS, incorporando-a como um de seus aspectos. Nesse sentido, Santos (2012) relata que:

Embora a educação CTS no ensino de ciências incorpore a compreensão da natureza da ciência e a linguagem científica, deve-se destacar que o seu foco está nas inter-relações e que quaisquer que sejam os temas sociocientíficos que sejam estudados há conceitos científicos fundamentais para o cidadão que poderão não ser abarcados pelos temas CTS. (SANTOS, 2012, p.58).

Santos (2012) chegou a esta conclusão após anos de experiência no desenvolvimento de materiais didáticos para o ensino de Química com enfoque CTS, que têm como foco aspectos sociais, políticos, culturais, econômicos e ambientais envolvidos no desenvolvimento científico e tecnológico e, até por uma limitação temporal, Santos ressalta que a necessidade da limitação dos temas sociocientíficos abordados em aula para que conceitos científicos fundamentais sejam explorados.

Santos (2007a) sintetiza os domínios da educação científica envolvendo conhecimentos amplos e valores em: 1- natureza da ciência: filosofia e história da ciência; 2- linguagem científica: conceitos científicos e a linguagem envolvida; 3- aspectos sociocientíficos: questões éticas, políticas, ambientais econômicas e sociais relacionadas ao desenvolvimento científico e tecnológico, ou seja, a compreensão crítica das relações CTS.

A compreensão da ciência e da tecnologia como cultura, incorporando os valores e as prioridades da sociedade em que são desenvolvidas para além dos conhecimentos próprios das disciplinas, permitindo a compreensão do por que e para quê os produtos tecnocientíficos foram desenvolvidos, são elementos fundamentais para uma efetiva alfabetização científica e tecnológica (GORDILLO, 2009).

Gordillo (2009) considera que um cidadão alfabetizado científica e tecnologicamente, não necessariamente, se tornará um cientista, porém, terá ferramentas para compreender, mesmo que não profundamente, o significado dos discursos de especialistas e assim, poderá participar dialogicamente com os mesmos acerca de assuntos científicos e tecnológicos para a tomada de decisões relativa à evolução do desenvolvimento científico e tecnológico tendo em vista seu papel de consumidor, usuário, beneficiado ou prejudicado pelas consequências deste desenvolvimento, e que a escola representa um espaço importante para a

aproximação dos estudantes à cultura científica e tecnológica (escolar), podendo contribuir para o surgimento de novos cientistas, importante para o futuro da sociedade.

Contrariamente às ideias de Santos (2012), Gordillo (2009), Cerezo (1999) e Auler (2007) consideram que a ACT ocupa um lugar principal entre os objetivos da educação CTS por “mostrar que a ciência e a tecnologia são acessíveis e importantes para os cidadãos” (GORDILLO, 2009, p.69), por desenvolver o pensamento crítico para a tomada de decisões com base nas informações em questões envolvendo ciência e tecnologia. Nesse contexto, Gordillo considera importante no contexto educacional

mostrar que a ciência e a tecnologia são construções humanas e que, portanto também refletem os desejos, os interesses e os valores humanos. Dotar-lhes de ferramentas conceituais que lhes permitam compreender o mundo em que vivem e comprometer-se com a ideia de que as decisões sobre o rumo do conhecimento científico ou a transformação tecnológica não podem ser delegadas só aos especialistas, pois suas consequências afetam a todos [...]. (GORDILLO, 2009, p.69, tradução nossa).

Outra finalidade da educação CTS, segundo Gordillo (2009), indica justamente a função da escola em preparar o cidadão para participação pública nas decisões tecnocientíficas, ou seja, oferecer oportunidades para que o aluno opine, julgue, contraste diferentes visões sobre o desenvolvimento científico e tecnológico, além de discutir as dimensões éticas, políticas, estéticas, econômicas acerca de situações-problema que geralmente são apresentadas como exclusivamente técnicas.

Segundo Santos (2012) o domínio CTS da alfabetização científica e tecnológica é o domínio fundamental para o desenvolvimento da cidadania e preparo dos estudantes para a tomada de decisão frente a questões sociocientíficas.

Aikenhead (2009) também considera que a alfabetização científica e tecnológica tem o objetivo de formar estudantes para o exercício da cidadania, capacitando-os para compreender situações da sua vida pessoal e social vinculadas à ciência. Assim, considera que a ciência que se faz na escola está relacionada com a cultura científica do país, dos professores, da escola, da comunidade, assumindo

uma identidade própria, apontando para a alfabetização científica como um “conceito cultural”.

Aikenhead (1994 p. 50) faz uma análise dos objetivos da “*scientific literacy*” apontando-os como objetivos da educação CTS, com a ressalva de que devido às diferentes categorias de educação CTS (apresentadas na sessão anterior) podem ser priorizados um objetivo ou outro. Assim, Aikenhead (1994) com base no estudo de Bybee (1985) afirma que a contribuição para a educação CTS está entre os três objetivos gerais da ACT:

- 1- Aquisição de conhecimento (conceitos intrínsecos e conceitos a respeito de ciência e tecnologia) para assuntos pessoais, questões cívicas ou perspectivas culturais.
- 2- Desenvolvimento de competências de aprendizagem (processos de investigação científica e tecnológica) para aquisição de informações, resolução de problemas e tomada de decisão.
- 3- Desenvolvimento de valores e ideias (que tratam das interações entre ciência, tecnologia e sociedade) para as questões locais, políticas públicas e problemas globais.

Enquanto Santos (2012) considera as visões de ACT destacadas por Auler e Delizoicov (2001) como categorias de educação CTS, Auler e Delizoicov (2001) apontam particularidades das duas visões, uma reducionista e outra ampliada, aproximando ou afastando da proposta CTS.

A visão reducionista trata a ciência como neutra e está pautada nos seguintes “mitos”:

- a) determinismo tecnológico: considera que a inovação tecnológica só traz benefícios para qualidade de vida das pessoas;
- b) superioridade dos modelos de decisões tecnocráticas: ideia de que a ciência e a tecnologia podem solucionar problemas técnicos e sociais de forma neutra;
- c) perspectiva salvacionista da ciência e da tecnologia: aponta para a concepção linear de progresso na qual desenvolvimento científico promove desenvolvimento tecnológico, que promove desenvolvimento econômico, que por sua vez promove desenvolvimento social.

A visão ampliada, por sua vez, estuda as relações CTS relacionando o ensino de conceitos à problematização desses mitos, refletindo os princípios da educação CTS, que tem como principal objetivo o despertar da capacidade de tomada de decisão e a compreensão da natureza da ciência e do papel das pessoas na sociedade (AULER e DELIZOICOV, 2001). Portanto esses dois autores, assim como Acevedo-Díaz (2001), apresentam a educação CTS com objetivo de promover a ACT.

Embora autores considerem o principal objetivo da educação CTS a promoção da ACT e Santos (2012) indique a classificação de ACT de Auler e Delizoicov (2001) como categorias de educação CTS estabelecendo relações com as categorias de Aikenhead (1994) e as de Cerezo (2009) acerca da forma de abordagem dos conteúdos CTS, concordamos com Díaz, Alonso e Manassero (2003) e Aikenhead (1994) em que os objetivos da ACT incluem os objetivos da educação CTS e vão além do desenvolvimento de conteúdos conceituais e procedimentais, preocupando-se com a formação cidadã assim como a educação CTS.

E finalmente, considerando que promover ACT para todos os níveis de ensino é um processo longo, e que pode se estender até a vida adulta, mesmo após a conclusão dos estudos (ACEVEDO-DÍAZ, ALONSO E MANASSERO, 2003), uma sequência didática, como a sequência de ensino investigativo (SEI) proposta neste trabalho, está longe de almejar tal feito. Porém, assim como as propostas de educação CTS, consideramos que a SEI contribui para esse processo, por mobilizar conteúdos de diferentes naturezas e por estimular a participação crítica do estudante, o que pode contribuir para sua formação cidadã.

Nesta perspectiva, a abordagem CTS está intimamente relacionada ao contexto em que se desenvolve, à medida em que contribui para a alfabetização científica e tecnológica, concordando com as ideias de Santos (2007b), logo: “cada país deve desenvolver o seu próprio significado de alfabetização científica para ir ao encontro das suas próprias necessidades sociais, políticas e econômicas.” (AIKENHEAD, 2009, p.19).

Logo, haja vista a amplitude do conceito de ACT, consideramos que o domínio CTS inserido na ACT é fundamental para o desenvolvimento da cidadania por visar questões científicas e tecnológicas presentes no cotidiano das pessoas, e pode contribuir com a ACT em diferentes níveis tendo em vista as diferentes categorias de educação CTS apontadas por Aikenhead (1994).

2.2.2. A educação CTS no contexto brasileiro

Esta seção apresenta alguns direcionamentos do ensino de ciências no Brasil, tendo como base as políticas públicas e as práticas CTS desenvolvidas em pesquisas acadêmicas, propõe estabelecer paralelos entre o ensino de ciências e os propósitos da educação CTS, considerando o contexto de reforma curricular dos anos 1990.

Com base na vasta experiência canadense de desenvolvimento de currículos científicos CTS, Aikenhead (2009) identifica quatro ações que proporcionam o desenvolvimento de um ensino CTS com bons resultados. São elas: (1) política curricular; (2) materiais didáticos específicos; (3) formação de professores para lidar com a política e materiais didáticos, viabilizando a implementação do currículo; e (4) o esclarecimento dos alunos acerca do currículo, que se dá naturalmente ao longo da prática. Esses aspectos abarcam, segundo o autor, os níveis de currículo prescrito, real e aprendido, fundamentais para o desenvolvimento do ensino CTS com êxito.

Em relação à política curricular, Aikenhead (2009) aponta os seguintes aspectos a serem explorados, considerando a realidade e as necessidades de cada país: 1- metas e objetivos; 2- conteúdo; 3- integração do conteúdo canônico com conteúdo CTS, produzindo o conteúdo científico CTS; 4- organização do currículo; 5- quem e como deve ser a tomada de decisões acerca dos itens anteriores.

Aikenhead (1994) apresenta um sumário de conteúdos “específicos” para uma abordagem CTS no ensino, em que a interação entre ciência, tecnologia e sociedade é abordada, tais como: os processos tecnológicos; as questões sociais relativas à ciência e à tecnologia de interesse da comunidade científica; os aspectos históricos e filosóficos da ciência. Ratcliffe e Grace (2003 *apud* SANTOS, 2010)

destacam que esses conteúdos são articulados em situações de aprendizagem durante uma abordagem CTS, valendo-se de temas denominados CTS ou sociocientíficos, os quais se referem a questões éticas, políticas, sociais, ambientais e culturais relativas à ciência e à tecnologia.

O uso de temas sociocientíficos possibilita estabelecer a relação entre ciência, tecnologia e sociedade, além de proporcionar condições aos estudantes para a tomada de decisão diante de questões relevantes na sociedade. Santos (2010), tendo como base a análise de Towse (1986), aponta que os temas sociocientíficos mais abordados em cursos CTS podem ser agrupados em 8 áreas, a saber: “saúde; alimentação e agricultura; recursos energéticos; terra, água e recursos minerais; indústria e tecnologia; ambiente; transferência de informação e tecnologia; ética e responsabilidade social” (SANTOS, 2010, p.81).

No ensino de ciências sob uma abordagem CTS, os materiais didáticos utilizados nas aulas devem orientar tanto o ensino como a avaliação. Nessa perspectiva, a capacitação do professor é relevante, para que ele desenvolva estratégias de ensino que colaborem para que os estudantes relacionem o seu mundo cotidiano com o mundo da ciência (AIKENHEAD, 2009). Segundo esse mesmo autor, a interatividade do estudante nas aulas aliada a práticas em que ensino e avaliação estão integrados promove uma aprendizagem mais eficaz, ou seja, tanto a participação do estudante no processo de construção do conhecimento como a avaliação coerente com os conteúdos construídos, sejam eles de cunho atitudinal, procedimental e conceitual podem favorecer a aprendizagem dos estudantes.

Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica (DCNEB) (2013), “conhecimento científico, nos tempos atuais, exige da escola o exercício da compreensão, valorização da ciência e da tecnologia desde a infância e ao longo de toda a vida” (BRASIL, 20013, p.26), e considera que o domínio do conhecimento científico é uma das condições para o exercício da cidadania, ou seja, posicionamento frente a processos e inovações que afetam as pessoas. Podemos verificar que o trecho destacado promove a valorização da ciência e da tecnologia, sem ressaltar a criticidade do educando a respeito desses processos, inclusive em âmbito ético e social, logo, aponta para uma visão reducionista de ACT, com a ideia

de ciência boa, em consonância com os três mitos citados por Auler e Delizoicov, apresentados na sessão 2.3.1.

Neste mesmo documento (p. 26), em outro trecho: “não se pode, pois, ignorar que se vive: o avanço do uso da energia nuclear; da nanotecnologia; a conquista da produção de alimentos geneticamente modificados; a clonagem biológica” afirma que o desenvolvimento científico e tecnológico é inevitável, e a palavra “uso” fortalece essa ideia, refletindo uma postura tecnocrática em detrimento da democracia, entrando em paradoxo com o exercício da cidadania apontado no trecho anterior, o que nos leva a refletir sobre que tipo de sociedade que defendemos e como a cidadania é exercida, já que não aponta para a formação do senso crítico do estudante, bem como para a capacidade de tomada de decisão frente a problemas coletivos, apenas exercendo o poder de escolha frente às opções propostas, e não como um criador de novas opções, como por exemplo, o de proibição do uso de certa tecnologia.

Já o artigo 35 da LDB presente nas DCNEB (2013, p.76) aponta para a formação da autonomia e desenvolvimento do senso crítico, porém não relacionados ao item IV deste mesmo documento, o qual destaca a importância dos conhecimentos científicos e tecnológicos para a compreensão da realidade do estudante, corroborando com conteúdos CTS (SANTOS, 2010), como processos tecnológicos, natureza da ciência e aspectos sociais de interesse científico, observados no trecho a seguir:

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

IV – a compreensão dos fundamentos científicos e tecnológicos presentes na sociedade contemporânea, relacionando a teoria com a prática. (BRASIL, 2013, p.73).

Em um terceiro trecho, na página 33, o referido documento ressalta a importância para a formação do cidadão planetário, engajado no mundo globalizado, com a compreensão da ciência a quem ela se destina, apontando para diferentes visões de mundo, corroborando com uma visão ampliada de ACT, proporcionada também pela compreensão dos efeitos da “infoera” (era da informação e do conhecimento) de forma crítica, trecho este destacado a seguir:

III – ensinar a compreender o que é ciência, qual a sua história e a quem ela se destina;

IV – viver situações práticas a partir das quais seja possível perceber que não há uma única visão de mundo, portanto, um fenômeno, um problema, uma experiência podem ser descritos e analisados segundo diferentes perspectivas e correntes de pensamento, que variam no tempo, no espaço, na intencionalidade;

V – compreender os efeitos da “infoera”, sabendo que estes atuam, cada vez mais, na vida das crianças, dos adolescentes e adultos [...]. (BRASIL, 2013, p.33).

O documento, ao abordar a qualidade da escola, deixa clara a visão tecnicista da educação ao considerar a capacidade dos estudantes em aplicar técnicas e tecnologias, e não a compreensão de seu funcionamento e os fatores históricos, culturais, econômicos e sociais relacionados. Considera o sujeito do processo educativo com um reprodutor de métodos e técnicas de forma ética e estética, porém não crítica, como se observa no trecho da página 152:

A qualidade na escola exige o compromisso de todos os sujeitos do processo educativo para:

I – a ampliação da visão política expressa por meio de habilidades inovadoras, fundamentadas na capacidade para aplicar técnicas e tecnologias orientadas pela ética e pela estética. (BRASIL, 2013, p. 152).

A função da educação e do Ensino Médio abrange tanto a formação profissional, quanto a formação para o exercício da cidadania, afinal o trabalhador também é um cidadão, se valendo da expansão cultural e do acesso ao conhecimento historicamente acumulado para construção coletiva de novos conhecimentos, e tecnologias, pautada no pilar trabalho, ciência, tecnologia, cultura e formação humana (BRASIL, 2013).

Santos (2010) aponta um segundo objetivo para a proposta de ensino CTS, além da capacidade de tomada de decisão, qual seja “a compreensão da natureza da ciência e seu papel na sociedade” (SANTOS, 2010, p.76), corroborando o artigo 35º da LDB, descrito nas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica, que apresenta a quarta finalidade do Ensino Médio: “compreensão dos fundamentos científicos e tecnológicos presentes na sociedade contemporânea, relacionando a teoria com a prática” (BRASIL, 2013, p. 39); salientando ainda a construção do senso crítico, autonomia intelectual e formação ética em consonância com esta proposta de ensino.

A ciência é tratada, segundo as Diretrizes, como construção humana ao longo da história, buscando compreender e transformar fenômenos naturais e sociais, num movimento permanente de reconstrução; a tecnologia é conceituada como extensão das capacidades humanas aliando conhecimento à força produtiva, visando a suprir as necessidades humanas. Observa-se, assim, o caráter tecnocrático da ciência e da tecnologia, a serviço da humanidade pautado no modelo linear de desenvolvimento.

A cultura é compreendida como “articulação entre o conjunto de representações e comportamentos e o processo dinâmico de socialização, constituindo o modo de vida de uma população determinada” (BRASIL, 2013, p.162).

É importante ressaltar, portanto, a importância do trabalho docente no desenvolvimento de uma abordagem crítica reflexiva frente a esses mitos, envolvendo ciência e tecnologia, se o objetivo for trabalhar com alfabetização científico-tecnológica ampliada, ou seja, o ensino CTS visto que, como observado em diversos trechos das DCNEB, os referidos mitos são defendidos como exemplificado no trecho a seguir: “[...] escola que, embora não possa por si só resolver as desigualdades sociais, pode ampliar as condições de inclusão social, ao possibilitar o acesso à ciência, à tecnologia, à cultura e ao trabalho”. (BRASIL, 2013, p. 167).

A Proposta Curricular do Estado de São Paulo (PC-SP) para Ciências da Natureza (2012) evidencia o benefício da relação de mão dupla entre ciência e tecnologia, a qual motiva transformações sociais, e cita como exemplo a comunicação mundial por meio da rede de telefonia e computadores.

Na sequência, a PC-SP considera que instrumentos científico-tecnológicos podem ser utilizados para investigar, no sentido ético, a intervenção humana na biosfera, concluindo que a ciência pode ser usada para intervenções destrutivas como a guerra, mas também pode ser usada para a interpretação crítica da realidade, ou seja, as questões envolvendo ciência e tecnologia fazem parte do cotidiano das pessoas, tornando-se importante a ACT, logo, aponta para a relevância da análise das relações CTS, garantindo uma ACT ampliada segundo Auler e Delizoicov (2001), como observado no trecho a seguir:

Essa múltipla presença na produção de conhecimentos, de bens e de serviços torna os elementos da ciência e das tecnologias tão próximos de qualquer ser humano que faz da alfabetização científico-tecnológica uma condição de cidadania. Por exemplo, é preciso um domínio conceitual científico básico para saber que uma água mineral de pH 4,5 é ácida, para ler medidas de energia em quilowatt por hora ou para acompanhar os debates em torno da produção de grãos transgênicos ou do crescimento aparentemente acelerado do Universo. (SÃO PAULO, 2012, p. 26)

O documento reconhece ainda a linguagem científica como meio para o entendimento de informações presentes em jornais, embalagens e manuais, proporcionando a compreensão e favorecendo o uso consciente de alimentos, medicamentos e eletrodomésticos, por exemplo, favorecendo a tomada de decisão frente a situações que necessitem uma análise crítica fundamentada, fazendo uso prático de seus conhecimentos. As relações entre ciência, tecnologia e sociedade descritas nesse documento são observadas de forma clara no trecho:

Dessa forma, poderão compreender e se posicionar diante de questões gerais de sentido científico e tecnológico e empreender ações diante de problemas pessoais ou sociais para os quais o domínio das ciências seja essencial. (SÃO PAULO, 2012, p. 29)

Assim, a análise destes documentos nos permite concluir que a Proposta Curricular do Estado de São Paulo (PC-SP), mais do que as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica, propõe um ensino com influência da educação CTS, em que o conhecimento científico é subsídio para a participação do estudante na sociedade, emitindo juízo de valor a respeito de problemáticas envolvendo ciência e tecnologia, embora ela tenha sido desenvolvida à luz das DCNEB .

Os “mitos” propostos por Auler acerca das relações CTS são evidentemente discutidos na PC-SP, caracterizando uma proposta de ensino problematizadora e transformadora da realidade, fundamentada na ACT ampliada proposta pelo referido autor.

Em contribuição às relações estabelecidas, o artigo “A educação CTS possui respaldo em documentos oficiais brasileiros?” de Strieder *et al.* (2016) levanta elementos da educação CTS nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) de 1999 e suas orientações complementares de 2002, no edital do Programa Nacional de Livro Didático de 2015 e na Matriz de Referência do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) de 2016, entre outros documentos oficiais

brasileiros, apontamentos para uma educação CTS seja por meio de menções às inter-relações CTS, discussões acerca de participação social e/ou interdisciplinaridade, contextualização, por exemplo. Contudo a autora aponta a presença de lacunas e ambiguidades nos documentos analisados que dão margem a diferentes interpretações dos conceitos de cidadania, contextualização, etc., que podem contribuir para a realização de práticas educacionais distantes da perspectiva crítica de educação CTS.

Finalmente é importante considerar que o currículo real é feito dentro da sala de aula, e muitas vezes, na realidade brasileira da escola pública, as condições precárias de infraestrutura e a falta de materiais adequados dificultam o trabalho do professor, profissional que vive sobrecarregado de trabalho com uma carga excessiva de aulas em salas superlotadas, na maioria das vezes. O professor tem um importante papel, segundo Auler e Delizoicov (2001), para o desenvolvimento desta proposta, articulando as relações CTS de forma crítica, a fim de contribuir para ACT ampliada.

Strieder (2012) caracterizou as diferentes abordagens CTS presentes na educação científica brasileira por meio da análise de revistas científicas e dos anais do ENPEC (Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências) entre 2000 e 2010, e agrupou os trabalhos de acordo com os propósitos da educação CTS refletindo os espaços para o desenvolvimento de propostas nesta perspectiva: “desenvolvimento de percepções”: contextualização do ensino por meio da explicitação e/ou reconhecimento que questões envolvendo ciência e tecnologia no mundo assumindo juízo de valor; “desenvolvimento de questionamentos”: discussão das implicações do desenvolvimento tecnocientífico para a sociedade como subsídio para a tomada de decisões conscientes; e “desenvolvimento de compromissos sociais”: desenvolvimento de ações concretas para a transformação da sociedade e solução de problemas reais.

Em cada propósito desenvolvem-se os parâmetros de educação CTS (racionalidade científica, desenvolvimento tecnológico e participação social) com mais ou menos ênfase, segundo Strieder (2012), explicitando as diversas possibilidades de abordagens para a educação CTS. A aproximação Freire-CTS, ou seja, aproximação entre os pressupostos de Paulo Freire e a abordagem CTS foi

identificada pela autora no contexto brasileiro, pela agregação da investigação temática e de objetivos educacionais, em fortalecimento ao campo CTS.

Pinto e Vermelho (2017) em seu artigo “Um panorama do enfoque CTS no ensino de ciências na educação básica no Brasil” verificaram um aumento na produção CTS no ensino, porém a grande maioria dos trabalhos não apresenta base empírica com alunos. As autoras analisaram detalhadamente 14 trabalhos empíricos com estudantes da educação básica e constataram a presença da abordagem CTS tanto no Ensino Fundamental como no Ensino Médio, em sua maioria o desenvolvimento dos conteúdos ocorreu a partir de questões sociocientíficas, que potencializam as discussões CTS e enquadram-se principalmente na área de Química.

As autoras indicam como práticas interdisciplinares: desenvolvimento de projetos, caso simulado e sequências didáticas, uma variedade de práticas desenvolvidas na educação básica brasileira a partir de uma abordagem CTS. Quanto às características exploradas nas propostas, Pinto e Vermelho (2017) revelaram a investigação-ação, a educação democrática, a argumentação, a alfabetização científica e a política, demonstrando a diversidade de características presentes nas propostas de ensino CTS analisadas.

A presença de trabalhos relacionados à abordagem CTS, nas sete primeiras edições do ENPEC, foi levantada por Maciel, Curi e Pereira (2013), que reportaram um quantitativo entre 4% e 7% dos trabalhos, com aumento até o sexto encontro e depois uma leve queda no sétimo encontro. Esses autores salientam a relevância desta área de pesquisa para o evento, considerando a importância do ENPEC para a divulgação científica na área de ensino de ciências, e que o aumento da quantidade de trabalhos com abordagem CTS reflete o potencial desta área em contribuição à educação científica e à formação para a cidadania.

A análise de práticas educativas CTS no Brasil também foi objeto de estudo de Roso e Auler (2016), que concluíram que as práticas educativas no campo CTS têm se desenvolvido por meio de currículos temáticos, de seleção de temas para desenvolver listagens de conteúdos, de realização de propostas sem a investigação temática freireana, e de propostas interdisciplinares.

Porém, os autores apontam para um esvaziamento dos pressupostos Freireanos em CTS, focado no “como ensinar” em detrimento do “o que ensinar”, cuja base é fundamentada na investigação temática de Freire, ausente na grande maioria dos trabalhos analisados por Roso e Auler (2016). O referido estudo indica ainda o termo “tema” sendo utilizado com diferentes significados, evidenciando ainda mais o esvaziamento teórico Freireano nos trabalhos analisados.

Consideramos importante a aproximação Freire-CTS no contexto brasileiro, por possibilitar o envolvimento dos estudantes com os problemas regionais ou locais, o desenvolvimento de uma postura crítica frente a questões que envolvam ciência e tecnologia e o empoderamento dos estudantes para a transformação de sua realidade.

2.2.3. O desenvolvimento de conteúdos CTS

Nesta seção propõe-se fazer uma reflexão de que a ciência pode ser estudada como processo, considerando a sua natureza e a sua inter-relação com a tecnologia e a sociedade, de forma que no ensino de ciências, o aluno participe da construção do seu conhecimento por meio da aprendizagem de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Discutiremos sobre as potencialidades do ensino CTS para o desenvolvimento de diferentes conteúdos. Por fim, fazer uma breve caracterização acerca das práticas educativas CTS no Brasil.

Pensando sobre as questões: “O que se deve saber?”, “O que se deve saber fazer?” e “O que se deve ser?”; os objetivos educacionais são determinados e direcionam a prática educativa, a qual reflete a escolha de atividades desenvolvidas, o papel do professor e do aluno no processo ensino e aprendizagem, a forma de organização dos alunos em sala, a utilização do espaço e do tempo, a organização dos conteúdos, o uso dos recursos didáticos e a forma de avaliação dos estudantes (ZABALA, 1998). Uma sequência didática é caracterizada por Zabala (1998, p. 18) como “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que tem um princípio e um fim, conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”.

Concordamos com Chassot (2000) que considera que a função do ensino de Ciências não é formar cientistas, mas contribuir para formação de cidadãos críticos que compreendam o mundo e, por meio do conhecimento possam transformá-lo. Assim afirma Chassot:

A nossa responsabilidade maior no ensinar Ciência é procurar que nossos alunos e alunas se transformem, com o ensino que fazemos, em homens e mulheres mais críticos. Sonhamos que com o nosso fazer Educação, os estudantes possam tornar-se agentes de transformações – para melhor – do mundo em que vivemos (CHASSOT, 2000, p.27).

Diante do mundo globalizado, pautado no consumismo, egoísmo, competitividade, fragmentação cultural em que os interesses de uma minoria prevalecem, Zabala (2002) considera como função da educação a promoção de uma cultura de solidariedade, igualdade, respeito, justiça, formadora de pessoas críticas que caminhem “contra a corrente” dos interesses dessa minoria, se conhecendo e conhecendo a sociedade para exercer a autonomia de forma crítica e responsável.

As ideias de Zabala (2002) concordam com o pensamento de Chassot (2000), pois apontam que o papel da escola é formar cidadão, que por meio de conhecimentos básicos da cultura científica, possa compreender o mundo social e natural, e assim participar da sua gestão, ou seja, das tomadas de decisões para uma sociedade mais igualitária, na busca de um mundo melhor. Nesta perspectiva, Acevedo-Díaz *et al.* (2005) consideram que a educação científica deve proporcionar conhecimentos para a compreensão do mundo natural e artificial, por meio de questionamentos e habilidades que subsidiem a tomada de decisões frente a questões tecnocientíficas que possam ter influência sobre as pessoas e sobre o mundo.

As questões apontadas nos levam a refletir sobre quais conteúdos devem ser ensinados corroborando os objetivos educacionais propostos. Conteúdo no sentido de “tudo quanto se tem que aprender para alcançar determinados objetivos que não apenas abrangem as capacidades cognitivas, como também incluem as demais capacidades” (ZABALA, 1998, p.30), logo, conteúdos que envolvam habilidades motoras, de relações interpessoais e que contribuam para a inserção social do educando em concordância com os objetivos da educação CTS.

2.2.3.1. Sobre os conteúdos

A partir das três dimensões levantadas por Kemp (2002 *apud* ACEVEDO-DÍAZ, ALONSO e MANASSERO, 2003) acerca da ACT e dos propósitos da educação CTS sistematizados por Strieder (2012) faremos a aproximação das possibilidades de conteúdos abordados na educação CTS (que mesmo com a diversidade de definições compartilham o propósito de dar sentido à ciência trabalhada na escola e apresentar ao aluno sua relação com a sociedade em que vive (STRIEDER, TORIJA, QUILEZ, 2016)) com a tipologia de conteúdos de Zabala (1998) para o levantamento das possibilidades de conteúdos, segundo sua tipologia, a serem desenvolvidos na educação CTS, possibilitando a criação de instrumentos de análise da SEI proposta neste trabalho.

Existem duas formas de introduzir os conteúdos CTS no currículo, segundo Romero e Acevedo-Díaz (2003), uma delas compreende o uso de questões científicas e tecnológicas relevantes que afetam a sociedade e outra está baseada nos aspectos sociais e culturais da ciência e da tecnologia. Em nosso estudo optamos pela primeira forma, por possibilitar o uso de um tema de interesse social e de relevância no contexto nacional, o que favorece o envolvimento dos estudantes. A escolha da primeira também teve como critério o pouco tempo (2 meses) disponível para o desenvolvimento desta proposta, inviabilizando a abordagem aprofundada de aspectos filosóficos, históricos, sociológicos, políticos, econômicos e estéticos da ciência e da tecnologia. No entanto, como ressalta os autores, essas abordagens não são necessariamente excludentes; a proposta desenvolvida neste trabalho levanta pontos importantes em relação à epistemologia da ciência e da tecnologia e aos fatores sociológicos, políticos, econômicos e ambientais relacionados ao tema trabalhado (agricultura convencional *versus* agricultura orgânica).

A concepção de ensino pode ser delimitada pela análise tipológica de seus conteúdos: um ensino tradicional tenderá a contemplar quase que exclusivamente conteúdos conceituais, como fatos, conceitos e princípios, enquanto uma proposta construtivista integrará conteúdos conceituais, conteúdos procedimentais (como técnicas e métodos) e conteúdos atitudinais (como valores normas e atitudes), subsidiando a compreensão de processos cognitivos e de conduta (ZABALA, 1998).

Segundo Romero e Acevedo-Díaz (2003), a educação CTS prioriza conteúdos atitudinais (cognitivos e afetivos) e a formação axiológica (valores e normas) para uma responsabilidade social do que fundamentos e conceitos específicos. Além disso, a educação CTS também aborda conteúdos de natureza da ciência e da tecnologia (filosofia, sociologia, epistemologia da ciência e da tecnologia), questões sociais e ambientais da ciência e da tecnologia, além de processos e produtos tecnológicos, dependendo dos objetivos que se perseguem.

Uma proposta de educação CTS, segundo Strieder (2012), deve apresentar três parâmetros: a) problematizar a racionalidade científica - reconhecer a ciência a partir de um processo empírico e lógico, suas limitações e contribuições para o progresso; b) o desenvolvimento tecnológico - problematizar o modelo de desenvolvimento tecnológico hegemônico; c) a participação social - envolvendo as relações para a compreensão da ciência e tecnologia em seu contexto histórico e social e da responsabilidade social na tomada de decisões acerca de questões tecnocientíficas e também no âmbito de desenvolvimento de políticas públicas.

Dimensões de análise para cada parâmetro são apresentadas no quadro 01 em ordem crescente de criticidade e serão utilizadas neste trabalho na composição dos conteúdos CTS.

Quadro 01. Parâmetros CTS e suas dimensões adaptado de Strieder, Torija e Quilez (2016, p. 34 tradução nossa).

Racionalidade Científica	Desenvolvimento Tecnológico	Participação Social
(R1) Presença da ciência na sociedade	(D1) Questões técnicas	(P1) Informações
(R2) Benefícios e prejuízos da ciência	(D2) Produção e uso da tecnologia	(P2) Decisões individuais
(R3) Ciência como construção humana	(D3) Especificidades e transformações sociais	(P3) Decisões coletivas
(R4) Pesquisas e seus produtos	(D4) Propósitos das produções	(P4) Mecanismos de pressão social
(R5) Insuficiências da ciência	(D5) Adequações sociais	(P5) Esferas políticas

Assim, não basta ao aluno somente o conhecimento científico acerca do problema, requer também competências para a tomada de decisão fundamentada

neste conhecimento, tais competências são associadas às habilidades cognitivas, tais como: raciocínio lógico; análise de objetos e fatos com base em princípios e padrões; aplicação das relações estabelecidas a outras situações; emissão de julgamento de valor; pensamento crítico em relação a diferentes posições frente a uma situação problema; explicação de causas e efeitos; apresentação de conclusões, entre outras.

Os conteúdos conceituais podem ser factuais, de conceitos ou de princípios (POZO e CRESPO, 2009). Os conteúdos factuais (fatos, dados, fenômenos concretos), por seu caráter descritivo e concreto, podem estar associados a conceitos e, sua aprendizagem se dá à medida que o aluno possa reproduzi-los. Os conteúdos de conceitos explicam porque os dados ocorrem e quais são suas consequências, ou seja, interpretam fatos. Os conteúdos de princípios envolvem conceitos mais gerais que, em uma determinada área norteiam a organização conceitual.

Conceitos e princípios relacionam fatos e necessitam ser compreendidos quando se deseja expor e interpretar um fenômeno e ainda para a utilização de um conceito em diferentes contextos, sempre havendo a possibilidade de sua ampliação e aprofundamento.

Para a educação CTS compreendemos que os conteúdos conceituais envolvem os conceitos científicos para a compreensão do mundo, as relações entre ciência e sociedade, as limitações da ciência os benefícios e prejuízos da ciência, esta como construção humana influenciada por interesses dos diferentes segmentos da sociedade. Em relação à tecnologia podemos pensar em conhecimentos acerca do uso e funcionamento de aparatos tecnológicos, as influências do desenvolvimento tecnológico nas transformações da sociedade e como esta pode influenciar esse desenvolvimento e que nem toda tecnologia proporciona bem estar social.

Os conteúdos procedimentais são definidos como estratégias, procedimentos e habilidades ordenados para atingir um objetivo, como por exemplo: ler, observar, calcular, classificar, desenhar, inferir; e são desenvolvidos a partir de sua prática e

reflexão sobre a mesma, e para isso é necessária sua associação a conteúdos conceituais, segundo Zabala (1998).

Como conteúdos procedimentais na educação CTS consideramos: o desenvolvimento de práticas científicas escolares, a produção de aparatos tecnológicos (materiais e procedimento), a obtenção, o uso e a compreensão do ponto de vista da informação científica, o levantamento de hipóteses, a seleção de fontes de informação, a realização de pesquisa, a seleção de informações, a sistematização de conhecimentos, a aplicação da ciência no cotidiano, a utilização da ciência para propósitos sociais e a divulgação da ciência ao público de maneira compreensível.

Dentre os conteúdos atitudinais podemos considerar valores como o respeito e a solidariedade, normas e atitudes como colaboração e participação. No âmbito da educação CTS podemos considerar a questão afetiva determinando o apreço e o interesse pela ciência, a tomada de decisões individuais e coletivas com base em pontos positivos e negativos de uma questão tecnocientífica, seja na atuação do indivíduo como consumidor ou na sua intervenção no processo de produção ou de implementação científica e tecnológica ou ainda a sua participação em esferas políticas.

Condicionantes pessoais, de contexto (aspectos culturais, sociais e políticos) e afetivos estão envolvidos neste conteúdo, e podem ter elevado grau reflexivo, quando subsidiados por razões e análise de fatores positivos e negativos, promovendo a tomada de decisão, a avaliação de sua posição e o envolvimento afetivo. (ZABALA, 1998, ACEVEDO *et al.*, 2005).

Zabala (1998) ressalta também a importância do papel do professor em promover condições para a construção do conhecimento, explorando os conhecimentos e as vivências dos alunos, colocando esses saberes sob análise e comparação em uma situação de aprendizagem juntamente com novos conteúdos.

No âmbito da educação científica, Pozo e Crespo (2009) consideram que o ensino deva ser direcionado para o desenvolvimento de: conteúdos conceituais, como aprendizagem de conceitos e elaboração de modelos; conteúdos

procedimentais, tais como o desenvolvimento do raciocínio científico, de habilidades cognitivas (analisar, explicar, argumentar, concluir), de habilidades para resolução de problemas e de realização de atividades experimentais; e conteúdos atitudinais, como o desenvolvimento de atitudes que permeiam o universo do fazer científico e valores associados à natureza da ciência e ao exercício da cidadania.

A partir do agrupamento de conteúdos realizado por Coll (1986) em conceituais, procedimentais e atitudinais, Zabala (1998) considera que a aprendizagem desses conteúdos se dá de forma integrada, embora diferenciações metodológicas favoreçam um ou outro, dando significado à aprendizagem.

Assim, a educação CTS por abordar de forma equilibrada os diferentes tipos de conteúdos pode promover uma educação científica comprometida com a participação do estudante na sociedade de forma crítica, capacitando-o para a tomada de decisão frente a questões sociocientíficas em sua prática social.

2.2.3.2. Sobre a prática

A articulação entre os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais no currículo de ciências é essencial para uma educação científica, em que os estudantes reconhecem a natureza deste conhecimento em relação a outro conhecimento, o social (POZO e CRESPO, 2009). A natureza do conteúdo está diretamente relacionada à sua forma de aprendizagem.

Acevedo-Díaz *et al.* (2005, p.124) concluem que “o ensino implícito da natureza da ciência baseado na prática de procedimentos da ciência e outros conteúdos indiretos, permitem alcançar uma boa compreensão da natureza da ciência”.

Segundo Pérez (1983), levantar hipóteses, assim como propor e analisar resultados de experimentos é fundamental para a compreensão básica do trabalho científico e para a superação de erros conceituais, pois levam os estudantes a refletirem sobre suas concepções iniciais e confrontar suas ideias com os resultados obtidos, causando um conflito cognitivo e contribuindo para a construção de conhecimentos.

Atividades que contribuem para a aprendizagem de conteúdos conceituais são atividades de cópia e de repetição para integrá-los à memória, neste sentido a pré-disposição do estudante é essencial, visto que sem aplicação em diferentes contextos, tais conceitos são facilmente esquecidos (ZABALA, 1998).

Concordamos que o aprendizado de dados é necessário “quando eles são funcionais, quando servem para facilitar outros aprendizados mais significativos” (POZO e CRESPO, p.81), porém existem dados que são importantes por si só, segundo os autores, como as formas de prevenção contra doenças, mesmo que o aluno não entenda o funcionamento da doença.

O ensino centrado nos aspectos conceituais dificulta a aprendizagem de conceitos e transmitem uma visão pobre da ciência, no entanto, quando os estudantes estão envolvidos em trabalhos práticos e de investigações científicas, de caráter escolar, desenvolvem melhor, tanto a aprendizagem de conceitos quanto a compreensão da atividade de fazer ciência, ou seja, a imersão na cultura científica favorece a alfabetização científica e tecnológica e justifica fazer do processo de aprendizagem uma investigação. (PÉREZ e VILCHES, 2001).

Assim, aspectos fundamentais para a construção de conhecimentos científicos devem ser considerados no ensino de ciências tais como: aspectos conceituais, metodológicos e de contextualização do trabalho científico como as relações CTS e a tomada de decisão, e ainda aspectos afetivos como interesse pelo tema e envolvimento social (PÉREZ e VILCHES, 2001).

Lemke (2006) apresenta algumas ações em didática das ciências que contribuem para a formação de estudantes, e para que eles utilizem os conhecimentos científicos adquiridos para compreender situações reais que envolvam ciência e tecnologia, e assim desenvolver habilidades de raciocínio lógico e complexo e o uso de diferentes representações. Uma das ações apresentadas por Lemke (2006) considera a linguagem como meio para o desenvolvimento do raciocínio quantitativo e de conceitos científicos, logo, diferentes formas de linguagem tais como, gráficos, equações algébricas, poemas, devem ser utilizadas, porém de forma contextualizada, e não por meio de problemas abstratos artificiais.

Atividades diversificadas e espontâneas do tipo debate são ótimas para demonstrar conceitos, logo que um conceito pode ser aplicado a diferentes contextos, permitindo a avaliação efetiva do conceito (ZABALA, 1998).

A exploração de meios visuais e audiovisuais, simulações, fotografias combinações de texto e imagem são indicadas por Lemke (2006), visto que as pessoas aprendem de formas diferentes e em locais diferentes, integrando significados por meio destas diferentes modalidades.

A elaboração de estratégias para o desenvolvimento de conteúdos procedimentais, segundo Pozo e Crespo (2009), é dependente do desenvolvimento de conhecimentos específicos na área, ou seja, a construção do conhecimento apresenta suas especificidades nas diferentes áreas. O tipo de procedimento utilizado pelo aluno tem estreita relação com a atividade que lhe é proposta, por exemplo, a resolução de exercícios mobiliza conhecimentos da técnica e são rotineiros, enquanto na resolução de problemas o aluno se apóia em conhecimentos estratégicos, técnicas e conceitos assumindo o controle das tarefas para a resolução do problema (POZO e CRESPO, 2009).

Para Zabala (1998), o desenvolvimento de conteúdos procedimentais se dá pela prática dos mesmos, ou seja, só se aprende a fazer, fazendo. Assim, modelos e exemplos são utilizados para o desenvolvimento desses conteúdos, a ajuda direcionada do professor e a sua retirada gradual estimulam o desenvolvimento da autonomia do estudante, concordando com Pozo e Crespo (2009) que consideram que o papel do professor é “supervisionar” a realização das atividades, corrigindo erros e auxiliando com informações necessárias, observando que a frequência de realização de atividades é um fator importante para o domínio da técnica, ou seja, a repetição de ações associada a tomada de consciência das dificuldades e das melhores condições para o uso de um determinado procedimento, mesmo não estando completamente dominado.

Ensinar os alunos a se comportar, cooperar, se interessar pela ciência, ou seja, as atitudes, são mais difíceis de serem abordadas pelos professores e também são de difícil avaliação por não se encaixarem em uma prova tradicional, assim não

tem sido ensinadas explicitamente, mas permeiam o ensino de procedimentos e conceitos e perpassam diferentes áreas (POZO e CRESPO, 2009).

Considerando o desenvolvimento científico como atividade social de caráter coletivo, Pérez (1983) defende o ensino de ciências que extrapole as simples interação professor-aluno, em que o trabalho coletivo seja incentivado, principalmente em pequenos grupos, por promover discussões e confrontos de ideias, base para mudanças conceituais.

Para Zabala (1998), os conteúdos atitudinais tais como: cooperação, solidariedade, participação, respeito, responsabilidade, devem ser “vividos” pelos alunos e estimulados a partir de reflexões profundas sobre as relações promovidas. Ações como visitas e debates estimulam o conflito entre os alunos para exercitar o aceitar, conviver e dialogar com diferentes pontos de vista. A promoção progressiva do trabalho autônomo também estimula a responsabilidade, enquanto o trabalho em grupo contribui para o desenvolvimento dos três tipos de conteúdos e ainda facilita a ação do professor direcionada a cada grupo, no momento em que auxilia um grupo, os outros grupos estão trabalhando na atividade proposta (ZABALA, 1998).

Corroborando as ideias de Zabala (1998), Pozo e Crespo (2009) consideram sobre o ensino de atitudes que:

sua inclusão no currículo deve ser baseada em um tratamento continuado em ter presente em todo momento, como objetivo educacional e a necessidade de desenvolver nos alunos certos valores, mais do que a realização de atividades pontuais para “ensinar” certas atitudes, embora estas possam ser necessárias (POZO e CRESPO, 2009, p.31).

Neste sentido, pode-se pensar em controlar a postura dos alunos a partir de “reforços”, “castigos” ou promovendo a reflexão dos estudantes acerca de determinadas situações e ainda, estimular a aprendizagem por imitação (modelagem), tendo o professor papel fundamental, pois é imitado, porém esta ideia de exemplo não é suficiente de acordo com Pozo e Crespo (2009), visto que o conflito é importante tanto para a mudança de atitude como conceitual. Conflitos de dois tipos são apresentados pelos autores: os sociais ou sociocognitivos e os internos ou cognitivos. Nos conflitos sociais o grupo induz a mudança de atitude

para a adaptação e nos conflitos internos o aluno é colocado em uma posição para que exerça características contrárias, por exemplo, um aluno intolerante como mediador de discussões. A mudança está sujeita a reinterpretação do conflito pelo aluno, por sua reflexão sobre sua conduta (POZO e CRESPO, 2009).

Segundo Bell e Lederman (2003, *apud* ACEVEDO *et al.*, 2005) a tomada de decisões pode ser educada, porém é influenciada por aspectos morais, emocionais, culturais, sociais e políticos acerca de questões tecnocientíficas. Assim, o autor ressalta a importância de considerar esses fatores na educação científica, e aponta para o ensino sob a perspectiva CTS uma potencialidade quando se trata de educar para a participação na tomada de decisões, frente a questões tecnocientíficas de interesse social.

Atividades complexas que provocam a elaboração e construção pessoal de conceitos favorecem a aprendizagem significativa, como por exemplo, atividades experimentais, atividades que atribuam funcionalidade aos conceitos abordados e atividades que apresentem um desafio executável, em que conceitos são utilizados para a construção de novas ideias a partir de conhecimentos prévios (ZABALA, 1998).

Concordando com Zabala (1998), Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007) consideram que a aprendizagem significativa de conceitos ocorre pela integração dos mesmos a conteúdos procedimentais e axiológicos por meio de uma prática investigativa e exercícios de tomada de decisão frente a questões tecnocientíficas com interesse social.

Pozo e Crespo (2009) consideram importante a inclusão de procedimentos da prática científica no ensino de ciências, tendo em vista as dificuldades que os alunos apresentam no domínio desses procedimentos. Os tipos de procedimentos variam desde “técnicas e destrezas até estratégias de aprendizagem e raciocínio” de variada complexidade (POZO e CRESPO, 2009, p.49).

Zabala (1998) ressalta a importância da realização suficiente de exercícios de forma progressiva em relação aos procedimentos estudados, além de caracterizar as atividades desenvolvidas quanto: a funcionalidade, na qual o conteúdo é aprendido juntamente com seu uso em uma situação significativa, ou seja, para quê

é utilizado; o uso de modelos no início da atividade ou quando necessário; as estratégias de ajuda que gradualmente são retiradas ou modificadas; o trabalho individual em certo momento para avaliar o domínio do conteúdo de cada aluno.

Segundo Pozo e Crespo, as atitudes não têm sido objeto de ensino nas aulas de ciências e que justamente as atitudes dos alunos como as brincadeiras e a falta de atenção na aula são apontadas por professores como os maiores problemas no processo de ensino e aprendizagem, superando as dificuldades de aprendizagem de conceitos ou de procedimentos.

Ensinar conteúdos atitudinais primeiramente está relacionado a “rede de relações que se estabelecem em aula” (ZABALA, 1998, p.83), ou seja, o ambiente como vivência de valores e atitudes, tornando este conteúdo explícito no currículo, visto que a forma de organizar uma atividade reforça e seleciona certas atitudes conforme Pozo e Crespo (2009).

O aluno só aprende a participar, participando (ACEVEDO-DÍAZ, *et al.*, 2005), assim, algumas estratégias são propostas por Zabala (1998) e por Pérez (1993), partindo da realidade do aluno e de seus conflitos para promover processos de reflexão crítica; criar espaços para que o aluno exerça sua autonomia moral e intelectual.

As relações interativas em sala são apresentadas por Zabala (1998) como a “chave do ensino”, ou seja, as relações estabelecidas entre professor, aluno e conteúdo. As atividades de uma sequência didática são o meio para estabelecer essas relações e terão efeitos diferentes de acordo com as características das interações que promovem.

A diversificação de estratégias utilizadas pelo professor e a proposição de interações de diferentes níveis (aluno-aluno, professor-aluno) estimulam elaborações pessoais dos alunos sobre os conteúdos em diferentes situações, contribuindo para o desenvolvimento das capacidades adaptativas dos estudantes e favorecendo sua aprendizagem, visto que as pessoas apresentam necessidades educacionais diferentes, assim, a observação se torna de extrema importância para subsidiar a intervenção do professor, o qual constrói sua consciência educativa (ZABALA, 1998). Sasseron (2015) ressalta a importância do planejamento de

práticas de sala de aula para o cumprimento de objetivos educacionais, tais como, o desenvolvimento de atitude crítica dos estudantes frente a questões sociocientíficas.

O professor ajuda a levantar os conhecimentos prévios e destaca os pontos fundamentais do conteúdo, possibilita situações que relacionam conhecimentos prévios com conteúdo e organiza o conteúdo para ser funcional e ainda, realiza sínteses e recapitulações e apresenta as funções no processo educativo descritas no quadro 02, segundo Zabala (1998) com o objetivo de planejar e adaptar sua atuação de acordo com as necessidades dos alunos.

Quadro 02. Funções do professor no processo educativo

Funções do Professor no Processo Educativo
Considerar os conhecimentos dos alunos durante todo o processo de ensino-aprendizagem;
Orientar os alunos sobre o que deve ser feito e dar sentido as tarefas propostas;
Propor desafios alcançáveis pelos alunos, com seu esforço e ajuda adequada;
Fornecer ajuda adequada no processo de construção do conhecimento;
Promover atividades que permitam o estabelecimento de relações entre os conteúdos e conhecimentos prévios dos alunos;
Estabelecer um ambiente favorável de confiança;
Estimular a comunicação contribuindo com a participação e processos de negociação e construção
Estimular progressivamente a autonomia dos alunos
Avaliar os alunos de acordo com suas potencialidades e estimular a autoavaliação, contribuindo para a conscientização dos estudantes de seu processo de aprendizagem.

Fonte: elaboração própria.

Tendo em vista as funções apontadas, concordamos que um ambiente de confiança facilita situações em que os alunos expressem e considerem seus conhecimentos prévios e os revisem e reconheçam suas limitações, buscando aprimorá-los ou modificá-los.

Debates de opiniões e experimentações são exemplos de atividades que estimulam o questionamento, atualizam os conhecimentos prévios, favorecem a construção de diálogos e elaboração de sínteses, contribuem para tomada de decisão e para resolução de problemas e, cooperativamente, promovem o

desenvolvimento da autonomia do aluno (ZABALA,1998). Os debates, segundo Pérez (1993), favorecem a comunicação de ideias e o desenvolvimento de habilidades de escutar o outro, presentes na atividade investigativa e no fazer científico. Atividades investigativas que promovam a argumentação em situações didáticas atuam como meios para discussão de conceitos e modelos científicos, além de contribuir para a compreensão da atividade científica (SASSERON, 2015).

A ajuda oferecida pelo professor em sala é fundamental para o processo de construção do conhecimento; ela pode ocorrer por meio de proposição de perguntas e tarefas diversificadas que exijam dos alunos diferentes raciocínios para sua realização, e também quando o professor assessora seus alunos no aprimoramento de suas respostas aos problemas propostos em sala.

A fim de desenvolver os conteúdos apresentados, e considerando seus processos particulares de desenvolvimento, o trabalho em sala de aula sob uma abordagem CTS envolve estratégias didáticas particulares (ACEVEDO-DÍAZ, 2009, p.38 tradução nossa), sendo elas: 1- resolução de problemas abertos incluindo a tomada consciente e democrática de decisões; 2- elaboração de projetos em pequenos grupos colaborativos; 3- realização de trabalhos práticos de campo; 4- jogos de simulação; 5- participação em fóruns e debates; 6-presença de especialistas na aula; 7- visitas a fábricas, museus, parques tecnológicos, etc.; 8- breves períodos de formação em empresas e centros de trabalho; 9- implicação e atuação ativa na comunidade.

Portanto, o contexto educativo é fundamental para promover a aprendizagem social de participação pública frente a questões tecnocientíficas, visto que o trabalho nas aulas pode contribuir para o desenvolvimento de conteúdos CTS pelo estabelecimento de relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, pela busca e seleção de informações ou pela tomada de posicionamento, por exemplo.

3 PERCURSO METODOLÓGICO

3.1. Caracterização da pesquisa

O cenário educacional, determinado por sua complexidade, ressalta a necessidade de que seja analisado de forma profunda, não apenas pela análise quantitativa, que considera de forma simplificada o fenômeno, em que a análise das partes acarreta dificuldades de relacionar eventos a determinados efeitos e, conseqüentemente, distorce o entendimento do todo (LÜDKE e ANDRÉ, 2013), assim a pesquisa qualitativa ao longo das décadas neste cenário veio se fortalecendo, em busca de novas percepções e analisando o fenômeno integralmente dentro de seu contexto e não o decompondo em variáveis observáveis (GHEDIN e FRANCO, 2008).

A natureza dialética da educação devida à relação entre o homem e o mundo, influenciada por um contexto em um processo histórico, necessita de um método de estudo que contemple, além da objetividade de sua prática real, também as potencialidades subjetivas de seu processo de construção (GHEDIN e FRANCO, 2008). Portanto, a pesquisa em educação/ensino exige um método que analise os dados tanto quantitativos como qualitativos, à luz de valores implícitos e explícitos que circundam concepções ideológicas e do contexto sociocultural, sem fragmentações, para que não descaracterize o fenômeno estudado, enfrentando contradições e incertezas, compreendendo-as e lidando com elas, segundo Ghedin e Franco (2008), concordando com Lüdke e André (2013).

Ghedin e Franco (2008) apontam a ética na ciência como um fator importante na pesquisa em educação e Lüdke e André (2013) destacam a figura do pesquisador nesse tipo de pesquisa e seu envolvimento particular com o fenômeno estudado, divergindo da postura positivista de neutralidade científica colocada na abordagem quantitativa.

Assim, a pesquisa qualitativa em educação vem se consolidando, visto que proporciona uma melhor compreensão do fenômeno estudado, por colocar o pesquisador em contato direto com o ambiente investigado, este sendo sua fonte de dados, em que “o interesse do pesquisador ao estudar determinado problema é

verificar como ele se manifesta nas atividades, nos procedimentos e nas interações cotidianas” (LÜDKE, ANDRÉ, 2013, p.13).

Logo, a compreensão do cotidiano é passível de imprevistos e transformações, em que as pessoas constroem sua existência e transformam as situações, enquanto o pesquisador percebe os fatos em movimento e em certos casos busca a participação dos participantes na análise dos resultados da pesquisa (GHEDIN e FRANCO, 2008). Segundo esses mesmos autores, a análise dos dados, consideradas suas simbologias e metáforas, pode ser realizada por meio da análise de conteúdo ou da análise de discurso, por exemplo.

A presente pesquisa apresenta base empírica, de cunho qualitativo, em que há uma relação de cooperação entre o pesquisador e os participantes para promover a construção de conhecimentos e do pensamento crítico perante a resolução de problemas reais. Caracterizamos a pesquisa realizada como pesquisa-ação, pois de acordo com Thiollent (2011, p.25) “a ênfase pode ser dada a um dos três aspectos: resolução de problemas, tomada de consciência ou produção de conhecimento”, ou simultaneamente os três, quando bem orientada.

Esta pesquisa propõe como reflexão-ação desenvolver e realizar com uma turma de alunos do Ensino Médio uma sequência de ensino investigativa (SEI) que contribua para a construção de conhecimentos científicos e para a formação de cidadãos críticos conscientes para tomadas de decisão frente a situações controversas, um saber compartilhado a partir de uma estrutura de confiança e comprometimento, de forma que a professora-pesquisadora, a partir das interações e necessidades dos estudantes constrói e reconstrói as atividades da SEI, resultando na produção de conhecimento tanto para os estudantes como para a pesquisadora. Neste sentido, Thiollent (2011, p.28) ressalta que:

a pesquisa-ação não é constituída apenas pela ação ou pela participação. Com ela é necessário produzir conhecimento, adquirir experiência, contribuir para a discussão ou fazer avançar o debate acerca das questões abordadas.

Assim, a proposta desta pesquisa contribui para a reflexão da professora acerca de sua prática, contribuindo para sua formação e transformação de sua realidade por meio de seu envolvimento no processo de pesquisa, além da

contribuição para o processo formativo dos estudantes como sujeitos da pesquisa devido sua característica emancipatória.

À pesquisa-ação que busca a emancipação dos sujeitos denomina-se pesquisa-ação crítica (FRANCO, 2005). O processo de elaboração da SEI desenvolvida neste trabalho foi sendo ajustada de acordo com a participação e interesse dos estudantes (avaliados pela professora-pesquisadora) em relação às atividades propostas em um processo de reflexão-ação, característico da pesquisa-ação crítica, que segundo Franco (2005, p. 490): “a pesquisa-ação assume uma postura diferenciada diante do conhecimento, uma vez que busca, ao mesmo tempo, conhecer e intervir na realidade que pesquisa”. [...]

A pesquisa-ação, metodologia empregada neste trabalho, sustenta o objetivo principal proposto por esta pesquisa, elaborar e analisar uma sequência de ensino investigativo (SEI) realizada em uma abordagem CTS, gerando conhecimentos para a pesquisadora reconstruir este processo formativo, melhorando sua prática docente, além de contribuir para a construção de conhecimentos dos estudantes acerca do tema trabalhado (agricultura convencional *versus* agricultura orgânica). Consideramos que as relações CTS pertinentes no desenvolvimento das atividades da SEI poderá proporcionar uma ação social consciente dos estudantes frente à controvérsia estudada, em que “o saber produzido é transformador dos sujeitos e das circunstâncias” (FRANCO, 2005, p.490), ou seja, um saber da prática e para a prática, sendo o saber produzido pelos estudantes: agricultura, conceitos de química e o saber produzido pela professora: CTS.

3.3.1. Questão de pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida a partir da questão norteadora: “Quais potencialidades e desafios do desenvolvimento de uma SEI, realizada em uma abordagem CTS com o tema “agricultura convencional *versus* agricultura orgânica”, para o ensino da química orgânica?”.

3.3.2. O Projeto de Pesquisa

O projeto de pesquisa para realização deste trabalho de mestrado foi elaborado para o Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática do IFSP, campus São Paulo.

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) do IFSP, com o número 57283416.4.0000.5473 e, as atividades com os alunos na escola ocorreram somente após aprovação do projeto pelo CEP. Os pais ou responsáveis dos alunos assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido e o responsável pela escola, local em que foi realizada a SEI, assinou o Termo de Autorização para Pesquisa Acadêmico-Científica.

3.3.3. Cenário da pesquisa

3.3.3.1. A unidade escolar

A SEI foi desenvolvida em uma Escola Estadual de Ensino Fundamental II e de Ensino Médio, situada na periferia do município de Embu das Artes, São Paulo. O histórico sobre a unidade escolar foi elaborado a partir de uma entrevista semi-estruturada, realizada com um professor que foi coordenador na escola no período de 2011 a 2015 e aluno nas décadas de 1990 e 2000.

A unidade escolar (UE), desde sua fundação em 1988, vivenciou diversas trocas de direção até os dias atuais, um dos fatores para que o perfil da cultura escolar tenha se alterado ao longo dos anos. Na década de 1990 a escola criou uma tradição na realização de campeonatos esportivos, em que a participação dos estudantes era considerada na avaliação de seu rendimento escolar. Nessa mesma época, era realizado na escola um projeto interdisciplinar de feira de ciências, envolvendo as disciplinas de Arte e Ciências. O laboratório de ciências era utilizado para desenvolvimento da produção artística dos trabalhos, além das aulas de ciências.

Nessa UE havia um acordo dos dirigentes da escola com representantes da comunidade local em relação à manutenção da sua estrutura física e da postura dos alunos no ambiente escolar. A escola era considerada uma das melhores da região. No fim dos anos 1990 um concurso público renovou o quadro de professores,

mudando o contexto escolar, havendo resistência dos estudantes frente aos novos professores. Em 2000, com a troca de direção e o falecimento do patrono da escola, antigo professor de Artes, a unidade passou por momentos difíceis com a comunidade local, em que bombas jogadas na escola, pichação de paredes e violência tornaram-se frequentes. Diversas gestões passaram pela escola, todas tendo como foco reduzir a indisciplina e melhorar a organização da escola. Devido a esse fato, reformas foram realizadas na UE e o laboratório de ciências foi transformado em sala de aula.

Em 2008, quando a atual direção assumiu, iniciou-se a construção de uma nova identidade pedagógica com um grupo de professores unidos e focados no trabalho para o desenvolvimento pedagógico, retomando projetos interdisciplinares e o incentivo a práticas esportivas. Porém, em 2015, a escola foi ocupada por alunos e ativistas de movimentos sociais, contra a reforma do Ensino Médio proposta pelo Governo Federal, e professores que apoiavam esse movimento foram marginalizados. Com passar dos anos, a comunidade escolar reconheceu a legitimidade da ocupação e a importância do desenvolvimento do senso crítico e do engajamento político e social dos estudantes, reflexo da atuação dos professores em sala de aula e da aula prática de democracia, ações que resultaram no apoio do processo de ocupação e na discussão com os estudantes sobre a proposta de reforma do Ensino Médio e a importância da participação dos envolvidos neste processo.

Atualmente, a escola possui um grêmio estudantil ativo e a direção realiza frequentemente reuniões com os alunos representantes de sala para verificar as necessidades dos estudantes e saber sobre o andamento das aulas, proporcionando um espaço dialógico entre gestão, professores e alunos.

A cada ano cresce a participação dos estudantes nas avaliações do Enem e de exames vestibulares, e boa parte dos professores busca a construção de conhecimentos para o exercício da cidadania por meio de práticas contextualizadas e atividades que visam à análise e resolução de problemas reais presentes no cotidiano dos estudantes.

A depredação e a violência na escola reduziram; embora ainda se tenha muitos casos de uso de entorpecentes e bebidas alcoólicas entre os estudantes, o respeito aos profissionais está restabelecido com raras exceções.

A escola tem proporcionado aos estudantes visitas ao zoológico e ao SESC, como também saraus e feiras de profissões, atividades essas que ampliam o universo cultural dos estudantes. No entanto, há pouca adesão dos estudantes nas visitas quando comparadas a passeios para parques de diversão.

3.3.3.2. Os participantes da pesquisa: estudantes da turma e professora

Participaram desta pesquisa uma turma de 26 alunos da 3ª série do Ensino Médio do período matutino e a professora de química da turma, pesquisadora deste estudo.

No momento da pesquisa fazia um ano que professora tinha ingressado na unidade escolar e oito anos de experiência docente. A professora não possuía experiência de trabalho com abordagem CTS, embora buscasse contextualizar o ensino praticado, considerando algumas relações do conhecimento científico com questões sociais e ambientais.

A caracterização da turma, assim como o perfil socioeconômico foram levantados a partir de um questionário de 22 questões (APÊNDICE A-1), aplicado antes do início das atividades da SEI.

Os estudantes dessa turma residem nas proximidades locais da região da escola e têm idade média entre 16 e 18 anos. A turma é composta aproximadamente pelo mesmo número de homens e mulheres, solteiros e sem filhos.

Os pais dos estudantes da turma têm baixa escolarização, muito deles não finalizaram o ensino fundamental ou médio. 50% dos estudantes têm pais com ensino fundamental incompleto, 12,5% ensino fundamental completo, 12,5% ensino médio incompleto, 12,5% ensino médio completo e apenas um pai possui ensino superior completo. 29% das mães têm ensino fundamental incompleto, 43% ensino médio incompleto, 21% ensino médio completo e 16% ensino superior completo.

A questão sobre moradia e quantidades de bens como carro e computador revelou que a maioria dos estudantes reside em casa própria, não possui carro, possui computador em casa mesmo que sem acesso à internet, enquanto um número relevante de estudantes (35%) não possui computador em casa.

A renda familiar de 70 % dos estudantes está entre R\$ 780,00 e R\$ 2.600,00. A renda é obtida em 56% dos casos por dois membros da família, 35% por um membro e 9% por três membros. O total da renda familiar sustenta em 22% dos casos mais de quatro pessoas, 43,5% quatro pessoas, 17,5% três pessoas, 13% duas pessoas. A comunidade escolar em sua maioria reside em locais carentes de baixa infraestrutura, as residências de seus familiares estão localizadas em “favelas”, locais esquecidos pelo poder público.

A grande maioria dos estudantes da turma não trabalha, sempre estudou em escola pública e está fazendo cursinho pré-vestibular junto com a terceira série do ensino médio. 96% deles nunca realizaram Enem ou vestibular. Da turma, 26% pretendem prestar vestibular, 82% Enem e 4% Etec.

Quanto à perspectiva da realização de um curso superior, 91% da turma esperam que o curso proporcione formação acadêmico-profissional para o trabalho e 9% simplesmente para ter um diploma de ensino superior. Nenhum dos alunos indicou um curso para formação docente e também não indicaram a pesquisa científica com um campo de atuação profissional após conclusão de um curso superior.

Em relação às atividades culturais, os estudantes indicaram que no tempo livre, assistem televisão, frequentam bares e boates, acessam a internet e ouvem músicas. Com menos indicações apontaram teatro, cinema, prática de esportes e cultos religiosos. Quanto ao acesso às informações, a grande maioria dos estudantes indicou a televisão e a internet como principais fontes.

3.1.1.1. A temática da SEI e o currículo de química

Nesta seção apresentaremos a temática agricultura convencional *versus* agricultura orgânica utilizada para o desenvolvimento da proposta didática analisada

nesta pesquisa e suas conexões com a Proposta Curricular do Estado de São Paulo (PCSP), especificamente com o conteúdo de Química Orgânica, o qual foi trabalhado na SEI apresentada.

Para o termo “agricultura”, no dicionário Michaelis *on line*, encontramos os seguintes significados: (1) Arte de cultivar a terra e de plantar; aricultura; (2) Conjunto de práticas que visam preparar o solo para a produção de vegetais e a criação de animais úteis e necessários ao homem².

A Lei 10.831, de 23 de dezembro de 2003, em artigo seu Artigo 1º traz o seguinte significado para “agricultura orgânica”:

Art. 1º Considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente³.

A agricultura familiar e organizações sociais como o Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST) são representantes importantes da agricultura orgânica atualmente no Brasil, porém sofrem pressões tanto de “vizinhos não orgânicos” que acabam contaminando suas culturas ou por falta de incentivo governamental, mesmo assim contribuem com uma grande parcela de alimentos que abastecem as cidades brasileiras.

A regulamentação dos agrotóxicos no Brasil é responsabilidade de três órgãos federais: Anvisa, responsável pela avaliação toxicológica sobre a saúde humana; Ibama, avaliação sobre o meio ambiente e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento que avalia a importância agrônoma do agrotóxico. O governo atual, por meio do projeto de Lei 6299/2002, considera afrouxar a legislação que proíbe o uso de agrotóxicos comprovadamente cancerígenos com a

² <http://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/agricultura/>

³ <http://agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/orgânicos/legislação/português/lei-no-10-831-de-23-dezembro-de-2003.pdf>. Acesso 27 de Agosto de 2016.

participação reduzida da Anvisa e do Ibama, podendo agravar ainda mais o quadro de intoxicação por essas substâncias no Brasil.

Além do projeto de Lei 6299/2002, tramita atualmente no congresso o Projeto PL 4576/2016 que trata da comercialização de produtos orgânicos, esses projetos reafirmam a postura governamental em prol do agronegócio, dificultando ainda mais o acesso a alimentos orgânicos pelas pessoas e, conseqüentemente, boicotando a agricultura orgânica em benefício do agronegócio, e não por acaso, o atual ministro da agricultura, pecuária e abastecimento é Blairo Maggi, um dos maiores latifundiários de soja do Brasil e autor do projeto de Lei 6299/2002.

A escolha do governo de manter o país como um exportador de *commodities* agrícolas, por meio de políticas públicas, incentivos fiscais e financiamentos, prevalece, mesmo contra os alertas de cientistas quanto ao uso de agrotóxicos, desconsiderando a opinião da população. Essa estratégia política do governo tem apoio da mídia por meio da veiculação em massa da campanha “Agro: a Indústria-Riqueza do Brasil”, propaganda que manipula a opinião pública acerca do tema.

Bombardi (2013) em seu artigo “Violência Silenciosa: o uso de agrotóxicos no Brasil” apresenta além da intoxicação de agricultores outra questão fundamental acerca do uso de agrotóxicos no Brasil, a atuação das empresas, que formam um oligopólio subordinando a renda da terra ao capital para produção de *commodities* e de agrocombustíveis.

As regiões sul e sudeste do país apresentam a maioria dos casos registrados de intoxicação por agrotóxicos, e suas causas são: em primeiro lugar, acidente de trabalho; em segundo, tentativa de suicídio, seja por problemas econômicos ou devido a efeitos neurológicos do uso de agrotóxicos; e em terceiro, a contaminação acidental (BOMBARDI, 2016). Observamos que as pessoas que mais sofrem com o uso de agrotóxicos são os trabalhadores rurais, mas não podemos desconsiderar os riscos que essas substâncias oferecem para os consumidores; segundo Bombardi (2016) aproximadamente 2% dos casos de contaminação são devido ao consumo de alimentos contaminados, para o meio ambiente e para os animais.

Outra situação preocupante acerca do modelo agrícola brasileiro foi denunciado pela revista Carta Capital em 2015 por meio de uma matéria⁴ que aponta para o uso de determinados agrotóxicos no Brasil, proibidos em outros países, e o uso inadequado e exagerado de agrotóxicos permitidos, oferecendo riscos à população, pois, segundo Bombardi, os níveis de tolerância para a presença dessas substâncias na água potável e nos alimentos em relação à União Européia é bem maior no Brasil. Logo, observa-se que o problema não está apenas na proibição de agrotóxicos perigosos, mas também na fiscalização da produção e na sua orientação técnica.

Essa mesma revista aponta que entraves jurídicos e políticos estão por trás da situação acerca do uso de agrotóxicos no Brasil, pois fabricantes, fazendeiros e o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento dificultam os processos para banir o uso dessas substâncias.

Segundo Bombardi (2016), 70% do uso de agrotóxicos no Brasil são destinados ao cultivo da cana, da soja, e do milho, produtos do agronegócio, ou seja, na monocultura, a especialidade do modelo capitalista, produtos para exportação, e deixando seu impacto no Brasil. Este modelo, apoiado pela mídia, como apontado anteriormente com o slogan “Agro é tech, agro é pop, agro é tudo” o diretor de marketing da TV Globo, Roberto Schmidt, afirma que o objetivo da campanha é aproximar a população urbana das tecnologias usadas no campo para a criação de confiança e empatia frente ao agronegócio⁵, ou seja, visa convencer a população a aceitar os projetos de lei apresentados sem esclarecimentos reais sobre os impactos socioambientais do agronegócio.

Os conteúdos de química presentes na PCSP para o 3º e 4º bimestres da 3ª série do ensino médio, são destinados ao desenvolvimento de conceitos de química orgânica, a partir de unidades temáticas acerca do tema geral “a biosfera como enquanto fonte de materiais úteis para a sobrevivência do ser humano”

O estudo sobre os problemas causados pelos pesticidas é um tema apresentado na penúltima Situação de Aprendizagem da PCSP, podendo não ser abordado por falta de tempo no final do quarto bimestre. Porém, o material de apoio

⁴ <https://www.cartacapital.com.br/economia/brasil-paraiso-dos-agrotoxicos>

⁵ <http://www.startagro.agr.br/por-que-o-agronegocio-precisa-de-uma-comunicacao-moderna/>

ao professor considera a autonomia do professor quanto à profundidade de desenvolvimento de cada Situação de Aprendizagem.

Conteúdos como a classificações do carbono e da cadeia de carbonos não são abordados no Caderno do Aluno, porém estão presentes no livro didático e podem ser abordados em avaliações seletivas para o vestibular, assim a professora julgou pertinente incluir tais conteúdos na SEI.

As funções orgânicas são abordadas segundo a PCSP na Situação de Aprendizagem 2 que contextualiza o ensino de hidrocarbonetos por meio do processamento e uso do petróleo, do gás natural e do carvão mineral. As demais funções são apresentadas deslocadas de contexto, apenas no final da unidade (ANEXO 1) e em algumas questões posteriores relacionadas ao conceito de isomeria. Assim, acrescentamos este conteúdo ao tema agricultura devido à possibilidade de relação com diversas substâncias, sejam agrotóxicos ou por participarem da composição dos alimentos.

3.2. A Sequência de Ensino Investigativo (SEI)

Esta sessão descreve a sequência de ensino investigativo desenvolvida neste trabalho, elaborada a partir do referencial ensino por investigação, brevemente caracterizado nesta sessão, e sua contribuição para a articulação da abordagem CTS empregada. Consideramos esta proposta de ensino como uma alternativa para o início da superação da crise no ensino de ciências, mesmo que esta crise não seja apenas uma questão metodológica ou de formação de professores, pois envolve também questões políticas e sociais.

A ciência ensinada na escola, bem diferente da ciência praticada por pesquisadores, não tem objetivo de formar pequenos cientistas, mas aproximar os estudantes da prática científica e construir o conhecimento científico escolar (SASSERON, 2015).

Joseph Schwab (1960) apud Munford e Lima (2007) reporta que o ensino de ciências por investigação deve contemplar processos e procedimentos da construção do conhecimento científico. Esses processos, segundo Carvalho (2013), não precisam necessariamente ser atividades experimentais, porém, apresentam características próprias.

Para contemplar todos os elementos da proposta investigativa são necessárias aulas variadas, que podem conter diferentes aberturas para o exercício da autonomia dos alunos (SÁ *et al.*, 2007).

No Brasil, o campo de pesquisa acerca da abordagem didática de ensino investigativo vem se consolidando, fato que foi observado no “Encontro de Ensino de Ciências por Investigação (EnECI)”, realizado pela USP em 2017, e também no curso de especialização para professores da educação básica, realizado no CECIMIG/FAE/UFMG (SÁ *et al.*, 2007). Este crescente interesse reforça a necessidade de renovação no ensino de Ciências e o engajamento de professores da educação básica, proporcionando uma multiplicação de práticas investigativas.

Segundo Carvalho (2013), o ensino por investigação propõe a criação de um ambiente investigativo em sala de aula, em que o professor conduz os estudantes em um processo simplificado do trabalho dos cientistas (prática científica escolar) com o objetivo de ampliar seus conhecimentos científicos e a cultura científica escolar. Gradualmente nesse processo, os alunos adquirem a linguagem e dominam procedimentos característicos desta cultura, construindo assim conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, característicos do ensino de ciências apresentados por Pozo e Crespo (2009), assim como a desmistificação do trabalho científico apontada por Auler e Delizoicov (2002), contemplada pela abordagem CTS na superação da visão positivista e individualista da atividade científica.

Uma sequência de ensino investigativo (SEI) é iniciada com a apresentação de uma situação-problema, teórica e/ou experimental, e atividades dirigidas para que os alunos desenvolvam raciocínio lógico, habilidades do trabalho com variáveis para a solução do problema. Na SEI os alunos são direcionados a discutir os resultados, sistematizando os conhecimentos construídos a partir da leitura de textos e discussão com o professor. Por fim, a contextualização do conhecimento com o cotidiano dos estudantes, ressaltando sua importância social, além de proporcionar o aprofundamento do conhecimento no âmbito social e tecnológico (CARVALHO, 2013). É importante ressaltar que não existe um procedimento engessado nesta abordagem didática, podendo o problema inicial ser contextualizado e que necessite do desenvolvimento de conhecimentos científicos para sua solução, por exemplo.

Carvalho (2013) propõe que as avaliações dos alunos durante uma SEI sejam coerentes com o ensino proposto, logo, apresentem caráter formativo e que considere o aprendizado de conceitos, noções e ações científicas (procedimentos) e atitudes e valores da cultura científica, em consonância com a proposta educacional abrangente em que a SEI se estrutura.

O ensino por investigação vai ao encontro da função social do ensino defendida neste trabalho e com a abordagem CTS, por ser uma proposta que contribui para a construção e articulação do conhecimento, favorecendo a abordagem de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, como subsídios para formação da autonomia crítica dos estudantes. Esta proposta aproxima o aluno da cultura científica para a resolução de problemas (CARVALHO, 2013; SASSERON, 2015) e fortalece a abordagem CTS, visto que trabalhar habilidades, como as de relacionar, conhecer e analisar criticamente situações reais com as lentes da ciência contribui para a inserção da ciência e das relações entre ciência e tecnologia e suas implicações sociais no cotidiano do aluno a partir da experiência, preparando-o para o exercício da cidadania (SANTOS, 2007).

Quanto às potencialidades desta proposta, com base no trabalho de Trivelato e Tonidandel (2015), consideramos que o uso de atividades investigativas diferenciadas: a) favorece a construção de conceitos e o uso de diferentes instrumentos de avaliação, b) contribui para o processo de avaliação contínua dos estudantes, considerando diferentes habilidades e aprendizagem de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais; c) insere o aluno na prática científica escolar; d) promove motivação e estímulo à reflexão, à discussão e à argumentação; d) proporciona situações de tomada de decisão; e) possibilita a visão global da realidade sob os olhos da ciência, fortalecendo o processo de alfabetização científica e tecnológica dos estudantes; f) possibilita ao professor o conhecimento das concepções prévias dos estudantes acerca do tema, por meio do levantamento de hipóteses, contribuindo para intervenções didáticas; g) pode instigar a discussão de temas relevantes para a sociedade, como agricultura na produção de alimentos, possibilitando o debate de ideias, a construção de conceitos de química orgânica, além da articulação CTS, contribuindo para o desenvolvimento da capacidade de

tomada de decisão frente a situações reais a partir da articulação de conceitos científicos.

A prática investigativa pode contribuir para a “compreensão significativa dos conceitos” por articular conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais, segundo Praia, Pérez e Vilches (2007), promovendo a imersão dos estudantes na cultura científica e tecnológica e a reflexão coletiva e crítica acerca da temática estudada, proporcionando a análise ampla da problemática estudada.

Propostas didáticas desta natureza representam um desafio para a rotina escolar, visto que os alunos estão condicionados a uma cultura escolar de provas e de aulas expositivas (ZABALA, 2002). No entanto, acreditamos na potencialidade desta proposta para o ensino de ciências, e na capacidade adaptativa dos seres humanos envolvidos (professor e alunos).

A SEI foi organizada em dois ciclos de atividades (CI e CII), cujos objetivos são: 1 - motivar os estudantes para a construção de conceitos de Química Orgânica; 2 - contribuir para a compreensão da linguagem química; 3 – promover a compreensão a função da química no desenvolvimento tecnológico e para a sociedade; 4 - estimular a reflexão, discussão, argumentação dos estudantes; 5 - instigar a discussão do tema agricultura e a produção de alimentos, possibilitando o debate de ideias e a articulação da tríade CTS, contribuindo para o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão frente a situações reais; 6 - inserir os estudantes na cultura científica escolar.

O primeiro ciclo de atividades compreendia uma visão mais ampla do tema e o segundo ciclo foi mais focado nos conhecimentos específicos da química. A SEI foi desenvolvida durante 21 aulas de 50 minutos cada, realizadas entre os meses de setembro a novembro de 2016, e teve como temas de discussão as seguintes situações:

Ciclo I (CI) - O cultivo de alimentos é de extrema importância para suprir as necessidades do homem e dos animais. Este cultivo pode ser realizado de diferentes formas.

Ciclo II (CII) - O crescimento dos vegetais depende da presença de nutrientes no solo, logo, podemos aumentar sua fertilidade adicionando adubo.

A problematização realizada no CI (aulas 1 a 11) e problematização realizada no CII (aulas 12 a 21) foram feitas a partir de questões, apresentadas nos quadros 04 e 05, respectivamente.

Quadro 03. Problematização do CI

O cultivo de alimentos é de extrema importância para suprir as necessidades do homem e dos animais. Este cultivo pode ser realizado de diferentes formas.

Questão 1: Quais formas de plantio você conhece?

Questão 2: De que forma o cultivo dos alimentos influencia na sua qualidade nutricional e no seu efeito sobre a saúde do homem?

Questão 3: Como podemos eliminar possíveis substâncias presentes nos alimentos que causam danos à nossa saúde?

Fonte: elaborado pela autora

Quadro 04. Problematização do CII

O crescimento dos vegetais depende da presença de nutrientes no solo, logo, podemos aumentar sua fertilidade adicionando adubo.

Questão 1: Como você adubaria nossa horta?

Questão 2: Qual tipo de adubo: químico ou orgânico você acha que fornece mais nutrientes para as plantas? Dê um exemplo deste adubo.

Questão 3: Como você prepararia um adubo orgânico? Justifique o uso dos materiais escolhidos.

Fonte: elaborado pela autora

De acordo com Capechi (2013, p. 24), “a problematização no ensino de Ciências visa construir um cenário (contexto) favorável à exploração de situações de uma perspectiva científica”. Neste sentido, buscamos por meio de atividades diversificadas a criação de condições para que os estudantes sejam inseridos no universo da ciência (escolar) e construam um novo olhar sobre situações já

conhecidas, por meio de realização de trabalhos em grupos a partir de diferentes linguagens e experiências educativas.

O engajamento e a participação do aluno no trabalho investigativo contribuem para o desenvolvimento de habilidades cognitivas dos estudantes, de procedimentos e de atitudes, por meio de atividades em grupo, que promovam a elaboração e o teste de hipóteses, coleta e análise de dados. As discussões em sala estimulam habilidade de ouvir e considerar a fala do colega, e a de desenvolvimento da argumentação (ZÔMPERO e LABURU, 2011), permitem ainda o desenvolvimento da linguagem científica no contexto escolar, importante para a construção de conceitos, segundo Lemke (2006).

Na Tabela 1 são apresentadas as estratégias e os objetivos de aprendizagem das atividades desenvolvidas em 21 aulas da SEI.

Tabela 1. Estratégias desenvolvidas nas aulas e seus objetivos

AULAS	ESTRATÉGIAS	OBJETIVOS
1 e 2	Questionário socioeconômico Questionário inicial. Apresentação da problemática do CI.	Levantar o contexto econômico e social dos estudantes Levantar os conhecimentos prévios dos estudantes. Propor de hipóteses e discussão em grupos.
3, 4 e 5	Leitura dos textos e análise de tabelas em grupos	Aprofundar os conhecimentos sobre o tema para subsidiar a verificação das hipóteses.
6, 7 e 8	Exibição do documentário: “O veneno está na mesa II” ⁶ . Aula expositivo-dialogada	Sistematizar o conhecimento com retomada dos pontos principais dos textos e as relações CTS para subsidiar a reavaliação de hipóteses.
9	Construção de texto individual reavaliando as hipóteses a partir dos conhecimentos agregados.	Proporcionar a reconstrução do conhecimento pelos estudantes.
10 e 11	Construção da horta.	Articular a experiência da visita à comunidade agrícola local para a construção de conhecimentos e subsídios à construção da horta.
12 e 13	Apresentação da problemática do CII. Aula na sala de informática.	Levantar hipóteses; utilizar ferramentas tecnológicas, estruturar o conhecimento sobre adubos.
14	Apresentação dos adubos. Adubação das plantas.	Promover articulação entre os conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais.

⁶ <<https://www.youtube.com/watch?v=fyvoKljtvG4>>

AULAS	ESTRATÉGIAS	OBJETIVOS
15 e 16	Jogo das funções orgânicas. Elaboração da tabela utilizando o livro didático.	Motivar e facilitar a construção dos conceitos de funções orgânicas.
17	Exercícios do livro didático.	Construir conteúdos conceituais e procedimentais: resolução de exercícios.
18 e 19	Júri: agricultura convencional <i>versus</i> agricultura orgânica.	Promover o desenvolvimento da argumentação crítica frente a situações reais relativas à alimentação e a produção de alimentos.
20 e 21	Aula utilizando multimídia. Questionário final. Entrega do relatório do experimento: adubação da horta	Sistematizar o CII. Reformular as hipóteses e reconstruir o conhecimento.

A aula anterior ao início da SEI foi dedicada aos esclarecimentos sobre a pesquisa que seria desenvolvida pela professora, na qual os estudantes da turma atuariam como participantes. Na aula a professora/pesquisadora respondeu questionamentos dos estudantes acerca da pesquisa, tais como: O que é um projeto de mestrado?; O que é uma pesquisa científica?; Como se dá o trabalho científico na “química dura” e no ensino de química?. Ainda nesse momento, além de explicar os critérios de avaliação durante a SEI foram dadas orientações aos alunos sobre a forma como as aulas seriam desenvolvidas, visto que eles não tinham familiaridade com a abordagem de ensino investigativo e nem com a abordagem CTS.

Nas aulas 1 e 2, foram aplicados o questionário socioeconômico (Apêndice B1) e o questionário inicial (Apêndice B2). O primeiro questionário era para o levantamento do perfil social e cultural dos estudantes, informações importantes para a compreensão de suas atitudes e decisões frente aos problemas reais apresentados na SEI. O segundo questionário tinha objetivo de fazer o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes acerca dos conceitos desenvolvidos na SEI. Em seguida à aplicação dos questionários, a turma foi organizada em grupos de 4 alunos e o problema a ser investigado na SEI foi apresentado à turma, e a discussão ocorreu nos grupos.

As hipóteses de cada grupo foram compartilhadas com a turma por meio da elaboração de um cartaz em papel pardo. No cartaz foram registradas todas as

hipóteses levantadas pelos grupos, agrupando aquelas com pontos em comuns, obtendo-se então as hipóteses gerais da sala.

Os conteúdos trabalhados nas aulas foram:

conteúdos procedimentais: fazer previsões sobre o produto de sua experiência; levantar hipóteses acerca de um problema real; articular o raciocínio lógico e explicação de ideias.

conteúdos atitudinais: atitudes relacionadas ao de trabalho em grupo, como cooperação, participação, respeito, diálogo e convivência.

Nas aulas 3, 4 e 5, foi feita a leitura e discussão dos textos (Apêndices A1, A2, A3 e A4). Os textos utilizados apresentavam diferentes linguagens e gêneros textuais, proporcionando diferentes reflexões.

A importância da leitura para a construção de conhecimentos é ressaltada por Sedano (2013, p. 78):

Por meio da leitura podemos aumentar e aprofundar conhecimentos sobre determinado campo cultural ou científico, ampliar nosso vocabulário pessoal e, em consequência, intervir na reflexão e construção do discurso.

Corroborando a fala de Sedano (2013), Pozo e Crespo (2009), Pérez (1993) e Sasseron (2015) consideram que o ensino de ciências deve permear o universo do fazer científico juntamente com processos de aprendizagem escolar a partir da leitura e interpretação de textos científicos, gráficos e o estímulo a comunicação do conhecimento.

Tanto no ensino por investigação quanto na abordagem CTS, a leitura se torna essencial também por seu significado no fazer científico, visto que a pesquisa bibliográfica é um passo necessário em uma pesquisa e, ainda por proporcionar a reflexão crítica e a tomada de posição ao relacionar o texto com seus conhecimentos prévios.

Os textos discorriam sobre os impactos ambientais da agricultura convencional e a situação brasileira em relação ao uso de agrotóxicos e traziam resultados de algumas pesquisas científicas sobre o tema, controvérsias entre os defensores da agricultura convencional e os da agricultura orgânica, além de questões políticas brasileiras acerca do tema. Os textos também abordavam sobre a presença de agrotóxicos proibidos nos alimentos acima da quantidade máxima

permitida e de técnicas de higienização de alguns alimentos provenientes de diferentes formas de cultivo.

Para tornar a aula mais dinâmica e motivar os alunos, a professora propôs a realização da leitura dos textos em duplas de alunos, sendo a entrevista contida no texto 3 (Apêndice A3) interpretada por dois alunos, um aluno desempenhava o papel do entrevistador e o outro o da nutricionista entrevistada. Os usos de diferentes gêneros textuais, assim como leitura de tabelas, promovem a contextualização e proporcionam ao estudante o reconhecimento de diferentes linguagens representativas na construção de conceitos científicos (CAPECCHI, 2013).

Os conteúdos trabalhados nas aulas 3, 4 e 5 foram:

conteúdos conceituais: conceitos de agricultura orgânica, agricultura convencional e agrotóxicos, relações entre técnicas de plantio e a qualidade dos alimentos (relação entre ciência e tecnologia) e suas implicações para o meio ambiente e para a saúde das pessoas (relação tecnologia e sociedade);

conteúdos procedimentais: leitura e interpretação de textos e tabelas, localização de informações em um texto, técnicas de higienização dos alimentos; compreensão de textos escolares e do discurso oral, assim como a organização dos conhecimentos e da comunicação por meio de diferentes linguagens (oral, escrita, gráfica), procedimentos que também estruturam a aprendizagem de conceitos, segundo Pozo e Crespo (2009);

conteúdos atitudinais: proporcionar a reflexão crítica e a tomada de posição ao relacionar o texto com seus conhecimentos prévios, respeito, comportamento adequado durante a leitura dos textos, participação dialógica durante a interpretação dos textos.

Nas aulas 6, 7 e 8 foi exibido na sala de vídeo o documentário “O veneno está na mesa II”, produzido em 2014 por Silvio Tendler para discutir a pressão do agronegócio sobre a agricultura familiar e de seus riscos para as pessoas e para o meio ambiente. O documentário apresenta alternativas sustentáveis para agricultura como a agroecologia e feiras orgânicas, proporcionando uma reflexão sobre as escolhas pessoais em relação à alimentação. A exploração de meios visuais e audiovisuais, simulações, fotografias, combinações de texto e imagem são estratégias para o ensino investigativo indicadas por Lemke (2006), visto que as pessoas aprendem de formas diferentes e em locais diferentes, integrando significados por meio destas diferentes modalidades.

Na sequência foi realizada uma discussão sobre os problemas sociais do agronegócio e dos principais conceitos abordados nos textos e no documentário, durante esse momento a professora apresentou *slides* a fim de aprofundar o debate sobre as questões sociais envolvidas no agronegócio e também sistematizar o conhecimento com a retomada dos pontos principais dos textos e suas relações CTS, para então subsidiar a reavaliação das hipóteses.

Os conteúdos trabalhados nas aulas 6, 7 e 8 foram:

conteúdos conceituais: a relação histórica do homem com a atividade agrícola (nômade até o agronegócio); tecnologias utilizadas no agronegócio e suas consequências para o homem e para o meio ambiente (relação tecnologia e sociedade); conceitos de erosão, eutrofização, transgênicos e impactos socioambientais relacionados (relações entre ciência e sociedade), questões políticas e econômicas envolvidas no desenvolvimento científico e tecnológico agrícola (efeitos da sociedade sobre a ciência e a tecnologia); conceito e objetivos da agricultura orgânica segundo a Lei nº10.831/2003 e valor nutricional dos alimentos, comparando alimentos orgânicos e convencionais.

conteúdos procedimentais: levantamento de dados referentes a um conceito durante a discussão do documentário, interpretar acontecimentos e dados, raciocínio lógico e estabelecimento de relações de causa e efeito.

conteúdos atitudinais: respeito, comportamento adequado durante a exibição do documentário e dos slides, participação dialógica durante a discussão do documentário e na apresentação dos slides de sistematização dos conceitos abordados.

Na aula 9 os alunos construíram um texto argumentativo reavaliando as hipóteses iniciais da sala, por meio da reorganização das informações obtidas pelos textos, documentário e aula expositivo-dialogada, subsidiando a resignificação de conceitos e sustentando novos conhecimentos sobre o problema. A atividade proporcionou a articulação dos conceitos estudados com os conhecimentos prévios dos estudantes. Os conteúdos trabalhados nessa aula foram:

conteúdos conceituais: os trabalhados nas aulas anteriores.

conteúdos procedimentais: organização e síntese de informações; aplicação de conhecimentos para a solução de problemas; aplicação da ciência e tecnologia na vida cotidiana; raciocínio lógico; explicação e estabelecimento de relações de causa e efeito, escrita, .

conteúdo atitudinais: comunicação e expressão do conhecimento.

Entre as aulas 8 e 10, na qual foi realizada a construção da horta, os alunos tiveram a tarefa de fazer uma visita a uma comunidade agrícola/horta urbana a fim de entrevistar um de seus trabalhadores. Nesta atividade foram mobilizados os seguintes conteúdos:

conteúdos procedimentais: elaboração de entrevistas (segundo o gênero textual, visto que haviam trabalhado em Língua Portuguesa, e a professora adotou a atividade como instrumento de avaliação da disciplina), registro de observações;

conteúdos conceituais: conceitos e técnicas de plantio; relações sociedade e economia solidária; sustentabilidade social, econômica e ambiental, contribuindo para a aprendizagem em um ambiente informal.

conteúdos atitudinais: a interação com o outro, como aceitar, dialogar, conviver, cooperar, respeitar, além da responsabilidade em realizar a atividade proposta.

Para Zabala (1998), os conteúdos atitudinais tais como: cooperação, solidariedade, participação, respeito, responsabilidade, devem ser “vividos” pelos alunos e estimulados a partir de reflexões profundas sobre as relações promovidas.

A proposta de realização da entrevista apresenta-se como mais uma atividade que busca o desenvolvimento do espírito investigativo dos estudantes e de “enculturação científica”, visto que entrevistas são ferramentas importantes de coleta de dados em determinados tipos de pesquisas, além de contribuir para o desenvolvimento de habilidades comunicativas (LÜDKE e ANDRÉ, 2014).

Nas aulas 10 e 11, foi realizada a construção da horta, a qual se estendeu até o final do período de aula com o auxílio do professor de Biologia, que também conversou com os estudantes acerca dos cuidados básicos com as plantas (água, sol e nutrientes). Nessas aulas foram articulados os seguintes conteúdos:

conteúdos conceituais: cuidados com as plantas; relação entre as necessidades das plantas e os procedimentos de manutenção da horta;

conteúdos procedimentais: medir, recortar, plantar, ou seja habilidades necessárias para a construção da horta na atividade prática;

conteúdos atitudinais: cooperação; participação; respeito; diálogo; convivência.

O processo de construção da horta está ilustrado na figura 01.

Segundo Marín, Arroyo e Díaz (2015) o trabalho com hortas escolares estimula os estudantes a compreender os limites do crescimento de um país e

avaliar alternativas para o desenvolvimento sustentável, além de contribuir para o desenvolvimento da capacidade de investigação e resolução de problemas, e auxiliar no desenvolvimento de atitudes como, espírito crítico, criatividade, solidariedade e trabalho cooperativo, capacitando assim o estudante para a ação-reflexão integrando a teoria à prática.



Figura 01. Processo de construção da horta.

A horta foi utilizada para o desenvolvimento de um experimento com objetivo de analisar a influência de diferentes adubos no crescimento das plantas, inserindo os alunos na atividade experimental investigativa, viabilizando a coleta e análise de dados, o trabalho colaborativo e a elaboração de relatórios, atividades essas vinculadas ao trabalho científico, contribuindo com a educação científica dos estudantes. Os conteúdos desenvolvidos na atividade relacionada ao experimento atividade foram:

conteúdos procedimentais: medir, interpretar o crescimento das plantas de acordo com variáveis, aplicar conhecimentos no contexto prático, analisar, criticar e julgar os resultados do experimento com base em padrões e valores, uso da informação científica e tecnológica;

conteúdos atitudinais: o trabalho cooperativo, responsabilidade e o diálogo entre o grupo.

conteúdos conceituais: composição dos adubos, necessidades nutricionais das plantas, relação entre a composição dos adubos e a técnica de adubação (C&T).

As aulas 12 e 13 deram início ao ciclo II de atividades da SEI, com a apresentação da problemática e das atividades a serem realizadas no segundo ciclo de atividades. Em seguida, os alunos em grupo fizeram o levantamento das hipóteses para a problemática discutida mobilizando os seguintes conteúdos:

conteúdos conceituais: adubos e técnicas de adubação das plantas

conteúdos procedimentais: fazer previsões sobre uma atividade experimental e levantar hipóteses acerca de um problema real, articular o raciocínio lógico e explicação de ideias.

conteúdos atitudinais: cooperação, participação, respeito, diálogo, convivência.

Na sala de informática, os grupos de alunos realizaram pesquisas e organizaram os conhecimentos sobre adubos e suas formas de preparo e aplicação no solo, reavaliando as hipóteses anteriormente levantadas. Cada grupo deveria complementar a pesquisa sobre o adubo escolhido para seu conjunto de plantas, apresentando a composição do adubo a ser preparado, a finalidade de cada componente utilizado, bem como a forma e frequência de adubação. Foram trabalhados os seguintes conteúdos:

conteúdos conceituais: composição dos adubos e técnicas de adubação

conteúdos procedimentais: utilização da internet para pesquisa de aspectos científicos e tecnológicos relacionados a adubos, aplicação da ciência e da tecnologia na vida cotidiana, analisar e interpretar informações.

conteúdos atitudinais: participação e cooperação.

Na aula 14, cada grupo de alunos fez uma apresentação para classe sobre o adubo escolhido, reportando os materiais a serem utilizados, suas finalidades e quantidades, para posterior adubação das plantas e, assim comparar a influência de diferentes adubos no crescimento das plantas durante um período de um mês. A atividade de plantio promoveu o desenvolvimento dos seguintes conteúdos:

conteúdos conceituais: composição química dos adubos, importância de determinados nutrientes para as plantas, preparo de adubos.

conteúdos procedimentais: técnicas de plantio, técnicas de adubação.

conteúdos atitudinais: trabalho cooperativo e comunicação.

Durante a adubação, o grupo (GA) utilizou o NPK 10:10:10, o grupo (GB), utilizou o adubo orgânico de esterco e húmus, o grupo (GC) utilizou adubo orgânico contendo minhoca, borra de café fermentada, sal e casca de ovo. O grupo (GD) que não trouxe o adubo preparou em casa um adubo orgânico e adubou as plantas em outro momento. Para controle do experimento, um conjunto de plantas não foi adubado.

Enquanto os alunos analisavam semanalmente as plantas, durante as aulas 15 e 16, a professora abordou em sala conceitos sobre funções orgânicas, fórmula molecular, fórmula estrutural e propriedades dos compostos orgânicos, utilizando como estratégia didática um jogo. Nessas aulas foram realizados exercícios sobre os conteúdos abordados e, com auxílio do livro didático os alunos preencheram a tabela contida nas páginas 25 e 26 do caderno do aluno, volume 2 (Anexo 1). Foram trabalhos na aula os conteúdos:

conteúdos conceituais: funções orgânicas, fórmula molecular, fórmula estrutural e propriedades dos compostos orgânicos.

conteúdos procedimentais: observar, classificar, inferir, discriminar, identificar, fazer generalizações, resolver exercícios.

conteúdos atitudinais: trabalho em grupo, cooperação, participação, respeito, diálogo, convivência.

O jogo, na perspectiva de Soares (2008), visa à facilitação da aprendizagem de conceitos, a partir de uma atividade lúdica que proporciona diversão e prazer, com regras claras, espaço e material determinados. O autor, a partir de uma visão piagetiana, considera que o jogo contribui para o desenvolvimento cognitivo do sujeito, visto que enriquece e diversifica possibilidades experimentais e de manipulação de objetos. Em uma visão vygotskyana, Cunha (2012) aponta para a importância da interação social promovida pelo jogo, assim como uma aprendizagem “natural” com “menos pressão”.

O jogo proposto em sala aborda tópicos de química orgânica e é caracterizado como um jogo didático. Segundo Cunha (2012), o jogo mantém o equilíbrio entre a função lúdica e a educativa, com o objetivo de auxiliar na construção de conhecimentos conceituais, a partir de uma atividade realizada com

base em regras pré-estabelecidas, sob a orientação de um professor e realizada em sala de aula.

Todo jogo didático é um jogo educativo, porém nem todo jogo educativo é didático, pois o primeiro considera o ensino em diversos âmbitos, enquanto o segundo possui um foco em determinado conteúdo ou habilidade (CUNHA, 2012). O jogo por sua característica lúdica estimula a busca de soluções sem a preocupação com o erro, contribuindo com o processo investigativo (SOARES, 2008). O jogo utilizado na SEI é detalhado a seguir:

Jogo das funções

A turma foi organizada em grupos de 4 ou 5 estudantes e cada grupo recebeu um conjunto de cartas: 24 cartas contendo cada uma a fórmula estrutural e o nome de uma substância (agrotóxicos, substâncias presentes nas plantas, fertilizantes); 11 cartas com os nomes de funções orgânicas (incluindo uma carta com “mais de uma função”); 16 cartas com imagens de algumas substâncias, 3 cartas com fórmulas moleculares de substâncias apresentadas pela fórmula estrutural.

Parte 1: os estudantes inicialmente deveriam agrupar as fórmulas estruturais de acordo com sua semelhança, observando também as semelhanças de nomenclatura.

Parte 2: colocar os nomes nos grupos de cartas elaborados anteriormente, ou seja, cada grupo uma função, por semelhanças entre os nomes das substâncias e do grupo, ou alguma outra lógica determinada pelo grupo.

Parte 3: relacionar 16 imagens às fórmulas das substâncias.

Parte 4: relacionar as 3 fórmulas moleculares às respectivas substâncias.

Após cada etapa realizada, o grupo chamava a professora para a conferência e poderia receber 3 dicas para esclarecer alguma dúvida do grupo. No momento em que a etapa fosse finalizada, a professora contava os acertos e registrava os pontos de cada grupo na lousa.

Quando um dos grupos finaliza a parte 4, a professora dava um tempo de 3 minutos para que os outros grupos finalizassem a atividade. O grupo que obtinha na somatória das partes o maior número de acertos era o grupo vencedor.

A participação da professora esclarecendo dúvidas dos estudantes ou fornecendo dicas para execução da tarefa proposta, além de conferir significado ao conteúdo, e contribuir para o reconhecimento do êxito também é motivação para a continuidade da aprendizagem, logo a avaliação dada pelo professor e sua intervenção ajudando o aluno a compreender o erro e controlar seu aprendizado é importante para a manutenção da motivação extrínseca, assim como a adequação

das tarefas, a capacidade dos alunos e seus conhecimentos prévios (ZABALA, 1998, POZO e CRESPO, 2009).

No final da aula 16, para ampliar o conhecimento sobre agrotóxicos e sua influência sobre os seres vivos, foi solicitada aos alunos como tarefa para casa, a atividade sobre o DDT e bioacumulação de pesticidas das páginas 67 e 68 do caderno do aluno volume 2 (Anexo 2). Os conteúdos trabalhados na aula foram:

conteúdos conceituais: bioacumulação de pesticidas (DDT), pesticidas organoclorados, conceitos de concentração (ppm), solubilidade, estrutura molecular para compreender o conceito de bioacumulação;

conteúdos procedimentais: resolução de exercícios, análise de fatos com base em padrões, análise de imagens e gráficos, aplicação da ciência e da tecnologia na vida cotidiana, avaliar riscos e benefícios do uso de agrotóxicos;

conteúdos atitudinais: tomada de decisão frente a questões sociocientíficas e controversas.

Na aula 17 foram realizados exercícios do livro didático envolvendo os seguintes conteúdos:

conteúdos conceituais: classificação das cadeias carbônicas; reconhecimento de funções orgânicas.

conteúdos procedimentais: habilidades de leitura, interpretação e análise de textos, normalmente cobradas em questões do Enem e de alguns exames de vestibulares.

conteúdos atitudinais: participação.

Nas aulas 18 e 19, foi realizado o júri simulado “agricultura convencional *versus* agricultura orgânica”, articulando os conceitos estudados ao posicionamento crítico frente a questão trabalhada, proporcionando a mobilização dos seguintes conteúdos:

conteúdos conceituais: o desenvolvimento científico e tecnológico e suas implicações sociais;

conteúdos procedimentais: exercício da argumentação, raciocínio lógico, estabelecimento de relações de causa e efeito.

conteúdos atitudinais: posicionamento crítico frente a situações reais relativas à alimentação e o respeito mútuo durante o debate.

Esta atividade lúdica também pode ser considerada um jogo com seus benefícios de motivação e envolvimento dos estudantes, fortalecendo o processo de aprendizagem (OLIVEIRA; SOARES, 2005). Atividades diversificadas e espontâneas

do tipo debate são ótimas para demonstrar conceitos, logo que um conceito pode ser aplicado a diferentes contextos, permitindo a avaliação efetiva do conceito (ZABALA,1998).

As aulas 20 e 21 foram destinadas à sistematização de conceitos do ciclo II e, por meio de *slides* preparados pela professora. Ainda na aula 21, foi aplicado o questionário final e os estudantes entregaram um relatório sobre o experimento com a horta, atividades estas importantes para o processo de alfabetização científica e tecnológica dos alunos por meio da mobilização de conteúdos desenvolvidos. Os conteúdos trabalhados nas aulas foram:

conteúdos conceituais: classificações de cadeias carbônicas e de átomos de carbono, compostos orgânicos usados na agricultura convencional (agrotóxicos e fertilizantes); questões sociais e ambientais relacionadas à bioacumulação de pesticidas (relação ciência e sociedade); propriedades dos compostos orgânicos como solubilidade e caráter ácido-básico; classes de pesticidas (organoclorados, organofosforados e carbamatos); toxicidade e periculosidade dos agrotóxicos; inseticidas naturais; impactos ambientais resultantes do uso de agrotóxicos e fertilizantes na agricultura, estabelecendo relações entre o desenvolvimento científico, as técnicas utilizadas e seus efeitos sobre a sociedade (relações CTS); legislação que define a agricultura orgânica; técnicas naturais relacionadas ao combate de pragas e a fertilização do solo, promovendo a relação entre tecnologia e sociedade; benefícios dos alimentos orgânicos para a saúde das pessoas.

conteúdos procedimentais: raciocínio lógico, explicação, organização, análise e interpretação de informações, avaliar riscos e benefícios do modelo de agricultura orgânica e do modelo convencional.

conteúdo atitudinal: Comunicação e expressão do conhecimento.

3.3. Coleta e análise dos dados

Os dados da pesquisa foram coletados por meio de questionários (inicial e final), observação participante, registros em diário de campo, produções dos estudantes (texto síntese do ciclo CI, atividade sobre bioacumulação de pesticidas e relatório sobre o experimento-horta) e gravações de áudio (júri). Os questionários, as atividades elaboradas pelos estudantes e as gravações foram analisados a partir dos pressupostos da análise de conteúdo de Bardin (2011).

Segundo Bardin (2011) a análise de conteúdo é um conjunto de técnicas para analisar a comunicação valendo-se de procedimentos objetivos e sistemáticos de descrição dos conteúdos das mensagens.

Esta se refere à análise de significados, propondo inferências e interpretações segundo os objetivos, ou realizando descobertas, cuja realização se dá em três etapas (BARDIN, 2011 e BARBOSA FRANCO, 2005):

(a) pré-análise: correspondente à sistematização das ideias iniciais, com a determinação do *corpus* de análise e seu objetivo. Nesta pesquisa o *corpus* de análise foi composto pelos questionários, pelas atividades elaboradas pelos estudantes e pelas gravações do júri com objetivo de investigar o processo de construção de conceitos de química orgânica e as relações entre conhecimento científico, tecnológico e suas implicações sociais apresentadas pelos estudantes, assim como investigar os discursos dos estudantes frente à tomada de decisões acerca de questões controversas ao uso de agrotóxicos.

(b) exploração do material: nesta etapa os dados são recortados em unidades comparáveis que permitam a descrição de suas características, definidos por unidades de registro, representadas nesta pesquisa pelas respostas dos questionários e trechos das atividades e das falas dos estudantes codificadas com atribuição de significado. A unidade de contexto, ou seja, o contexto sociocultural e econômico dos estudantes, assim como as relações estabelecidas em sala de aula contribuem para o processo de interpretação e inferência seguintes, e auxiliam no processo reflexão-ação acerca da estruturação da sequência de ensino investigado na presente pesquisa.

(c) tratamento dos dados, inferências e interpretação: correspondente à categorização das unidades de registro representando de forma simplificada os dados brutos, e respectivas caracterizações e interpretações considerando as unidades de contexto, apresentadas nos resultados desta pesquisa e responsáveis pela identificação das potencialidades e desafios da elaboração e realização de uma sequência de ensino investigativo realizada em uma abordagem CTS.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo apresentaremos os resultados desta pesquisa em seções a fim de organizar as análises e discussões dos mesmos.

Iniciaremos pela análise das atividades realizadas no primeiro ciclo (CI): as hipóteses levantadas pelo grupo de estudantes, os textos produzidos acerca da situação problema, as questões das entrevistas realizadas com agricultores de hortas urbanas visitadas pelos estudantes.

Posteriormente, apresentaremos a análise das atividades desenvolvidas pelos estudantes durante o segundo ciclo (CII), tendo como foco a tomada de decisão dos estudantes, a partir das atividades de bioacumulação de pesticidas e do júri simulado, e a aprendizagem de conceitos de química orgânica, a partir dos questionários inicial e final.

Por final, apontaremos as percepções da professora acerca do desenvolvimento da SEI, a avaliação dos estudantes sobre as atividades propostas na SEI e a autoavaliação dos estudantes sobre sua participação na SEI.

4.1. Atividades do Ciclo I

São apresentados nesta seção: análise da reavaliação das hipóteses; análise da construção do conhecimento por meio de articulações CTS estabelecidas pelos estudantes no CI; análise das questões de entrevistas que os estudantes elaboraram para a visita em uma horta urbana.

4.1.1. A reavaliação das hipóteses e a presença das articulações CTS

Nesta subseção apresentamos a análise das hipóteses levantadas pelos grupos, posteriormente discutidas com a turma, acerca da problematização e das questões abordadas no CI (Quadro 05). Também consideramos para esta análise os textos dissertativos produzidos por 11 estudantes após leitura e discussão dos textos deste ciclo da SEI e das discussões em aula sobre o vídeo “O veneno está na mesa 2”.

Quadro 05: Problematização e Questões do CI

Problematização: “O cultivo de alimentos é de extrema importância para suprir as necessidades do homem e dos animais. Este cultivo pode ser realizado de diferentes formas.”

Questão 1: Quais formas de plantio você conhece?

Questão 2: De que forma o cultivo dos alimentos influencia na sua qualidade nutricional e no seu efeito sobre a saúde do homem?

Questão 3: Como podemos eliminar possíveis substâncias presentes nos alimentos que causam danos à nossa saúde?”

Durante o CI foi possível perceber o aprimoramento dos conhecimentos prévios dos estudantes e verificar as articulações CTS estabelecidas, necessárias para o desenvolvimento pessoal, capacidade de comunicação e articulação de ideias, subsidiando o posicionamento crítico dos estudantes frente a questões sociocientíficas.

As articulações CTS estabelecidas a partir dos textos produzidos pelos estudantes foram:

- (I) Influência da tecnologia sobre a sociedade: como o modelo de agricultura pode impactar sobre a sociedade tanto na questão da qualidade do alimento quanto da saúde das pessoas, os consumidores e trabalhadores rurais, e seus efeitos sobre o meio ambiente, e na relação econômica em termos de viabilidade e justiça “econômica” em vista do sistema sustentável apresentar uma distribuição de lucros mais justa.
- (II) Influência da sociedade sobre a tecnologia: por meio de pressão social em relação ao consumo seletivo e consciente dos alimentos promovendo mudanças tecnológicas.
- (III) Efeito da ciência sobre a tecnologia, em que novos conhecimentos estimulam mudanças tecnológicas, pois a ampliação de conhecimentos científicos sobre fertilizantes e sobre formas de combater as pragas podem melhorar a tecnologia de plantio assim como informações sobre a eficiência de determinadas substâncias e técnicas influenciam a forma de higienização dos alimentos.
- (IV) Efeito da ciência sobre a sociedade, o conhecimento científico influencia a forma como estudante pensa a resolução do problema, pois com embasamento teórico o estudante emite julgamento sobre a escolha dos alimentos e a higienização dos mesmos.

No quadro 06 são apresentados trechos de hipóteses e de textos de alguns alunos e as respectivas articulações CTS.

Quadro 06. Reconstrução das hipóteses e articulações CTS estabelecidas

ALUNOS	HIPÓTESES	TRECHOS DO TEXTO DISSERTATIVO	ARTICULAÇÕES CTS
A1	“o orgânico é mais saudável, pois não há química, já os que têm química acabam prejudicando nossa saúde de certo modo”	Em relação ao orgânico: “plantar e cultivar alimentos fora do alcance de agrotóxicos, adubos sintéticos [...] são mais saborosos [...]”. Em relação ao convencional: “usar produtos tóxicos perigosos que podem até matar ou dar câncer seja qual for.”	(I)
A2	Questão 3 “Algumas que plantamos com as mãos e outras que se utiliza uma máquina específica. Há outro modo de plantio tipo em estufa”	“[...] em certa plantação eles usam os aviões para despejar os agrotóxicos [...] bem perto de uma escola [...] o melhor a fazer é escolher alimentos que os produtores se comprometam com boas práticas agrícolas [...]”.	(I) (II)
A3	“O solo utilizado para plantio que não está nas devidas condições que não beneficia com os possíveis nutrientes necessários para a planta [...]”	“Para um alimento chegar com qualidade começa de uma terra boa, com uso de adubos de composições conhecidas, esperar o desenvolvimento, crescimento e amadurecimento e depois uma colheita e um transporte adequado [...] muitos são cultivados de forma errada e acabam prejudicando quem consome esse alimento, ou a quem está exposto a produtos que são usados nas plantações [...] agrotóxicos”.	(III) (I)
A4	“Respeitando o tempo de cultivo de cada alimento, e fazendo a higienização correta do alimento antes de consumi-lo”	“[...] mesmo que lavemos, deixemos de molho, nada pode tirar o agrotóxico de dentro da planta [...]”	(IV)
A6	Questão 2 “Formas manual, que as pessoas plantam para seu próprio consumo e o modo industrial que utilizam máquinas”	“Um dos tipos de plantação é a agricultura sustentável que não prejudica o meio ambiente, no ponto de vista social é justa e economicamente viável [...]”	(I)
A7	“Apenas a convencional, a manual e a hidropônica”	“[...] Há inúmeras maneiras de se plantar alimentos de forma que não seja prejudicial a saúde humana e da própria terra, pois não são utilizados pesticidas [...]”	(I)

A8	“Se for cultivado da maneira mais natural possível ajudará muito o ser humano. Além de evitar muitas doenças”.	“[...] na hora de fazer compras passa pela cabeça das pessoas que frutas e legumes podem fazer algum mal? Não. O uso de agrotóxicos nesses alimentos pode causar doenças como câncer, aborto, infertilidade e depressão [...] muitos agricultores já ficaram mal por causa dos agrotóxicos, pois eles ficam muito em contato com esses produtos [...]”	(IV) (I)
A9	“Respeitando o tempo de cultivo de cada alimento, e fazendo a higienização correta do alimento antes de consumi-lo”	“o melhor a ser feito é apenas ingerir alimentos orgânicos o que conseqüentemente forçará os outros agricultores a reorganizarem sua forma de plantio, para benefício da saúde do homem”.	(II)
A10	Questão 3 “Lavando-os com água para tirar as possíveis bactérias”	“a lavagem dos alimentos apenas contribui para que uma parte do agrotóxicos seja retirada [...]. O ideal a ser feito é saber a origem das frutas e verduras. A lavagem dos alimentos com o uso de água sanitária que ajuda remove resíduos de agrotóxicos e bactérias”	(IV) (III)
A17	“Devemos lava-los com bastante água. E em alguns deixar de molho com algumas gotas de cloro”.	“para a higienização e eliminação de substâncias nocivas como: vermes, bactérias, agrotóxico [...] é necessário lavar com bucha e sabão, deixar de molho com cândida ou vinagre, ferver, e fazer a separação dos alimentos para não ocorrer a contaminação, mas não se tira todo o agrotóxico pois ele penetra na fruta”.	(III)

Observamos que o aluno A1 realizou a substituição do termo “química”, termo genérico utilizado no senso comum para designar que o alimento que tem química faz mal à saúde, pelo termo “agrotóxico”, conceito correto trabalhado nas atividades. O aluno indicou ainda prejuízos que os agrotóxicos causam à saúde. Neste exemplo nota-se a apropriação da linguagem científica e as articulações CTS (I), tanto na questão da qualidade do alimento quanto da saúde das pessoas.

O aluno A2 apresenta técnicas de plantio em suas hipóteses, porém no texto, considera que a forma como o agrotóxico é aplicado pode afetar crianças em uma escola, estabelecendo a relação entre a tecnologia usada no plantio e suas

implicações sociais, articulação CTS (I). No trecho em que o aluno escreve que “*o melhor a fazer é escolher alimentos que os produtores se comprometam com boas práticas agrícolas*” verifica-se a articulação CTS (II). Este exemplo explicita a tomada de decisão para a solução do problema, ou seja, analisando riscos e benefícios do processo tecnológico e fazendo um julgamento prático da situação, demonstrando conteúdos procedimentais e conteúdos atitudinais inerentes à abordagem CTS.

O aluno A3, em sua hipótese, associa a qualidade do alimento somente ao manejo do solo, enquanto no texto considera outras variáveis envolvidas na qualidade dos alimentos, ampliando seus conhecimentos sobre o tema, o que demonstra o raciocínio lógico utilizado na articulação das ideias, assim, considera o efeito da ciência sobre a tecnologia, em que novos conhecimentos estimulam mudanças tecnológicas, articulação CTS (III). O estudante também aponta a influência da tecnologia sobre a sociedade, articulação CTS (I) no caso os consumidores e trabalhadores rurais contaminados no modelo convencional de agricultura. O estudante emite julgamento de valor com base em padrões, na medida em que aponta a forma “*errada*” de cultivo, um conteúdo atitudinal trabalhado na abordagem CTS.

O aluno A4 em sua hipótese quanto à eliminação de possíveis substâncias nocivas no alimento apresenta uma proposta incoerente para o consumidor: “*Respeitando o tempo de cultivo de cada alimento*”, visto que quem cuida do plantio é o agricultor neste caso, e posteriormente não detalha como seria a “*higienização correta*” do alimento, deixando a resposta vaga. Já na reavaliação da hipótese demonstra conhecimento técnico sobre a higienização dos alimentos, ressalta que os agrotóxicos podem penetrar nos alimentos e não podem ser retirados, assim construiu conhecimentos conceituais e procedimentais sobre o tema e o estabelecimento da relação CTS (IV).

O aluno A6 apresenta técnicas de plantio em sua hipótese, mas não considera o uso ou não de substâncias ou questões de sustentabilidade, já no seu texto apresenta o conceito de agricultura sustentável e indica a influência da tecnologia sobre a sociedade (meio ambiente, desenvolvimento social e economia), articulação CTS (I)

O aluno A7 assim como aluno A6 apresenta técnicas de plantio em sua hipótese, mas não consideram o uso ou não de substâncias em que o termo convencional utilizado refere-se ao plantio mecanizado. Já no texto, a reavaliação da hipótese, o aluno A7 demonstra diferenciação entre modelos de agricultura ao expor: “[...] *Há inúmeras maneiras de se plantar alimentos de forma que não seja prejudicial a saúde humana e da própria terra, pois não são utilizados pesticidas [...]*”, estabelece articulação CTS (I), em relação a saúde do homem e da terra.

A hipótese do aluno A8 sobre a questão 2 reflete o senso comum, “o que é natural faz bem”, mas não esclarece o que é “natural” e nem que bem faz para a saúde. No texto verifica as articulações CTS (IV) e (I), em que o aluno relaciona as doenças ao uso de agrotóxicos e expõe sua opinião sobre a falta de reflexão das pessoas na compra de alimentos, possivelmente pela falta de conhecimentos para a tomada de decisão consciente: “[...] *na hora de fazer compras passa pela cabeça das pessoas que frutas e legumes podem fazer algum mal? Não*”, Assim, apresentando a relação entre o conhecimento científico e a sociedade, pois o conhecimento científico influencia a forma como o estudante pensa para resolução do problema e a influência da tecnologia (uso de agrotóxicos) sobre a sociedade, ao expor suas consequências à saúde do ser humano.

O aluno A9 utiliza o raciocínio lógico para desenvolver suas ideias ao escrever “*o melhor a ser feito*”, e expõe seu julgamento após analisar com base em seus conhecimentos e valores a apresentar a solução para a resolução do problema. O aluno expõe um raciocínio de causa e efeito quando aponta a influência da sociedade sobre a tecnologia, articulação CTS (II) por meio de pressão social para promover mudanças tecnológicas como observado no trecho “[...] *o que conseqüentemente forçará os outros agricultores a reorganizarem sua forma de plantio [...]*”.

Aluno A10, em seu texto, reconstrói seus conhecimentos ao agregar a questão da presença de agrotóxicos nos alimentos como possível substância contaminante, além das bactérias citadas na sua hipótese. Ao escrever “*o ideal a ser feito*” demonstra que o conhecimento científico influencia o pensamento do estudante, articulação CTS (IV). O aluno justifica conhecer a procedência dos alimentos para um possível consumo consciente com o fato de que “[...] *lavagem*

dos alimentos apenas contribui para que uma parte do agrotóxico seja retirada [...]”, articulação CTS (IV), demonstrando a importância de agir criticamente, um dos objetivos da abordagem CTS. No trecho em que esse mesmo aluno comenta que o uso de água sanitária contribui para remoção de agrotóxicos e bactérias dos alimentos, evidencia-se a articulação CTS (III).

O aluno A17 reavalia sua hipótese sobre a forma de eliminar substâncias nocivas dos alimentos que compramos, ampliando tanto as formas de higienização como o tipo de substâncias nocivas, refletindo a construção de conceitos pelo estudante. Neste exemplo verifica-se articulação CTS (III), pois considera o efeito da ciência sobre a tecnologia, em que novos conhecimentos estimulam mudanças na técnica de higienização.

Assim, podemos considerar que, embora menos da metade da turma tenha elaborado o texto proposto na SEI, os estudantes fizeram o uso das relações CTS, em que demonstraram apreensão de conteúdos relacionados à abordagem CTS, como por exemplo: emitir julgamento prático; avaliar riscos e benefícios dos processos tecnológicos; pensar de forma crítica; tomar posicionamento; agir conscientemente.

4.1.2. Questionários para entrevistas durante visita à horta urbana

Durante a SEI, a professora solicitou aos estudantes que elaborassem um questionário para entrevista de agricultores durante a visita em uma horta urbana. O conteúdo da entrevista foi decidido pelos estudantes, a única exigência foi que o gênero textual fosse considerado no registro da entrevista.

As entrevistas realizadas foram codificadas como E1, E2, E3, E4 e E5 e a análise de suas questões é apresentada a seguir.

As entrevistas E2, E3 e E4, realizadas em grupos de alunos, foram em hortas comunitárias, enquanto que as entrevistas E1 e E5, realizadas de forma individual, foram em hortas particulares. Os alunos que realizaram as entrevistas individualmente justificaram que não conseguiram organizar o próprio grupo para fazer a atividade. Como a entrevista foi realizada fora do período de aula, alguns estudantes pelo fato de trabalhar, tiveram dificuldades em se reunir com os colegas.

As categorias temáticas emergentes do corpus de análise representam os interesses, as dúvidas, as demandas, as percepções e as impressões dos estudantes em relação à horta urbana, expostos nas questões das entrevistas com os agricultores, e estão listadas a seguir: C1) técnicas de plantio; C2) impactos socioambientais do uso de agrotóxicos; C3) horta urbana e comunidade; C4) características do produto; C5) motivação dos agricultores; C6) experiência dos agricultores; C7) ação transformadora. As questões sobre dados pessoais não foram categorizadas, visto que não refletiam os objetivos da pesquisa.

Para cada uma das categorias apresentamos a seguir exemplos de algumas questões (Q) presentes nas entrevistas (E) elaboradas pelos estudantes.

A categoria C1 – técnicas de plantio – agrupa questões que expressam o interesse dos estudantes sobre as tecnologias utilizadas na horta visitada, ou seja, as técnicas de preparação do solo, adubação, tempo de crescimento das plantas para a colheita, variedades de plantas cultivadas, rotina de cuidados com a horta, técnicas para o combate de pragas, resultados obtidos com as técnicas de plantio; portanto envolvendo questões tecnológicas articuladas pela tríade CTS:

(E1, Q9) “Como é o consumo dessas plantas”. O aluno questiona o modo de preparo das plantas medicinais para uso.

(E2, Q7) “Quais outros meios você conhece para o combate das pragas? Quais você utiliza?”

(E3, Q1) “Quais são suas formas de plantação?”

A categoria C2 – impactos socioambientais do uso de agrotóxicos – articula conceitos envolvidos no eixo sociedade da tríade CTS, como efeitos do uso de agrotóxicos na saúde dos trabalhadores do campo e dos consumidores do produto final, contaminação do meio ambiente e dos seres vivos:

(E2, Q2) “Além da degradação do meio ambiente, o que você acha que a utilização dos agrotóxicos afeta?”

(E4, Q7) “O que a senhora acha, não usar agrotóxico, ajuda na nossa saúde”

A categoria C3 – horta urbana e comunidade – as questões agrupadas nesta categoria propõem relações entre a horta e a comunidade ao redor, benefícios da horta para a comunidade, e questões sobre o comércio de produtos, desde o preço até especificações de produtos vendidos e com qual finalidade, envolvendo assim

relações econômicas e sociais, evidenciando a curiosidade dos alunos acerca da possibilidade de venda dos produtos além do consumo próprio, mesmo que em pequena escala de produção:

(E2, Q3) “O que o plantio de alimentos orgânicos influencia nessa comunidade?”

(E4, Q9) “Qual o preço dos alimentos orgânicos?”. Nesta horta comunitária os alimentos são vendidos?

A categoria C4 – características do produto – envolve questões a respeito da aparência, cor, gosto, benefícios ou malefícios para a saúde, comparação entre as características de orgânicos e convencionais e qualidade dos produtos, demonstrando a curiosidade dos alunos em relação a diferentes produtos, especialmente sobre os orgânicos. Esta categoria aponta para o eixo da ciência na tríade CTS, porém abordada de forma popular, não superando o senso comum:

(E4, Q5) “Há diferença na cor e sabor do alimento com a plantação orgânica?”

(E1, Q6, Q8) “O que seria no seu ponto de vista ervas medicinais? Para que serve essa planta?”

(E3, Q5) “Qual a diferença que a senhora percebe entre alimento orgânico e com “produto”?”

A categoria C5 – motivação dos agricultores – reflete o interesse dos estudantes em saber o que levou as pessoas a plantar na cidade, visto que os produtos são facilmente comprados e não representam grandes gastos, tornando-os acessíveis a uma grande quantidade de pessoas:

(E1, Q4) “O que te levou a plantar e cultivar diferente tipo de plantas?”

(E1, Q12) “Apesar desse negócio de venda de erva medicinais não ser muito reconhecido, e não dá muito lucro, você se considera uma empresária pelo fato de ter seu próprio negócio, ou você faz isso por prazer?”

A sexta categoria C6 – experiência dos agricultores – agrupa questões relacionadas ao tempo de experiência das pessoas entrevistadas que praticam a horta urbana, apresentando a curiosidade dos estudantes sobre a questão:

(E5, Q1) “Há quanto tempo o senhor trabalha com agricultura orgânica, deixando de usar veneno nas plantações?”

(E1, Q3) “Há quanto tempo você já planta?”

A categoria C7 – ação transformadora – apresenta uma reflexão importante dos alunos, demonstrando a preocupação com o domínio do agronegócio sobre a agricultura familiar, reflexo das discussões realizadas em sala durante o desenvolvimento da SEI, além da mobilização e conscientização de agricultores para mudar seu modelo de plantio para um modelo sustentável, demonstrando a postura crítica por parte dos alunos, promovendo a transformação da sociedade:

(E2, Q4) “Você acha que algum dia esse projeto de plantio orgânico poderia se maximizar e algum dia desbancar as grandes empresas?”

(E2, Q5) “Qual a solução que você criaria para convencer os agricultores a reorganizarem sua forma de plantio?”

O Quadro 07 apresenta a relação entre as categorias emergentes e as questões presentes em cada uma das cinco entrevistas realizadas pelos estudantes.

Quadro 07: Relação entre as categorias (C) e as questões (Q) presentes em cada entrevista (E), – (não apresentou)

Categoria Entrevista	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
E1	Q9, Q11	–	Q5	Q6, Q7, Q8	Q4, Q12	Q3	–
E2	Q1, Q7	Q2	Q3, Q6	Q8	–	–	Q4, Q5
E3	Q1, Q2, Q3, Q4, Q6	–	–	Q5	–	–	–
E4	Q1, Q2, Q3, Q6, Q8	Q7	Q9	Q4, Q5,	–	–	–
E5	Q2	Q4	–	Q3	–	Q1	–

A partir dos dados do Quadro 07, observamos que todas as entrevistas apresentaram questões relacionadas aos aspectos tecnológicos da agricultura (C1), e apenas os alunos que elaboraram as E1 e E3 não elencaram aspectos sociais e ambientais envolvidos na agricultura (C2). A qualidade e características dos produtos (C4) apareceram como uma curiosidade frequente em todas as entrevistas. A motivação dos agricultores (C5) ao cultivar foi abordada apenas pela E1. Apenas a E2 apresentou preocupação com a mudança da forma de cultivo convencional dos alimentos (C7), refletindo uma das contribuições do ensino CTS, a preparação dos

alunos para atuarem de forma democrática e responsável na sociedade, por meio da tomada de consciência. (SANTOS, 2008; SANTOS e MORTIMER, 2001).

Nas entrevistas, verificamos interesses diversos dos estudantes por questões técnicas e científicas acerca do tema agricultura convencional *versus* agricultura orgânica, tais como a motivação e a experiência e conhecimentos dos agricultores. As entrevistas, na sua maioria, abordaram questões técnicas do cultivo de alimentos, impactos socioambientais da agricultura convencional, relações entre a horta e a comunidade e os benefícios sociais da agricultura urbana, sendo possível a articulação dos elementos da tríade CTS.

As questões propostas pelos estudantes evidenciaram aspectos científicos, tecnológicos e sociais, possibilitando o esclarecimento de suas dúvidas e curiosidades em relação ao tema. Além dos conhecimentos científicos, outros conhecimentos relevantes foram suscitados, tais como o preço dos alimentos orgânicos e convencionais, a lucratividade da atividade agrícola e a experiência de vida de pequenos agricultores de hortas urbanas.

Consideramos que a estratégia de ensino – elaboração de entrevistas pelos alunos – contribuiu para o processo de ACT dos estudantes, promovendo a articulação de elementos CTS. A atividade também promoveu a participação e a interação dos estudantes, sobretudo a habilidade de trabalho em grupo, o que se mostrou um desafio, visto que dois estudantes não conseguiram formar um grupo e realizaram as entrevistas individualmente.

Na elaboração das questões das entrevistas, os estudantes utilizaram seus conhecimentos prévios e os novos conhecimentos adquiridos durante a SEI, além de um conceito desenvolvido na aula de Língua Portuguesa; o desenvolvimento do gênero textual entrevista, articulando-os para a compreensão do mundo em uma visão crítica e consciente e para transformação de sua realidade.

Verificamos que a elaboração e realização de entrevistas como atividade da SEI proporcionou, além de um trabalho interdisciplinar, a aprendizagem em ambientes distintos do ambiente formal de ensino e que este tipo de atividade fortalece as relações CTS abordadas durante a sequência de ensino investigativa, destacadas nas questões Q4 e Q5 da E2, em que se discutiu um modelo de

agricultura pautado na justiça social e na preservação do meio ambiente, indicando o desejo de que alguma atitude seja tomada para a transformação do modelo predominante de agricultura.

Auler e Bazzo (2001) consideram um desafio para a sociedade brasileira, a construção de uma cultura de participação em questões envolvendo ciência e tecnologia. Consideramos que as questões das entrevistas realizadas pelos estudantes, mesmo de forma singela, demonstram possibilidades de construção da cultura de participação crítica na sociedade.

4.2. Atividades do Ciclo II

Esta seção apresenta a análise do questionário inicial (QI) e do questionário final (QF), categorizados por meio do uso da técnica de análise de conteúdo, revelando construção de conhecimentos de química orgânica. Também são descritas na seção a análise dos dados coletados durante as atividades de bioacumulação de pesticidas e do júri simulado com foco nas relações CTS e evidenciando aspectos relacionados à tomada de decisão dos estudantes.

4.2.1. A construção de conhecimentos

Apresentamos a análise das repostas de 23 estudantes para questão 8 do QF. Escolhemos essa questão por tratar de conhecimentos específicos de química orgânica. A análise das repostas tem como finalidade verificar a construção de conhecimento de química orgânica.

Classificamos as repostas dos estudantes aos itens da questão 8 do QF, apresentada no quadro 08, de acordo com a quantidade de acertos nas categorias seguintes:

NC - Resposta não Correta: o estudante apresentou resposta incorreta, totalmente fora da resposta esperada;

PC - Parcialmente Correta: o estudante apresentou uma resposta parcial correta ou respondeu uma parte da questão corretamente e outra parte incorretamente;

CT - Correta: o estudante atingiu a resposta esperada;

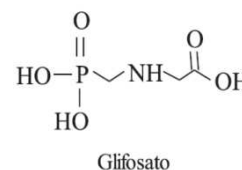
EB- Em Branco: o estudante não respondeu, deixando a questão em branco.

Quadro 08. Questão 8 do QF.

8- O glifosato domina mais da metade do mercado mundial de herbicidas e o Ministério Público Federal (MPF) brasileiro enviou um documento à Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) pedindo a conclusão da reavaliação toxicológica do glifosato e recomendando que o produto seja banido do mercado nacional, visto que pesquisas que ligam a exposição ao glifosato ao crescimento de tumores em ratos e a danos a células humanas. <http://teiaorganica.com.br/blog/o-que-e-glifosato-e-porque-voce-deveria-saber-isso/>.

Considere a fórmula deste herbicida e responda:

- Além do grupo fosfonato, quais as funções presentes nesta substância.
- Classifique sua cadeia em saturada ou insaturada.
- Indique os carbonos primários, secundários e terciários e quaternários (se houver) na fórmula do glifosato.
- Dê a fórmula molecular do glifosato.



No quadro 09 apresentamos a quantidade de respostas de cada item da questão de acordo com as categorias propostas anteriormente.

Quadro 09. Quantidade de respostas dos estudantes em cada item da questão 8 do QF segundo as categorias de análise.

Itens	Categorias			
	NC	PC	CT	EB
A	—	21	—	2
B	12	—	8	3
C	9	10	2	2
D	1	19	—	3

No item a, 21 estudantes identificaram apenas a função orgânica “amina” na estrutura, alguns estudantes apontaram a presença de oxigênio, mas não identificaram a função correspondente (ácido carboxílico), dois estudantes deixaram a questão 8 inteira em branco (EB), pois não tinham participado de todas as aulas antes do QF, por terem sido transferidos de outra turma.

No item b, 12 estudantes responderam a questão de forma não correta (NC), talvez por terem confundido a dupla ligação entre carbono e oxigênio ou a dupla ligação entre fósforo e oxigênio com insaturação de cadeia, um erro muito comum entre os estudantes, enquanto 8 estudantes acertaram a questão (CT), percebendo

que a cadeia de carbonos do glifosato é saturada, pois todas as ligações entre carbonos são simples. 3 estudantes não apresentaram respostas (EB).

No item c, as respostas de 9 estudantes foram classificadas na categoria NC, ou seja, erraram a questão. Alguns estudantes identificaram os carbonos, porém classificaram de forma incorreta e, a maioria dos estudantes indicou carbonos onde não tinha na molécula. 10 estudantes tiveram sua resposta classificada na categoria PC, ou seja, acertaram parcialmente a questão, respondendo que possuía apenas carbonos primários, mas não os identificaram na fórmula estrutural fornecida. Apenas 2 estudantes apresentaram suas respostas na categoria CT e os 2 estudantes já referidos na categoria EB.

No item d, apenas 1 estudante respondeu a questão de forma incorreta (NC), colocando ponto e vírgula entre os elementos; 19 estudantes demonstraram conhecimento acerca da estrutura da fórmula molecular e identificaram os elementos, porém erraram na contagem dos átomos de hidrogênio, não colocando os hidrogênios nos carbonos (PC) e apenas 3 estudantes deixaram a questão em branco (EB), nenhum estudante respondeu o item de forma correta (CT).

Assim, podemos considerar que embora os estudantes não tenham apresentado um elevado desempenho nas questões de química orgânica, em relação ao QI em que deixaram a questão em branco ou responderam que não sabiam a resposta, podemos considerar que houve apropriação da linguagem científica e de alguns conceitos como a função amina e a classificação da cadeia carbônica e a fórmula molecular. Durante as aulas, principalmente nas aulas de exercícios utilizando o livro didático, foi perceptível apreensão do conhecimento de química orgânica, por meio da participação dos alunos e durante a correção dos exercícios realizada na lousa, mas muito deles têm receio de fazer uma avaliação podendo justificar o baixo desempenho na questão analisada.

Os estudantes apontaram na avaliação da SEI que gostariam de mais exercícios em sala de aula sobre conteúdos de química orgânica, atividade que proporciona o desenvolvimento do conteúdo procedimental, resolução de exercícios. A partir da análise da questão 8 do QF, consideramos que a realização de mais atividades como esta, poderia ter proporcionado maior aprendizagem dos

estudantes de conceitos de química orgânica tendo em vista a boa participação e desempenho dos estudantes durante as aulas de exercícios.

4.2.2. A tomada de decisão

Contribuir para o processo de alfabetização científica e tecnológica, um dos principais objetivos dos currículos CTS, envolve a disponibilização dos conhecimentos que contribuam para o agir, a tomada de decisões e a compreensão dos bastidores do discurso científico (FOUREZ, 1995 *apud* SANTOS e SCHNETZLER, 2010).

A partir da compreensão da dinâmica de funcionamento da prática científica e tecnológica e suas determinações culturais, políticas e técnicas, os estudantes se tornam capazes de avaliar suas implicações sociais segundo Santos e Mortimer (2001), logo, “uma decisão responsável é caracterizada por uma explícita consciência dos valores que a orientou” (SANTOS e MORTIMER, 2001, p. 103).

Os autores consideram que questões científicas e tecnológicas diretamente vinculadas aos alunos são fundamentais para a formação de atitudes e valores dos estudantes, os quais já possuem seus valores e crenças construídos socialmente, assim, aponta Acevedo-Díaz *et al.* (2005b) que a tomada de decisão é influenciada pelos conhecimentos do tema analisado e de NdC (natureza da ciência); questões morais, valores e normas; emoções e sentimentos e crenças culturais, sociais e políticas.

Logo, será realizada nesta seção a análise das atividades referentes à tomada de decisão (júri simulado e atividade sobre bioacumulação de pesticidas) subsidiada pela análise de conteúdo a fim de compreender a natureza do posicionamento dos estudantes frente às situações apresentadas nas atividades.

4.2.2.1. Atividade 1 – Pesticidas e bioacumulação

A Atividade 1 – Pesticidas e bioacumulação (ANEXO 2) foi realizada como tarefa de casa pelos estudantes e entregue para a professora para posterior correção. 21 estudantes entregaram a tarefa. A atividade inicia inserindo o conceito de bioacumulação de pesticidas por meio de imagem e tabela. Em seguida apresenta a questão: “Você acha que, quando se fala em dedetizar uma residência,

o pesticida a ser usado será o DDT?”. A maior parte dos estudantes pensava que o DDT era o inseticida usado para a dedetização doméstica, somando 57% dos alunos, porém ressaltou que a quantidade usada deveria ser “pouca”, devido sua característica de ser bioacumulativo; enquanto 38% dos estudantes acreditavam que era usada uma substância “mais leve”, ou seja, menos tóxica; e um aluno não soube responder a questão.

Observamos a falta da linguagem científica adequada para determinar o grau de toxicidade do pesticida ao utilizarem o termo “mais leve”, porém demonstram o conhecimento de tal característica, a qual foi abordada indiretamente nos textos do ciclo CI que apontam os diferentes tipos de princípios ativos, sendo que alguns deles são proibidos e outros não devido a seus efeitos tóxicos. Observada esta lacuna nos conceitos apresentados, o tema foi explorado na aula expositivo-dialogada do ciclo CII.

Na sequência, a atividade apresenta um resumo de dois artigos da Lei nº 11.936/09 sobre a proibição do DDT no Brasil e, solicita que os estudantes respondam novamente a questão anterior. Todos os estudantes apontaram que o pesticida usado na dedetização das casas não era o DDT, logo o aluno que tinha dúvida na questão e aqueles alunos que achavam que o DDT era utilizado nas residências pautados na informação da lei citada mudaram sua resposta.

No final da Atividade 1 sob o título “tomando posição” foram apresentadas doze informações sobre o DDT e duas questões:

Questão 1- [você] Permitiria o uso do DDT para o combate da malária em países onde a incidência dessa doença é alta?

Questão 2- [você] Seria contra ou a favor da produção de DDT em seu país, caso o produto fosse destinado unicamente à exportação?

As questões propõem a tomada de decisão dos estudantes quanto ao uso/produção do DDT em contextos diferentes ao agrícola, cujas respostas foram categorizadas por meio da análise de conteúdo, a fim de compreender os significados atribuídos pelos estudantes sobre o uso/produção do DDT.

As categorias emergentes da primeira questão, a quantidade de respostas e alguns exemplos são apresentados no quadro 10.

Quadro 10: Categorias e unidades de registro - Questão 1

Categorias	Quantidade de respostas	Exemplos representativos
Sim condicional	2	(A6) <i>“Poderia ser uma possibilidade se não prejudicar as pessoas.”</i>
Sim convicto	2	(A10) <i>“Sim pois assim iria acabar com a malária desses países.”</i>
Sim implícito	6	(A2) <i>“O DDT apesar de ser ilegal em alguns países, mas conforme a OMS ele mata a malária.”</i>
Não convicto	10	(A11) <i>“Não, seria mais viável que se encontrasse outro meio de se combater essas doenças sem a utilização do DDT.”</i> (A12) <i>“Não, pois o melhor a fazer é tratar a doença com remédios e com outros meios, pois o DDT é danoso à saúde.”</i> (A5) <i>“Não, pois este tem efeito eficiente a curto prazo porém a longo prazo o DDT pode causar doenças como o câncer e interferir na vida animal, causando por exemplo o aumento da mortalidade.”</i>
Não condicional	1	(A7) <i>“Não, pois este tem efeito eficiente a curto prazo porém a longo prazo o DDT pode causar doenças como o câncer e interferir na vida animal, causando por exemplo o aumento da mortalidade. Já onde a incidência é maior é recomendável pois seus efeitos benéficos não se compara aos maléficos.”</i>
Não respondeu	1	_____

A categoria “sim condicional” foi delimitada pelo termo condicionante “se” juntamente a resposta afirmativa à questão 1, que indica a preocupação dos estudantes frente aos efeitos malignos do DDT aos seres humanos, apontados na afirmação nº 12 da atividade. No entanto também indica a despreocupação dos estudantes frente à qualidade ambiental e a vida dos animais que poderiam ser comprometidos com o uso do pesticida. Dois estudantes apresentaram respostas iguais, indicando que um copiou do outro.

A categoria “sim convicto” emergiu a partir do discurso salvacionista de dois estudantes que afirmaram categoricamente que a utilização do DDT acabaria com a malária nos países assolados pela doença. Os estudantes, mesmo tendo contato com informações sobre a ilegalidade e dos prejuízos à saúde das pessoas do uso do DDT, acreditam que ele é uma solução para o problema apresentado. Dois estudantes apresentaram respostas iguais, indicando que um copiou do outro.

A categoria “sim implícito” agrupa 6 respostas iguais (logo os estudantes copiaram uns dos outros, o aluno prefere copiar do outro, por facilidade ou por acreditar que o colega tem mais conhecimento) em que apontam uma informação apresentada na atividade “A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda o uso do DDT para matar o mosquito-da-malária” como justificativa para seu uso, mesmo após citarem que seu uso é ilegal em alguns países, assim acreditamos que a recomendação da OMS foi definitiva na resposta dos estudantes, que passaram por cima dos conhecimentos científicos e da legislação contra o uso do DDT, demonstrando a importância que a indicação de órgãos internacionais têm na tomada de decisão desses estudantes e talvez de muitas outras pessoas da sociedade.

Santos e Mortimer (2001) apontam pesquisas que identificam que os estudantes tomam decisões acerca de questões sociais da ciência baseados em seus conhecimentos pessoais, ignorando informações científicas, corroborando o surgimento desta categoria.

A categoria “não convicto” engloba a maioria das respostas dos estudantes. Os estudantes se posicionaram contra o uso do DDT em reflexo à consideração da relevância dos aspectos negativos apresentados na atividade e durante as aulas acerca do uso dos pesticidas frente a afirmações positivas de cunho econômico e político quanto ao uso do DDT presentes na atividade, tais como “a síntese do DDT é simples e sua produção é barata”; “A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda o uso do DDT para matar o mosquito-da-malária”.

A categoria “não condicional” reflete a resposta de um estudante que mesmo reconhecendo que existem efeitos negativos relacionados ao uso do DDT acredita que em casos específicos (de maior incidência da doença) seu uso seria vantajoso,

estabelecendo um critério a partir de sua reflexão acerca dos prós e contras para a tomada de decisão frente à questão.

A categoria “não respondeu” reflete a posição de um estudante frente à atividade, seja por simplesmente não desejar responder as questões, ou por não ter visto as referidas questões, já que elas estavam na quarta e última página da atividade proposta.

Acevedo-Díaz *et al.* (2005b), aponta que a tomada de decisões frente a assuntos tecnocientíficos de interesse social depende de fatores como questões morais, valores e normas, emoções e sentimentos, crenças culturais, sociais e políticas, além do conhecimento do tema e de questões relacionadas à natureza da ciência. Observamos que todas as respostas estão impregnadas de crenças e valores próprios, influenciados por aspectos culturais, políticos, e sociais e que em alguns casos nem o impedimento legal teve efeito quanto ao posicionamento do estudante, como observado nas categorias “sim implícito” e “sim convicto” emergentes a partir da questão 1.

Assim concluímos que para a maioria dos estudantes os conhecimentos científicos acerca da bioacumulação do DDT, dos impactos socioambientais de seu uso, da forma de aplicação, da resistência à substância adquirida pelos insetos ao longo do tempo de uso, entre outros conhecimentos, foram relevantes para o posicionamento dos estudantes frente à situação apresentada, refletindo a potencialidade da abordagem de ensino CTS para uma educação crítica podendo contribuir para a formação de cidadãos conscientes.

Em relação à questão 2 da atividade, o posicionamento do estudante frente a produção do DDT em seu país unicamente para exportação, categorizamos as respostas nas categorias “a favor”, “contra” e “não respondeu”. O quadro 11 apresenta as quantidades de cada categoria e alguns exemplos representativos.

Quadro 11: categorização das respostas da questão 2

Categorias	Quantidade de respostas	Exemplos representativos
A favor	2	<i>(A6) “Poderia nos ajudar muito muito, se não nos prejudicar na nossa saúde sim sou a favor.”</i>

Contra	16	<p>(A12) <i>“Seria contra, pois isso é danoso a todos.”</i></p> <p>(A9) <i>“Não, pois assim estaria incentivando o uso desse gás tão danoso. Cortaria o mal pela raiz, cada qual fazendo sua parte.”</i></p> <p>(A5) <i>“Seria contra, pois o DDT é facilmente levado pelo ar e pela chuva ele pode ser encontrado em lagos, em níveis aceitáveis. Mas como existe o problema do acúmulo de DDT na cadeia alimentar, ao longo do tempo pode-se encontrar uma quantidade maior de DDT em peixes podendo chegar até mesmo ao homem.”</i></p> <p>(A10) <i>“Seria contra pois mata os insetos que afeta os humanos provocando alergia etc.”</i></p> <p>(A14) <i>“Claro que eu seria contra.”</i></p>
Não respondeu	3	_____

As respostas dos dois estudantes classificadas como “a favor” mostram que eles acreditam que o uso do DDT para o combate da malária é benéfico desde que não afete as pessoas. Essa categoria “a favor” apresenta igual quantidade de respostas da categoria “sim condicional” da questão 1, o que indica que os dois estudantes mantiveram a mesma reflexão, demonstrando preocupação com a saúde das pessoas, mas desconsiderando os efeitos do DDT sobre o meio ambiente e os animais.

Dos 16 estudantes que se apresentaram contra a produção de DDT para exportação em seu país, 2 apresentaram respostas classificadas como “sim convicto” e 6 como “sim implícito” na questão 1, seja por acreditarem que não existem alternativas para o combate da malária sem o uso do DDT, ou por basearem-se na informação da OMS, indicando certa consciência acerca dos malefícios causados pelo uso do DDT por terem se posicionado contra a sua produção no Brasil, no entanto desconsiderando-os frente ao combate da malária em outros países, apresentando uma contradição em seu posicionamento, pois é contra a produção para exportação mas é a favor do uso do DDT em outros países.

Os 8 estudantes que se posicionaram contra nas duas questões expressaram de forma coerente os seus posicionamentos, preocupados com a saúde de todos os animais como observado na resposta do aluno A12: *“Seria contra, pois isso é*

danoso a todos.”. Na resposta percebemos respeito à vida, na medida em que não quer para os outros o que não quer para si.

Nas respostas dos alunos A9 e A5 também observamos os posicionamentos comentados:

(A9): “Não, pois assim estaria incentivando o uso desse gás tão danoso. Cortaria o mal pela raiz, cada qual fazendo sua parte.”

(A5) “Seria contra, pois o DDT é facilmente levado pelo ar e pela chuva ele pode ser encontrado em lagos, em níveis aceitáveis. Mas como existe o problema do acúmulo de DDT na cadeia alimentar, ao longo do tempo pode-se encontrar uma quantidade maior de DDT em peixes podendo chegar até mesmo ao homem.”

Os dois alunos defendem o banimento desta substância devido ao seu efeito tóxico, usado como argumento pelos referidos estudantes. A5 explora seu conhecimento sobre bioacumulação para contra-argumentar acerca dos limites determinados para a presença de substâncias tóxicas no meio ambiente, demonstrando que o domínio do conhecimento científico pode ser útil para o posicionamento crítico frente a questões sociocientíficas juntamente a questões pessoais com afirma Acevedo-Díaz *et al.* (2005b).

4.2.2.2. Júri simulado

Para a análise desta atividade utilizamos as transcrições das gravações em áudio do júri simulado, a fim de investigar as relações CTS estabelecidas nas falas dos estudantes e a tomada de decisão dos jurados acerca das formas de plantio (convencional e orgânico).

Apresentaremos inicialmente a análise das falas do grupo em defesa da agricultura convencional (três advogados: AC1, AC2, AC3 e duas testemunhas: TC1, TC2), em seguida a análise do grupo em defesa da agricultura orgânica (três advogados: AO1, AO2, AO3 e duas testemunhas: TO1, TO2) e por fim a análise da tomada de decisão dos jurados (cinco jurados: J1, J2, J3, J4, J5).

As relações CTS presentes nas falas dos advogados do modelo convencional foram categorizadas segundo a análise de conteúdo e são apresentadas a seguir:

Categoria 1- Salvacionismo da C & T: esta visão segundo Auler e Delizoicov (2001) e Vaz Muniz (2005) defende o desenvolvimento científico e tecnológico segundo o modelo linear de desenvolvimento, em que o desenvolvimento científico gera um desenvolvimento tecnológico que conseqüentemente contribui para o desenvolvimento econômico resultando em desenvolvimento social.

Para ilustrar a categoria 1 trazemos trechos das falas dos estudantes:

(AC1) “[...] conseguimos cumprir a demanda para o interior e para o mundo inteiro”.

(AC1) “[...] o nosso consegue durar e mandar para outro país, o deles não, se demorar muito estraga. E como o país está em crise e produzimos alimento em grande quantidade, conseguimos cumprir a demanda e vender para o mundo todo [...] a gente busca alimentar todas as pessoas do mundo”

(AC2) “[...] pra acabar com a crise no Brasil tem que ser o convencional”.

Os estudantes defendem o uso de agrotóxicos para a produção em escala e conservação dos alimentos garantindo o abastecimento mundial e desenvolvimento econômico do país e superação da “crise econômica”.

Portanto, observamos que os argumentos são construídos à luz de uma visão salvacionista da tecnologia, como se o modelo de agricultura convencional fosse capaz de suprir a necessidade mundial de alimentos. Debates em sala de aula que existem milhões de pessoas passando fome no mundo e que este modelo, imposto pela Revolução Verde, até os dias de hoje, mesmo com as diversas inovações tecnológicas no campo da agricultura não solucionou o problema da fome no mundo. Existem outras questões envolvidas que superam a técnica, refletindo a visão imposta pela mídia “Agro é pop, agro é tudo” em defesa deste modelo para benefícios econômicos do país.

Categoria 2- Benefício econômico e disponibilidade: nesta categoria foram agrupados posicionamentos dos estudantes frente à situação econômica desfavorável das pessoas para comprarem alimentos orgânicos (mais caros), determinando que o contexto social tem um grande impacto no baixo consumo desses alimentos, além da dificuldade de encontrar locais que comercializam alimentos orgânicos, geralmente vendidos em grandes supermercados, feiras

específicas ou entrega a domicílio, locais distantes da região em que os estudantes residem.

Para ilustrar a categoria 2 trazemos trechos das falas dos estudantes:

(AC2) “[...] ele é mais barato, gente humilde não pode ficar gastando dinheiro e eles também é mais fácil de encontrar do que o orgânico”

(AC3) “Então, como ele estava dizendo a agricultura orgânica acaba sendo mais cara do que a convencional, e num momento como o Brasil com essa crise não fica muito viável, muitas pessoas não tem uma condição financeira tão boa. Então eles não têm a condição de optar, ir atrás de coisas mais caras sendo que a gente pode comprar um produto de boa qualidade mais barato no mercado [...]”.

(AC1) “Ele não tem tempo de ficar procurando orgânico, sendo que ele pode encontrar mais fácil alimento convencional e num preço mais acessível”.

(TC1) “[...] Vamos supor, o proprietário está em tempos de crise, não tem condições nenhuma de tirar dinheiro pra comprar produtos orgânicos, querendo ou não é melhor o uso de um produto mais barato e mais rápido [...]”.

Os três advogados e uma testemunha ressaltaram a questão do alto custo dos alimentos orgânicos, portanto inacessível para muitas pessoas que possuem baixa renda familiar, fato que vem ao encontro da realidade dos estudantes, como verificado no questionário socioeconômico e cultural.

Categoria 3- Redução de impactos: Esta categoria apresenta a influência da tecnologia usada na agricultura convencional sobre a saúde das pessoas e sobre o meio ambiente, ressaltando as formas de prevenção e minimização dos efeitos negativos deste modelo de agricultura, demonstrando o conhecimento e a compreensão dos impactos dos agrotóxicos mesmo se usado “corretamente”. Ilustramos a categoria com os trechos abaixo:

(AC3) “[...] Sem contar que a gente usa agrotóxicos, mas a gente usa na medida certa, na quantidade certa, e aplicando de maneira correta, a gente pode não degradar tanto o meio ambiente. Sem contar que a gente alternando as terras, não degradando tanto e alternando para outra a gente dá o tempo para essa primeira terra se regenerar e voltar os nutrientes, voltar o que ela era antes”.

(AC1) “[...] utilizamos equipamentos de segurança individual, a pessoa utilizando da maneira certa, não será afeta pelo agrotóxico”.

(TC1) “[...] o mal não está em ser convencional e sim saber usar na medida, pois qualquer produto com uso excessivo ou mal, ele é prejudicial à saúde”.

As relações CTS presentes nas falas dos advogados do modelo orgânico de agricultura foram categorizadas e são apresentadas a seguir:

Categoria 1- Custo dos alimentos: apresenta a questão do preço dos alimentos e alternativas para comprar os alimentos orgânicos de baixo custo, e considera a relação custo-benefício em relação à preferência por alimentos orgânicos.

(AO2) “[...] apesar de ele ser mais barato e mais bonito, só que se a gente analisar é melhor a gente pagar um pouquinho mais caro por um alimento orgânico e poder viver mais do que às vezes pagar mais barato por um alimento convencional que vai afetar nossa saúde ou até diminuir nosso tempo de vida [...] a gente foi numa plantação orgânica e a gente viu uma senhora que estava cuidando, e ela não gastou tanto para deixar a plantação boa, além de ela estar bonita, não estava pequena, estava grande e estava boa [...]”.

(AO1) “[...] e já reforçando o que as advogadas disseram o que adianta você consumir um alimento convencional, você podendo ficar doente, você vai pagar mais barato, mas lá na frente vai gastar com remédio [...]”.

(AO2) “Falando novamente sobre os preços que eles falaram que o nosso era mais caro, eu estava fazendo uma pesquisa e tem algumas feiras que vendem produtos orgânicos mais baratos, até mesmo nesse lugar que eu fui ela estava vendendo a R\$ 1,00 ou R\$ 2,00 os produtos orgânicos. Então não é tão caro assim, é só pesquisar que você vai conseguir encontrar produtos orgânicos baratos que vai fazer bem para você”.

(AO2) “[...] até depois se vocês quiserem ver com a gente, tem alguns endereços de locais que vendem produtos orgânicos mais baratos até próximos aqui da gente e até lá no Parque Rizzo, a dona Josefa, ela vende produtos orgânicos que são mais baratos e até você consegue ver a horta dela e é bem interessante [...] vale a pena correr atrás para ter uma alimentação segura e poder viver melhor”.

Observamos a preocupação dos advogados do modelo orgânico em desmistificar a questão do custo dos alimentos, tão reforçada pelos defensores do modelo convencional, e o estímulo à procura por orgânicos (postura ativa do consumidor). Consideramos que a experiência vivenciada na visita à horta orgânica contribuiu para os argumentos, como a qualidade dos alimentos, o tamanho e os custos do plantio. Mas conhecendo as características da comunidade local

reconhecemos a dificuldade de acesso às feiras de alimentos orgânicos, seja pela distância, exigindo a utilização de transporte que acarretaria em um custo maior ao produto, dificultando ainda mais o acesso a esses alimentos devido à condição financeira das pessoas.

Categoria 2- Características e saúde: considera relações entre a presença de mais nutrientes nos alimentos orgânicos e os benefícios para a saúde desses alimentos. Os alunos fundamentam suas defesas com embasamento no conhecimento científico, ou seja, estabelecendo relações entre a ciência e a sociedade, observadas nas falas dos estudantes transcritas a seguir:

(AO3) “Nosso solo é muito rico em nutrientes porque não temos agrotóxicos e nem fertilizantes químicos para cuidar da planta e por causa disso o agrotóxico acaba tirando a qualidade do alimento, tirando a cor dele verdadeira, mudando toda estrutura dele, do alimento. O orgânico já tem a cor mais forte, mais verde, a cor natural dele, o nosso solo é rico e tipo não vai ter problema nenhum pra saúde de um tiver uma alimentação com o nosso produto”.

(AO1) “[...] E já no convencional eles não tem 100% do sabor deles, não tem 100% dos nutrientes deles [...] afetando também o sabor, o crescimento do alimento, a cor do alimento afetando tudo isso. E é comprovado que os alimentos orgânicos têm mais cálcio e outros nutrientes [...]”

Assim observamos o uso do discurso de especialistas para confirmar a presença de mais nutrientes nos alimentos orgânicos, fundamentando sua defesa com base no conhecimento teórico, apresentando as características dos alimentos e de seus benefícios para a saúde das pessoas.

Categoria 3- Tecnologia e benefícios: considera questões de técnica de plantio além de ressaltar a qualidade do solo e não apresentar impactos sobre o meio ambiente e sobre os animais, considera a qualidade nutricional desses alimentos e seus benefícios para a saúde, apresentando como a tecnologia pode contribuir para benefícios sociais.

(AO2) “[...] não é só os inseticidas ou até mesmo os agrotóxicos que fazem ela ficar mais bonita é o modo como se cuida do modo certo, com adubo e inseticidas naturais e com certeza vai ajudar na saúde e prolongar o uso da terra [...]”.

(AO1) “[...] sem contar que ele ajuda o solo, ele não afeta os animais, não afeta a vegetação, e sim só ajuda”.

(AO3) *(em relação aos trabalhadores do campo) “[...] A saúde deles é excelente, não tem porque gastar com vários remédios por causa da saúde.*

Categoria 4- Tecnologia e malefícios: apresenta a relação do uso dos agrotóxicos com impactos ambientais e sobre a saúde dos trabalhadores e dos consumidores, o que resulta em gastos com medicamentos.

(AO3) *“Com relação ao trabalho, com o trabalhador que mexe com agrotóxico, o seu organismo não está tão saudável, tem vários problemas como cardíaco [...] a pele não está tão hidratada como antes, está ressecada, com rachaduras [...] ao respirar ele absorve [...] gasta-se muito remédio para tratar as doenças pelo uso de agrotóxicos”.*

(AO2) *“Sobre o meio ambiente, não engloba só o solo e sim o contexto em torno do meio ambiente, os animais, o contexto geral [...] além de você estar contaminando a plantação e o alimento, não é só alimento para o ser humano e sim para os animais, no momento que o animal ingerir aquele alimento, ele também vai ser contaminado, ele sendo contaminado, a gente come, vamos supor, o peixe, a carne do boi ou o leite da vaca, pode assim haver uma contaminação através deles [...]”*

(TO1) *“Vou falar o caso que ocorreu com meu tio que trabalhava na agricultura convencional, que teve infecções, vários problemas de respiração e acabou tendo que amputar a perna. Seus superiores não conheciam as roupas adequadas para o uso do produto”.*

(TO2) *(caso ocorrido em uma escola) “[...] o avião passou e jogou agrotóxico, as crianças saíram correndo pra ver e pegaram uma infecção e foram para o hospital, e com tudo isso acho que o agrotóxico deveria ser extinto”.*

(AO2) *“[...] testemunhas falaram que foram afetadas por causa do agrotóxico e até mesmo pessoas que comem e passam mal [...]”*

Ao apontar os prejuízos para o solo e para os animais e, ao retomar a questão da bioacumulação dos agrotóxicos estudados ao longo das atividades, os estudantes demonstram que suas preocupações vão além da saúde do ser humano e abrange o meio ambiente como um todo, diferentemente do grupo defensor do modelo convencional que em nenhum momento cita impactos ambientais, apenas o esgotamento do solo.

Categoria 5- Ciência e sociedade: apresenta como a pesquisa científica contribui para a identificação de alimentos contaminados e para investigar seus efeitos sobre a saúde das pessoas, sendo importante para justificar a proibição do seu uso.

(AO2) “[...] ela falou que não tem testes comprovando que o alimento está contaminado com agrotóxico [...] na verdade tem vários testes que comprovam que tem e que o agrotóxico faz mal, até mesmo casos que a gente pesquisou em textos [...]”

A partir da análise dos dois grupos observamos que os defensores do modelo convencional em nenhum momento consideram a prevenção da poluição das águas, a contaminação e a morte de animais, assim como diversos outros impactos para o meio ambiente, e centram-se na saúde humana, particularmente dos trabalhadores do campo, a preocupação com os consumidores se restringe a questão financeira e o acesso aos alimentos, justificando o uso de agrotóxicos para suprir a demanda mundial de alimentos, um discurso promovido pelos meios de comunicação e que seria bom para o desenvolvimento econômico do país e, conseqüentemente, melhorar a condição de vida da população. Essa visão reproduz o discurso do desenvolvimento linear, o desenvolvimento científico promove desenvolvimento tecnológico que promove desenvolvimento econômico que resulta em desenvolvimento social, porém não é isso que se observa na prática, como apontado pelos defensores do modelo orgânico, em que a contaminação das populações rurais continua elevada devido às formas de aplicação de agrotóxicos e o não cumprimento de determinações legais quanto ao tipo de produto ou distância das comunidades para pulverização.

Os grupos apontam ainda para a desigualdade social e a falta de condição financeira das pessoas para se alimentarem com produtos orgânicos devido ao seu custo elevado. Então, para onde está indo todo este dinheiro do desenvolvimento econômico do Brasil que possui entre seus principais produtos exportados a soja, o açúcar, o café, o milho e a carne? É nítido que fica nas mãos de uma pequena minoria e não é revertido em benefícios sociais, além de não representarem a alimentação básica das pessoas, portanto longe de exterminar a fome no mundo. Assim consideramos a importância de refletir e analisar com os estudantes o sistema capitalista e o modelo produtivo brasileiro.

O grupo defensor da agricultura orgânica levanta o ponto da poluição ambiental, da bioacumulação de agrotóxicos e dos danos causados à saúde das pessoas. O grupo não esquece de discutir o custo dos alimentos (foco central do

grupo convencional), apresentando além dos benefícios do alimento orgânico, os locais para sua aquisição mais barata.

Portanto, observamos que ambos os grupos defendem seu modelo e atacam o oponente como proposto na atividade, porém o grupo convencional utiliza um discurso salvacionista da C&T e conformista em relação à saúde das pessoas, sendo inevitável o adoecimento de uma forma ou outra, e ainda acusa por falta de conhecimentos em sua última colocação (não dando oportunidade para defesa do grupo orgânico) a qualidade das sementes orgânicas e acaba servindo de base para a decisão do júri, a qual será apresentada a seguir.

(J1) “A gente prestou atenção que o grupo orgânico utiliza sementes ou mudas que são utilizadas de maneira industrial como o grupo convencional havia dito, então não é completamente orgânico [...] em relação ao agrotóxico, se as frutas e os alimentos forem lavados, não é tão prejudicial assim à saúde [...] por mim o convencional ganhou.”

(J2, J3, J4, J5) “Convencional”.

Outra questão importante apontada pelos jurados a qual foi discutida nas aulas durante a SEI, foi a higienização dos alimentos como uma forma de eliminar os agrotóxicos, assim, foi desconsiderado pelos estudantes que existe a infiltração dos agrotóxicos nos alimentos e que a lavagem não reduz a zero a presença de agrotóxicos, concluindo assim que a agricultura convencional é a única possível em nossa realidade.

Na aula seguinte, alguns alunos questionaram a decisão do júri e a professora solicitou aos jurados que explicassem novamente sua decisão que não ficou clara na aula anterior, assim apresentamos as colocações dos jurados:

(J2) “De acordo com os argumentos apresentados pelos dois grupos, resolvemos escolher o convencional porque o grupo orgânico se utiliza de mudas que são feitas de modo convencional e eles não citaram em nenhum momento que existia a semente crioula. O que adianta você pagar mais caro sendo que é difícil de achar, sendo que você pode comprar num supermercado [...]”.

(J3) “Assim, o convencional é mais em relação ao dinheiro, e o orgânico, à saúde, mas pensando na saúde fica difícil você poder escolher, hoje o que conta mais é o dinheiro, entendeu?”

Logo, concluímos a partir das falas dos jurados que a tomada de decisão do júri cerca um ponto que foi muito discutido durante esta atividade, o custo dos

alimentos, demonstrando que os estudantes não estão preocupados com as pessoas envolvidas no processo de produção ou com o meio ambiente, e sim em si como consumidores e sua condição financeira, reflexo da falta de empatia e de um senso de pertencimento ao meio ambiente. Corroborando nosso trabalho, Acevedo-Díaz *et al.* (2005b) destacam que os fatores que mais influenciam a tomada de decisão são valores morais, pessoais e aspectos culturais, sociais e políticos superando o conhecimento sobre o tema discutido, ou seja a aquisição de conhecimentos científicos e tecnológicos sobre uma questão não são a principal influência na tomada de decisão das pessoas sobre uma questão sociocientífica, mas sim seus valores, questões políticas e sociais. Segundo Santos e Mortimer (2001, 2002), a mídia apresenta grande influência no discurso das pessoas e, a partir das características sobre a obtenção de informações dos estudantes verificadas no questionário socioeconômico e cultural, em que a televisão e a internet são os principais meios de aquisição de informações, percebe-se este reflexo no discurso salvacionista do grupo convencional, pois grande parte das informações presentes na mídia apresenta esta visão.

Ainda sobre a realidade brasileira fazemos das palavras de Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007, p. 72) nossas palavras.

Apesar de os meios de comunicação estarem disseminando os pontos preocupantes do desenvolvimento científico-tecnológico – como a produção de alimentos transgênicos, as possibilidades de problemas na construção de usinas nucleares, o tratamento ainda precário do lixo e outros – muitos cidadãos ainda têm dificuldades de perceber por que se está comentando tais assuntos [...]. Mal sabem as pessoas que atrás de grandes promessas de avanços tecnológicos escondem-se lucros e interesses das classes dominantes. Essas que, muitas vezes, persuadindo as classes menos favorecidas, impõem seus interesses, fazendo com que as necessidades da grande maioria carente de benefícios na sejam amplamente satisfeitas.

Neste sentido, percebemos que em nenhum momento os estudantes questionaram o modelo do agronegócio e a distribuição de seu lucro em benefício da população, mesmo este ponto tendo sido discutido em aula, ao contrário, acreditam no modelo linear de desenvolvimento e nas propagandas vinculadas na mídia “Agro é tech, agro é pop, agro é tudo”.

4.2.3. Autoavaliação dos estudantes e avaliação da SEI segundo os estudantes

Selecionamos duas questões do questionário final para discussão por considerar que elas retratam o envolvimento e a participação dos alunos durante as aulas, permitindo uma reflexão crítica sobre as aulas e subsídio para análise de suas potencialidades e desafios. Uma dessas questões era para o estudante avaliar a sua própria participação nas aulas, a outra questão solicitava ao aluno que indicasse os aspectos positivos e os negativos da sequência de aulas realizadas durante o período da pesquisa. Na figura 02, apresentamos os resultados da autoavaliação.

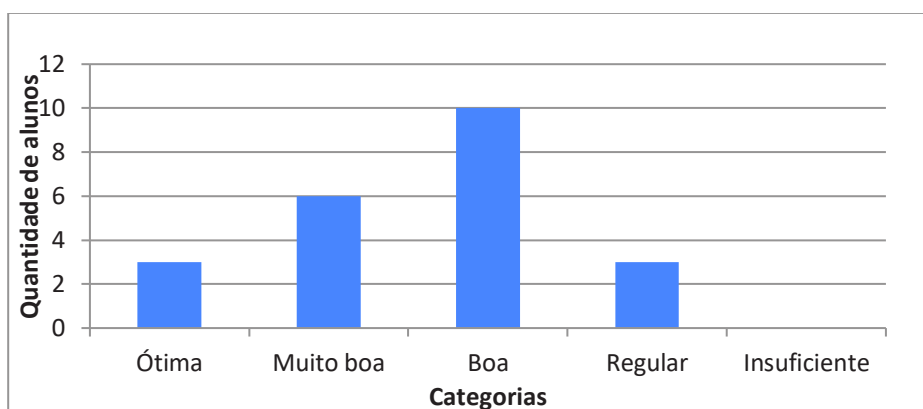


Figura 02: Autoavaliação dos alunos frente à participação na SEI.

Os critérios para que o estudante realizasse sua autoavaliação giravam em torno da aprendizagem e da participação em aula, seja pela presença, pela realização das atividades ou por prestarem atenção nas aulas. A maioria dos alunos se autoavaliou como bom (10), muito bom (6) e ótimo (3). Dos três alunos que indicaram regular, dois começaram assistir as aulas na metade do percurso da SEI, pois haviam sido transferidos de turma, e o outro aluno não justificou sua resposta.

Acreditamos que os estudantes foram sinceros em sua autoavaliação, visto que os argumentos apresentados por eles condizem com as percepções da professora durante as aulas. Alguns estudantes deixaram de entregar algumas atividades propostas, e a participação nas aulas “prestar atenção” como apontado pelos estudantes oscilou de acordo com a atividade, além das interações aluno – aluno e aluno - professora apresentarem diferentes intensidades de acordo com a

atividade e com a postura de cada estudante, visto que alguns são mais interativos e outros menos.

Quanto à avaliação da SEI realizada pelos estudantes, classificamos os pontos positivos apontados pelos alunos em cinco categorias:

- I - Compreensão do conteúdo;
- II - Utilidade dos conhecimentos;
- III - Contextualização do conteúdo;
- IV - Atividades diversificadas;
- V - Colaboração e participação dos alunos;

Os pontos negativos apontados pelos estudantes foram classificados em três categorias:

- I - Depredação da horta (algumas plantas foram arrancadas ou tiveram suas folhas arrancadas);
- II – Tomada de consciência sobre os impactos do agronegócio.
- III - Nenhum.

Os pontos positivos refletem o interesse dos alunos em participar ativamente da construção do conhecimento e valorização da contextualização e da utilidade do conhecimento para a compreensão de um problema real. A tomada de consciência frente à temática estudada foi apresentada por alguns alunos como ponto negativo. Acreditamos que essa classificação tenha se dado pela correlação com os impactos socioambientais do agronegócio, e não pela tomada de consciência em si, demonstrando uma confusão por parte dos estudantes em avaliar os pontos negativos da sequência de aulas com os pontos negativos do agronegócio.

4.3. Considerações da Professora

Nas aulas, os estudantes sempre tiveram a liberdade de questionar e expor seus conhecimentos e trabalhar em grupo, revelando momentos de interação professor-aluno e aluno-aluno. As atividades experimentais eram realizadas com roteiro prévio e a fim de demonstrar algum conceito desenvolvido em aula, ou seja, como uma aplicação e exemplificação de conceitos e não para sua construção.

Na primeira aula da SEI, a professora sentiu resistência dos alunos em participar e expor suas hipóteses sobre a situação problema proposta, pois, os alunos deveriam registrar e expor para a sala, e questionaram se seriam avaliados.

Atividades de leitura não eram realizadas em suas aulas. Ela notou que esta atividade não foi motivadora, visto que alguns alunos mostravam-se dispersos, e durante as discussões dos textos poucos participavam, necessitando de um grande esforço da professora para alimentar as discussões.

Durante a exibição do documentário, a professora percebeu o desinteresse de alguns estudantes, visto que alguns deles dormiam ou usavam o celular, refletindo em sua participação nas discussões finais enquanto os outros estudantes participavam ativamente.

A construção da horta suspensa, pesquisa na sala de informática, jogo, aula de exercícios e júri simulado, por sua vez, foram estratégias em que os estudantes participaram intensamente, demonstrando seu envolvimento nas atividades.

A professora observou que o envolvimento crescente dos estudantes ao longo do desenvolvimento da SEI, pelo aumento da participação dos alunos como pela entrega das atividades finais, e a gratidão exposta ao final da SEI frente à dedicação da professora em preparar as aulas.

Ações como visitas e debates estimulam o conflito entre os alunos para exercitar o aceitar, conviver e dialogar com diferentes pontos de vista. A promoção progressiva do trabalho autônomo também estimula a responsabilidade, enquanto o trabalho em grupo contribui para o desenvolvimento dos três tipos de conteúdos e ainda facilita a ação do professor direcionada a cada grupo, conforme auxilia um grupo, os outros grupos estão trabalhando na atividade proposta (ZABALA, 1998).

Assim, a professora considera a viabilidade e potencialidades do trabalho com abordagem CTS, estimulando a argumentação crítica dos estudantes e a apropriação do conhecimento científico para avaliação de controvérsias sociocientíficas e reconhecimento do estudante de seu lugar na sociedade para o exercício da cidadania crítica. Em vista da não familiaridade dos estudantes com sequências de atividades investigativas, a postura participativa e indagadora nas aulas devem ser estimuladas, assim como o nível de abertura da SEI deve estar de

acordo com o perfil dos estudantes, como observado no CII, em que um dos grupos não aproveitou a aula para realizar a pesquisa dos adubos e, portanto, no dia da atividade de adubação não trouxe o adubo preparado, necessitando de mais orientações da professora para o cumprimento da atividade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A forma como a aula é conduzida pelo professor faz parte do conteúdo, compondo o currículo real, e tem uma intencionalidade quanto ao tipo de ensino que está sendo proposto e o tipo de cidadão que se pretende formar, juntamente com o currículo prescrito ou oficial, ou seja, tanto métodos quanto diretrizes curriculares não são neutros.

Buscou-se com a SEI elaborada neste trabalho um ensino orientado para o saber escolar crítico/CTS com objetivo de construção do conhecimento para a ação crítica, superando a fragmentação do conhecimento em prol de um conhecimento contextualizado, integrador, sistêmico e global, em que as disciplinas não atuam como objeto de estudo, mas fornecem conhecimentos científicos, conceitos, procedimentos e atitudes para ampliar e reconstruir o conhecimento cotidiano com um grau de fundamentação e reflexão crítica.

A educação CTS possibilita aos estudantes o estudo e a utilidade de conteúdos científicos para interpretar a realidade que os cerca, pois envolve a compreensão de conceitos de forma ampla por meio do estabelecimento de articulações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, em que a escola contribui para o desenvolvimento da capacidade dos estudantes de pensar, falar e julgar, visando à formação de um cidadão crítico que reconheça sua função na comunidade em que está inserido, capacitando-o tanto para intervir na sociedade como de se posicionar frente à questões sociocientíficas, as quais podem influenciar a vida das pessoas.

A pesquisadora buscou agregar à SEI estratégias pedagógicas interativas, como a leitura de texto compartilhada, visita em uma horta urbana, pesquisa na internet, jogo, construção e acompanhamento da horta (experimentação) e júri simulado. Segundo Santos e Mortimer (2009), estratégias diversificadas contribuem

para maior envolvimento dos alunos, além do desenvolvimento de raciocínio prático e teórico permeando a prática investigativa.

Observamos que os alunos demonstraram interesse em participar da pesquisa, à medida que questionaram a forma de como as aulas seriam direcionadas em sala e, o que representava uma pesquisa científica e qual sua participação dentro desta pesquisa. Assim, os estudantes foram esclarecidos sobre a pesquisa, sua participação e formas de avaliação das atividades realizadas na SEI.

Durante o desenvolvimento da SEI, a participação dos estudantes na elaboração das hipóteses no CI foi evidenciada de forma lenta e gradual, sendo melhorada durante o desenvolvimento da SEI, após o estabelecimento de uma relação de confiança entre a professora e os estudantes da turma. Consideramos que essa baixa motivação inicial deva-se ao fato de que os estudantes não estavam habituados em realizar atividades de cunho investigativo e a terem participação ativa nas aulas. Na exposição de suas ideias iniciais, durante o debate da problemática trabalhada na SEI, os estudantes questionaram sobre a possibilidade de errar e serem avaliados, logo um desafio a ser considerado.

Os alunos apresentaram pouco interesse e ficaram entediados durante a leitura dos textos, mesmo sendo textos não extensos, de fácil compreensão, encontrados em fontes acessíveis ao estudante, como revistas de divulgação científica, internet, material didático disponível no site do Ministério da Educação (MEC), fato que fez a pesquisadora no ciclo de reflexão-ação direcionar a SEI para um caminho de maior interatividade do estudante e autonomia na construção dos conceitos, propondo assim a aula de pesquisa na sala de informática que resultou em maior motivação e participação dos estudantes.

Durante a exibição em sala do documentário “O veneno está na mesa II”, mesmo com a indisposição de alguns estudantes em assistir o filme foi possível discutir com a turma os problemas sociais do agronegócio, com a retomada dos textos, e as alternativas para esse sistema. Em relação à visita dos estudantes a uma horta urbana para entrevista do trabalhador local, por permear o universo da pesquisa científica, consideramos que esta atividade promoveu a articulação de

elementos da natureza das ciências como a observação, o trabalho em grupo e coleta de dados, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades de investigação dos estudantes.

A construção da horta representou o ponto de partida para a inserção da problematização norteadora do CII da SEI, fomentando a coleta e análise de dados experimentais e o trabalho coletivo, além de ampliar o senso de pertencimento dos estudantes ao meio ambiente, possibilitando reflexões sobre sua preservação e importância para o desenvolvimento da vida.

No CII, foi possível reconstruir o conhecimento sobre adubos, formas de preparação e aplicação no solo, assim como o estudo dos agrotóxicos e inserir conceitos sobre a estrutura dos compostos orgânicos além dos impactos do uso de fertilizantes químicos e diferentes agrotóxicos sobre o meio ambiente e a sociedade e o uso de alternativas sustentáveis para essas substâncias.

A atividade realizada na sala de informática contribuiu para o desenvolvimento de habilidades de pesquisa em fontes eletrônicas de conhecimento, relevante para a discussão sobre confiabilidade das informações adquiridas e a importância do trabalho científico. Neste momento, a professora teve problemas de disciplina e com um aluno específico pelo uso inadequado do computador e de um grupo que não concluiu a pesquisa. Somente cinco computadores estavam funcionando durante a aula, número reduzido para atender a turma, constituindo um dos desafios enfrentados durante a SEI, qual seja a precariedade de infraestrutura da escola.

A atividade de júri simulado por envolver o debate de ideias, favorece a comunicação, as habilidades de escutar e argumentar segundo Pérez (1993), estimulando a tomada de posicionamento e a reflexão sobre a condição humana frente à questão sociocientífica abordada, e podendo levar a superação da posição passiva à ativa na sociedade, possibilitando sua transformação. Na aula seguinte à realização desta dinâmica, alguns estudantes questionaram a decisão dos jurados, demonstrando seu posicionamento crítico frente à decisão e a necessidade de mais discussões sobre a questão.

Acerca da construção de conhecimentos, consideramos que a prática investigativa contribui para a “compreensão significativa dos conceitos” por articular conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais. Segundo Praia, Pérez e Vilches (2007), tais práticas promovem a imersão dos estudantes na cultura científica e tecnológica escolar e a reflexão coletiva e crítica acerca de diversas temáticas da sociedade, como por exemplo, a temática “agricultura convencional *versus* agricultura orgânica”, proporcionando a análise ampla da problemática estudada.

Assim, a SEI proporcionou um ambiente de construção de conhecimento, desenvolvimento de habilidades da cultura científica escolar e de valores, e o estabelecimento de articulações CTS contribuindo para o processo de ACT dos alunos, apesar dos desafios consideráveis como: infraestrutura precária da escola, baixo interesse inicial dos alunos em debater o tema por meio de um discurso sem argumentação, indisposição dos estudantes para leitura de textos, problemas de disciplina, além de alunos de outras turmas que danificaram a horta construída na escola.

Consideramos que proposta da SEI contextualizou o ensino de Química Orgânica, propiciou espaços de discussão e debates sobre a questão trabalhada e proporcionou situações de aprendizagem, considerando a natureza da ciência e da tecnologia e o estudo de problemas reais apontando para um ensino engajado com a realidade do aluno. A proposta realizada se contrapõe ao ensino centrado na memorização de informações, por proporcionar ao estudante a construção do conhecimento a partir de atividades investigativas e do diálogo, que promovem sua participação ativa nas aulas.

Santos (2012) ressalta a necessidade da limitação dos temas sociocientíficos abordados em aula por limitação temporal para que conceitos científicos fundamentais sejam explorados, nesta perspectiva consideramos que além da limitação de temas, a limitação de conteúdos científicos também foi necessária para a realização desta proposta. Assim, consideramos a potencialidade de conexão da questão trabalhada com outras questões tais como: “alimentação saudável”, “poluição da água, ar e solo”, “desperdício e distribuição de alimentos e a fome no

mundo” e a articulação de conceitos como: proteínas, carboidratos, gorduras, ciclos biogeoquímicos, polímeros, fotossíntese, entre outros.

A abordagem CTS no ensino possibilita aos alunos o desenvolvimento do pensamento crítico, a formação da autonomia de pensar e agir, a análise da situação-problema, propondo explicações e soluções tendo como base o conhecimento químico, contribuindo para a tomada de decisão de forma consciente, mesmo que valores pessoais e a massificação da mídia tenham sobressaído no posicionamento dos estudantes, como observado na atividade de júri simulado, fato este que demonstra que para as pessoas em situação de vulnerabilidade social e econômica, as questões econômicas, sociais e culturais têm grande influência em suas escolhas.

Concordamos com Santos e Mortimer (2002 p.) que

Discutir modelos de currículo CTS significa, portanto, discutir concepções de cidadania, modelo de sociedade, de desenvolvimento tecnológico, sempre tendo em vista a situação sócio-econômica e os aspectos culturais do nosso país.

Assim, a SEI se construiu e reconstruiu no processo de reflexão-ação inerente à pesquisa-ação a partir das atividades propostas e da interação aluno-professora, logo, o produto educacional apresentada nesta dissertação como apresenta importantes reflexões para o (a) professor(a) em serviço.

REFERÊNCIAS

- ACEVEDO-DÍAZ, J. A. Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. **Versão eletrônica en sala de lectura CTS+I**, OEI, 2001. Disponível em: <<http://www.oei.es/historico/salactsi/acevedo2.htm>> Acesso em: 17/11/2017.
- ACEVEDO-DÍAZ, J. A. Tres criterios para diferenciar entre Ciencia y Tecnología. **Versão eletrônica en sala de lectura CTS+I**, OEI, 2010. Disponível em: <<http://www.oei.es/salactsi/acevedo12.htm>> Acesso em: 17/11/2017.
- ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; ALONSO, A. V. MANASSERO, M. M. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**. 2003, v.2, n.2, p. 80-111. Disponível em: <<http://www.saum.uvigo.es/reec/>>. Acesso em: 17/11/2017.
- ACEVEDO-DÍAZ, J. A. Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). Un enfoque innovador para la enseñanza de las ciencias. **Revista de Educación de la Universidad de Granada**, v.10. p. 269-275. 1997
- ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; ROMERO, P. A. Proyectos y materiales curriculares para la educación CTS: enfoques, estructuras, contenidos y ejemplos. . **Versão eletrônica en sala de lectura CTS+I**, OEI, 2003. Disponível em: <<http://www.oei.es/historico/salactsi/acevedo19.htm>> Acesso em: 09/11/2017.
- ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; VÁZQUEZ, A.; PAIXÃO, M. F.; ACEVEDO, P.; OLIVA, J. M.; MANASSERO, M. A. Mitos da Didática das Ciências acerca dos motivos para incluir a Natureza da Ciência no ensino das ciências. **Ciência & Educação**. v. 11. n.1. p. 2-15. 2005a.
- ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; VÁZQUEZ, A.; MARTÍN, M.; OLIVA, J. M.; ACEVEDO, P.; PAIXÃO, M. F.; MANASSERO, M. A. Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana, una revisión crítica. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**. v.2. n.2. p.121-140. 2005b.
- AIKENHEAD, G. S. What is STS science teaching? In: **STS education: international perspectives on reform**. New York: Theachers College Press, 1994. p. 47-59.
- AIKENHEAD, G. S. Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS): una buena idea como quiera que se llame. **Educación Química**. v. 16 n. 2. p. 114-124, 2005.
- AIKENHEAD, G. S. **Educação Científica para todos**. Portugal: Edições Pedagogo, 2009. 187p.
- ANGOTTI, J. A. P.; AUTH, M. A. Ciência e Tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. **Ciência & Educação**. v.7. n.1. p.15-27. 2001.
- AULER, D. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: presupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**. v. 1. n. especial. 2007
- AULER, D. DELIZIOCOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê?. **Ensaio**. Belo Horizonte. v. 03. n. 02. p.122-134. Jul-dez. 2001.
- AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, v.7, n.1. p.1-13. 2001.

- BARBOSA FRANCO, M. L. P. **Análise de Conteúdo**. Brasília: Ed. Liber Livro, 2005. 79 p.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Ed. Almedina Brasil, 2011. 281 p.
- BAZZO, W. A.; LINSINGEN, I. V.; PEREIRA, L. T. V. (Eds.). **Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**, Madrid. OEI, 2003.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Conselho Nacional da Educação. Câmara Nacional de Educação Básica. Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica / Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 562p. 2013.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agrotóxicos. Disponível em <http://mma.gov.br/seguranca-quimica/agrotóxicos>. Acesso 27 de Agosto de 2016.
- BRICCHIA, V. Sobre a natureza da Ciência e o ensino. In: **Ensino de Ciências por Investigação**, São Paulo: Cengage Learning, 2013.p. 111-128.
- CAPECCHI, M. C. V. M. Problematização no ensino de Ciências. In: **Ensino de Ciências por Investigação**, São Paulo: Cengage Learning, 2013.p.21-40.
- CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por Investigação**, São Paulo: Cengage Learning, 2013.152p.
- CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. Rio Grande do Sul:Unijuí, 2000. 432p.
- CHRISPINO, A. **Introdução aos Enfoques CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade - na Educação e no Ensino**. Madrid. OEI. 2017.
- CEREZO, J. A. L. Los estudios de ciencia, tecnología y sociedad. **Revista Ibero-Americana de Educación**. n.20. p.217-225. 1999.
- CEREZO, J. A. L. Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. In: GORDILLO, M. M. **Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad**: Madrid, Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI, 2009. 2 p. 21-33. Documentos de Trabajo, n. 03, disponível em: <<http://www.oei.es/caeu>> Acesso em: 17/11/2017.
- CUNHA, M. B. Jogos no ensino de Química: Considerações Teóricas para sua Utilização em Sala de Aula. **Química Nova na Escola**. v.34. n.2. 2012.
- DAGNINO, R. As Trajetórias dos Estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade e da Política Científica e Tecnológica na Ibero-América. **Alexandria Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**. v.1. n.2. p. 3-36. 2008.
- FRANCO, M. A. S. Pedagogia da Pesquisa-Ação. **Educação e Pesquisa**. v.31. n. 3. p.483-502. 2005.
- FREIRE, P. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2011.
- GHEDIN, E.; FRANCO, M. A. S. **Questões de método na construção da pesquisa em educação**. São Paulo: Cortez. 2008.

GORDILLO, M. M. **Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad**: Madrid, Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI, 2009, Documentos de Trabajo, n. 03, disponível em: <<http://www.oei.es/caeu>> Acesso em: 17/11/2017.

GORDILLO, M. M. Cultura científica y participación ciudadana: materiales para la educación CTS. In: GORDILLO, M. M. **Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad**: Madrid, Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI, 2009, 6 p. 67-77. Documentos de Trabajo, n. 03, disponível em: <<http://www.oei.es/caeu>> Acesso em: 17/11/2017.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. n. 85, p. 85–93, 1998.

LEMKE, J. L. Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. **Enseñanza de las Ciencias**. v. 24. n. 1. p. 5-12. 2006.

LIMA, M. E. C. C., MUNFORD, D. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo?. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte, v. 9. n. 1. 2007.

LINSINGEN I. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**. v.1 n. especial. 2007. Disponível em: <<http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/cienciaeensino/issue/view/15>>. Acesso em 17/11/2017.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. **A Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 2013.112p.

MACIEL, M. D.; CURRI, E.; PEREIRA, C. L. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**. v.8. n. 2. 2013.

MARÍN, F. R.; ARROYO, J. F.; DÍAZ, J. E. G. El huerto escolar ecológico como herramienta para la educación en el y para el decrecimiento. **Investigación en la Escuela**. n.86. 2015.

MONIZ-SANTOS, M. E. V. Cidadania, conhecimento, ciência e educação CTS. Rumo a "novas" dimensões epistemológicas. **Revista CTS**. v.2. n.6. p.137-157. 2005.

OLIVEIRA, A. S.; SOARES, M. H. F. B. Júri Químico: um experimento participativo para ensinar conceitos químicos. **Química Nova na Escola**, n. 20. 2005.

OSORIO, C. La participación pública en sistemas tecnológicos: lecciones para la educación CTS. In: GORDILLO, M. M. **Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad**: Madrid, Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI, 2009, 6 p. 55-66. Documentos de Trabajo, n. 03, disponível em: <<http://www.oei.es/caeu>> Acesso em: 17/11/2017.

PÉREZ, D. G. Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**. p.26-33. 1983.

PÉREZ, D. G. Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/ aprendizaje como investigación. **Enseñanza de las Ciencias**. v. 11. n. 2. p197-212. 1993.

- PÉREZ, D. G.; VILCHES, A. P. Una Alfabetización Científica para el siglo XXI: obstáculos y propuestas de actuación. **Investigación en la Escuela**. v. 43. p. 27-37. 2001.
- PINHEIRO, N. A. M.; 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**. Bauru. v.13. n.1. p.71-84. 2007.
- PINTO, S. L.; VERMELHO, S. C. S. D. Um panorama do enfoque CTS no ensino de ciências na educação básica no Brasil. In: XI encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (XI ENPEC): Florianópolis, SC. 2017.
- POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. Porto Alegre: Ed Artmed, 2009.
- PRAIA, J.; PÉREZ, D. G.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência & Educação**. v. 13, n. 2, 2007.
- ROSO, C. C.; AULER, D. A participação na construção do currículo: práticas educativas vinculadas ao movimento CTS. **Ciência & Educação**. v. 22. n. 2. p. 371-389, 2016.
- SÁ, E. F.; PAULA, H. F.; LIMA, M. E. C. C.; AGUIAR, O. G. As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de Ciências. VI ENPEC, 2007.
- SACRISTÁN, J. G. **Compreender e transformar o ensino**. Artmed, 2007
- SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, p. 474–550, 2007a.
- SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência e Ensino**. Vol. 1, Novembro de 2007b.
- SANTOS, W. L. P. Educação Científica Humanística em Uma Perspectiva Freireana: Resgatando a Função do Ensino de CTS. **Alexandria Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, v. 1.n.1. p.109-131. 2008.
- SANTOS, W. L. P. Educação CTS e Cidadania: confluências e diferenças. **AMAZÔNIA- Revista de Educação em Ciências e Matemática**.v.9. n. 17. p.49-62. 2012.
- SANTOS, W. L. P. **Educação em Química**. 4.ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. 76p.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência e Educação**. Bauru. v. 7. N. 1. p.95-111. 2001.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da Educação Brasileira. **Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2. p. 133–162. 2002.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.14 n. 2. p. 191- 219. 2009.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. 4.ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010.

SÃO PAULO, Secretaria da Educação. Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias. 1. ed. atual. São Paulo, 152 p.2012.

SASSERON, L. H. Alfabetização Científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte, v.17. n.especial. p. 49-67. 2015.

SEDANO, L. Ciências e leitura: um encontro possível. In: **Ensino de Ciências por Investigação**, São Paulo: Cengage Learning, 2013.p.77- 92.

SILVA, T. T. **Documentos de identidade: uma introdução às teorias de currículo**. Belo Horizonte, Autêntica, 2015.156p.

SOARES, M. H. F. B. Jogos e atividades lúdicas no ensino de química: teoria, métodos e aplicações. In: **Encontro Nacional de Ensino de Química**, 14, 2008. Curitiba: UFRPR.

STRIDER, R. B.; SILVA, K. M. A.; SOBRINHO, M. F.; SANTOS, W. L. P. A educação CTS possui respaldo em documentos oficiais brasileiros? **ACTIO: Docência em Ciências**. v.1. n.1. p. 87-107.

STRIDER, R. B.; TORIJA, B.B.; QUILEZ, M.J.G. Ciencia-tecnología-sociedad: ¿Que estamos haciendo en el ámbito de la investigación en educación en ciencias? **Enseñanza de las Ciencias**. v.35. n.3. p.29-49. 2017.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-Ação**. 18.ed. São Paulo: Ed. Cortez, 2011.136p.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Revista Ensaio**. v.17, Belo Horizonte, 2015, p. 97-114.

VAZ, C. R.; FAGUNDES, A. B.; PINHEIRO, N. A. M. O Surgimento da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na Educação: Uma Revisão. In: I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia (I SINECT): Ponta Grossa, UTFPR, p. 98-116. 2009.

YOUNG, M. O futuro da educação em uma sociedade do conhecimento: o argumento radical em defesa de um currículo centrado em disciplinas. **Revista Brasileira de Educação**. V. 16, n. 48, set- dez. 2011.

ZABALA, A. **A Prática Educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Ed Artmed, 1998. 224p.

ZABALA, A. Organização dos conteúdos de aprendizagem. In: **Enfoque globalizador e pensamento complexo: uma proposta para o currículo escolar**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

ZÔMPERO, A. F.; LABURU, C. E. Atividades Investigativas no Ensino de Ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Rev. Ensaio**. Belo Horizonte. v. 13. n.3. p. 67-80. 2011.

APÊNDICE A – TEXTOS UTILIZADOS NA SEI

A.1 Texto 1

Em busca de uma agricultura sustentável

Atualmente, na América Latina, quase 75% da população vive em grandes cidades, sem relação direta nem controle sobre a produção de alimentos. No Brasil, 81,23% da população é urbana, segundo o IBGE, ou seja, a maior parte dos consumidores modernos encontra os alimentos nos supermercados ou armazéns e, geralmente, não se preocupa em saber de onde vêm ou como foram produzidos. A agricultura transformou-se numa indústria que deve alimentar uma população que não para de crescer. Para isso, passou a utilizar métodos artificiais, como os fertilizantes e pesticidas químicos, a manipulação genética, a irrigação e hormônios para acelerar o crescimento de animais. Se de um lado tais práticas fizeram aumentar a produção, e também os lucros, de outro vêm causando sérios danos ao meio ambiente e aos seres humanos.

O uso de fertilizantes químicos na agricultura iniciou-se em meados do século XIX com a invenção do NPK (fórmula química contendo nitrogênio, fósforo e potássio) pelo barão Justus Von Liebig. Ele supôs que esses três elementos, por sua importância no crescimento das plantas, fossem suficientes para manter a crescente escala da produção agrícola. Liebig defendia a devolução ao solo dos nutrientes retirados em cada colheita, inclusive com o uso de fertilizantes orgânicos. A química industrial seria apenas um dos instrumentos dessa agricultura de restituição. Mas o potencial econômico da nova indústria ofuscou cada vez mais as alternativas orgânicas. A tecnologia da produção química na agricultura tornou-a industrial, ou seja, não dependente de insumos diretamente naturais. Depois de alguns anos, as observações de Liebig o levaram a questionar alguns aspectos do novo

modelo, observando o empobrecimento dos solos e o surgimento de novas pragas. Tentou rever o processo, que, no entanto, já se tornara economicamente irreversível.

Em geral, o agricultor emprega a adubação química convencional, com fertilizantes industriais à base de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). Esses elementos estão presentes também no esterco, porém, nos fertilizantes químicos, suas concentrações são superiores às necessidades dos cultivos. O desequilíbrio provocado pelo uso massivo de fertilizantes, aliado muitas vezes ao excesso de água nos cultivos, principalmente em áreas irrigadas, e à prática de monocultivo extensivo, também pode enfraquecer a planta, tornando-a mais susceptível ao ataque de pragas e doenças.

O nitrogênio presente nos fertilizantes pode se acumular no solo e ser transformado, por processos químicos, em nitrato, que é um composto cancerígeno. O nitrato pode contaminar o solo e, pela ação da chuva ou irrigação, ser conduzido para camadas mais profundas, chegando aos lençóis subterrâneos e podendo até contaminar a água.

Os fertilizantes químicos geralmente contêm metais pesados, como o cádmio, extremamente agressivos. Por meio dos alimentos que comemos podemos armazenar cádmio em nosso organismo, especialmente no fígado e nos rins, o que pode favorecer a osteoporose, doença que enfraquece os ossos. Outra preocupação ambiental está relacionada ao uso de fertilizantes naturais provenientes dos resíduos gerados pela suinocultura e pela avicultura, e à falta de utilização de métodos de compostagem adequados para essas formas de adubação orgânica.

Os agroecossistemas e monocultivos favorecem o desequilíbrio nas populações de pragas, doenças, plantas, ervas daninhas e microorganismos, que se transformam em sérios problemas para a

produção de alimentos agrícolas. Estes, freqüentemente, atacam as plantações por encontrarem ambiente favorável ao seu desenvolvimento e permanência, provocando, quando nenhuma medida de controle é realizada a tempo, grandes perdas nas lavouras.

Há vários tipos de agrotóxicos, mas os mais usados na agricultura são os inseticidas (para controlar insetos), os herbicidas (para controlar plantas e ervas daninhas) e os fungicidas (para controlar fungos).

Não há como iniciar um processo de desenvolvimento do espaço rural com base nas premissas do desenvolvimento sustentável se persistirmos na adoção de práticas que desconsiderem as relações existentes entre os fatores ecológicos, sociais e econômicos.

A agroecologia é o modelo de agricultura que mais se aproxima do modelo sustentável de produção de alimentos. Cada vez mais difundida no Brasil, leva em conta um conjunto de fatores, como a preservação da biodiversidade, o equilíbrio do fluxo de nutrientes, a conservação da superfície do solo, a utilização eficiente da água e da luz e a manutenção de um nível alto de fitomassa total e residual na propriedade. Além disso, inclui os fatores sociais, como a geração de trabalho e renda, a promoção de educação, do aperfeiçoamento técnico e da qualidade de vida, além do estímulo ao associativismo e ao cooperativismo, de forma a reforçar o enraizamento das famílias rurais. Assim entendida, a mudança para um modelo de agricultura é muito mais que apenas inserir práticas de agricultura alternativa no sistema de produção, sejam elas relacionadas às agriculturas biodinâmicas, ecológicas ou orgânicas.

A agricultura orgânica, que não emprega insumos químicos, já é praticada comercialmente em muitos países. Do ponto de vista ambiental, é uma boa alternativa. Porém, os preços de alguns produtos ainda são mais elevados do que os dos alimentos convencionais. A razão é a demanda ser muito maior do que a oferta, e não porque o custo de produção

seja maior. Isso faz com que o consumo de alimentos orgânicos seja ainda um privilégio das classes econômicas mais favorecidas.

As verduras e frutas cultivadas ecologicamente são geralmente mais saborosas e duráveis. Isso ocorre por acumularem menos água e mais substâncias de alto valor nutritivo, como proteínas, minerais e vitaminas. As verduras e frutas ecológicas crescem onde uma grande diversidade de organismos transforma a matéria orgânica em nutrientes para as plantas. No Brasil, os alimentos produzidos ecologicamente podem receber um selo de identificação, emitido por organismos certificadores

A Lei n.º 10.831, de 23/12/2003, dispõe sobre a agricultura orgânica, visando normatizar a produção de produtos de origem orgânica ou natural. Agricultura Orgânica Considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e em que há respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo:

- a. a sustentabilidade econômica e ecológica;
- b. a maximização dos benefícios sociais;
- c. a minimização da dependência de energia não-renovável;
- d. empregar, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos;
- e. a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização;
- f. a proteção do meio ambiente.

Com isso, não apenas estão cuidando da própria saúde como também incentivando a produção sustentável de alimentos e a preservação do meio ambiente.

A.2 Texto 2

Comida química

Dezembro de 2013, revista Superinteressante, Lydia Cintra

Somos campeões no consumo de defensivos agrícolas condenados em outros países. Por que o Brasil usa tanto agrotóxico?

A pulverização feita por aviões é regulamentada pelo Ministério da Agricultura, mas, nas fazendas europeias, jogar agrotóxico do céu já faz parte do passado desde 2009. Estudos mostram que, mesmo seguindo todas as recomendações de temperatura e ventos, somente 32% das substâncias despejadas do céu permanecem nas plantas. O restante contamina solo, água e áreas vizinhas às plantações. Resultado de uma política que incentivou o país a se tornar um dos maiores fornecedores de produtos agrícolas do mundo. O país é um dos campeões no consumo de agrotóxicos, o que, segundo a indústria química, não passa de um efeito colateral de um objetivo nobre: aumentar a produtividade das lavouras brasileiras. Um dossiê de 2012 da Associação Brasileira de Saúde Coletiva (Abrasco) aponta que, dos 50 produtos mais utilizados nas lavouras brasileiras, 22 são proibidos na União Européia, o que faz com que o país seja o maior consumidor de agrotóxicos já banidos em outros locais do mundo, de acordo com a entidade.

A consequência: em 2011, uma pesquisa da Universidade Federal do Mato Grosso em parceria com a Fundação Oswaldo Cruz comprovou que até mesmo o leite materno pode conter resíduos de agrotóxicos. O estudo coletou amostras em mulheres do município de Lucas do Rio Verde (MT), um dos maiores produtores de soja do país. Em 100% delas foi encontrado ao menos um tipo de princípio ativo. Em algumas, até seis tipos. E em 70% das amostras o endossulfan estava presente. Hoje, é difícil dissociar safras recordes e indústria química,

responsável pela fabricação de herbicidas, inseticidas e fungicidas, que matam e controlam a disseminação de plantas daninhas, insetos e fungos nas plantações.

Incentivo público

Para entender como chegamos a uma posição de destaque no ranking químico, é preciso retroceder pelo menos até 1975, quando o regime militar incentivou o uso de agrotóxicos com o Plano Nacional de Defensivos Agrícolas, que condicionava a obtenção de crédito rural à aplicação de pesticidas. "Foi também nessa época que apareceram as primeiras denúncias de contaminação de alimentos e intoxicação de trabalhadores rurais", explica o engenheiro agrônomo e consultor ambiental Walter Lazzarini, envolvido na formulação da Lei dos Agrotóxicos brasileira, em 1989, que estabeleceu regras mais rigorosas para a concessão de registros de novos produtos. A lei vigora até hoje, com algumas mudanças no texto original. O gargalo, porém, está no cumprimento da legislação. "O país investe menos do que deveria em fiscalização e monitoramento", comenta Decio Zylbersztajn, professor e criador do Centro de Conhecimento em Agronegócios da FEA/USP. No Brasil, o processo de registro de novos produtos passa por três ministérios (Agricultura, Meio Ambiente e Saúde), os fabricantes têm isenção de alguns impostos, e o preço de registro de novos agrotóxicos é de no máximo US\$ 1 mil. Nos EUA, custa até US\$ 630 mil. Outro ponto polêmico: a legislação brasileira não prevê reavaliações periódicas obrigatórias dos agrotóxicos registrados. Nos EUA, os produtos são reavaliados a cada 15 anos (e cada reavaliação custa US\$ 150 mil para o fabricante), e na União Europeia, a cada dez anos. "O avanço da ciência permite identificar efeitos nocivos não observados no processo de registro e, com base em uma reavaliação, medidas podem ser tomadas para mitigar esses

efeitos", defende Robson Barizon, pesquisador de Dinâmica de Pesticidas no Ambiente da Embrapa. Em 2008, a Anvisa elegeu 14 princípios ativos para reavaliação. Apenas cinco foram concluídas até agora. No Brasil, 55 produtos à base de glifosato são autorizados para mais de 20 culturas, como feijão, arroz e banana. Outra política brasileira que gera protestos: uma instrução aprovada em 2010 permite que os fabricantes usem os resultados de seus estudos para plantas com características botânicas semelhantes. Por exemplo: um agrotóxico autorizado para o alface poderá ser registrado para outras 10 verduras, como o agrião e a rúcula.

Precisamos deles?

"Sem essa indústria, não só Brasil, mas o mundo teria grande dificuldade de suprir alimento para a população", defende o professor Zylbersztajn. Para ele, cumprir as regras de segurança é mais importante do que produzir apenas alimentos orgânicos, por exemplo. "O agrotóxico vai deixar resíduo? Sim. Assim como quando você toma remédios acaba tendo efeito colateral. Mas qual é a alternativa? Não tem alternativa. É o melhor que a gente consegue fazer", conclui. A indústria argumenta que a inevitável queda de produtividade torna a alimentação 100% orgânica inviável. "Os agroquímicos são necessários para manter o nível de produção que temos no Brasil. A maior sustentabilidade que podemos proporcionar para a agricultura é produzir mais com menos", diz Berger, da Monsanto. Há quem discorde. Para Leonardo Melgarejo, a policultura é mais produtiva e fornece alimentos mais

saudáveis. "Os custos de largas áreas sustentadas por agroquímicos não justificam os resultados. Em 16 municípios do Rio Grande do Sul, por exemplo, 400 famílias participam de um projeto de cultivo de arroz sem agrotóxicos. O rendimento da produção, cerca de 3,75 toneladas por hectare, é menos da metade de uma lavoura tradicional, tratada com químicos. "Eles dominam uma tecnologia que concorre com lavouras modernas, praticam custos inferiores e não poluem as águas. Se esses resultados foram obtidos sem apoio intensivo de políticas públicas, o que podemos esperar na presença de crédito, pesquisa e assistência especializada?", pergunta Melgarejo. As respostas podem estar com o consumidor, que decide o que vai comer.

Top contaminados

A Anvisa analisou sete alimentos em 2012 para determinar seus níveis de intoxicação. O percentual revela quantas amostras continham algum tipo de irregularidade:

59% - Morango
42% - Pepino
41% - Abacaxi
33% - Cenoura
28% - Laranja

A Anvisa considera que existem três tipos de irregularidades nos alimentos. As porcentagens finais são a junção das três: Alimentos que apresentam agrotóxicos não autorizados. Alimentos que apresentam ingredientes autorizados, mas acima dos limites máximos permitidos. Alimentos que apresentam as duas coisas juntas: agrotóxicos não autorizados e limites de resíduos acima do permitido.

A.3 Texto 3

Alimentos orgânicos e convencionais frente a frente, um esclarecimento

Fonte: PortalOrgânico <http://www.organicnet.com.br/2012/09/alimentos-organicos-e-convencionais-frente-a-frente-um-esclarecimento> 11/09/2012

Trechos de entrevista feita com a nutricionista Elaine Azevedo, especializada em alimentação orgânica e coordenadora do Portal Orgânico. Na entrevista, Elaine, que é também autora de um livro sobre orgânicos e professora da Universidade Federal de Grande Dourados, explica e esclarece os leitores sobre a questão nutricional envolvendo alimentos orgânicos e convencionais.

PORTAL ORGÂNICO: Os alimentos orgânicos são mais nutritivos do que os convencionais?

DRA. ELAINE: Primeiro de tudo é bom lembrar que existem vários aspectos de qualidade do alimento orgânico. O valor nutricional é um deles. Mas existem outros, como toxicidade, que é o principal diferencial, durabilidade e características sensoriais, como sabor, cor e textura. Podemos dizer que, a princípio, os orgânicos não têm maior valor nutricional, e sim melhor valor nutricional. Vamos fazer uma relação com o ser humano. Quando comemos demais, não quer dizer que estejamos bem nutridos. Ao contrário. Pode surgir uma tendência à obesidade. E, se comemos pouco e mal, ficamos desnutridos. O ideal, então, é termos a qualidade e a quantidade de nutrientes adequada para a nossa espécie. Nas plantas é a mesma coisa. O solo deve fornecer o necessário, não o excesso. Um solo saudável, enriquecido com adubos orgânicos, é rico em muitos tipos de minerais. Os vegetais cultivados convencionalmente, à base de fertilizantes sintéticos – compostos unicamente de grandes quantidades de nitrogênio, fósforo e potássio de alta solubilidade, o adubo NPK –, acabam absorvendo grandes quantidades de nitrogênio do

solo. Por isso, formam mais proteína, mas também mais nitrogênio livre, criando um desequilíbrio interno na planta. Esses vegetais que têm nitrogênio em excesso atraem mais pragas e por consequência tem-se que usar mais agrotóxicos para combatê-las. Ou seja, ter mais proteína não significa necessariamente ser um alimento mais saudável. Já a planta cultivada organicamente recebe e absorve somente os nutrientes de que precisa e tem um equilíbrio no valor nutritivo em geral. Não me refiro especificamente a carboidratos, lipídios e proteínas, que, tanto nos alimentos orgânicos quanto nos convencionais, são formados pela ação da luz solar, pela fotossíntese. Nisso eles podem ser muito semelhantes. Aliás, não são esperadas grandes diferenças de valor nutritivo entre orgânicos e convencionais.

PORTAL ORGÂNICO: Então o que diferencia o alimento orgânico do convencional em termos nutricionais, afinal?

DRA. ELAINE: É a qualidade do solo. Há pesquisas realizadas com alguns alimentos vegetais que comprovam a superioridade de minerais dos orgânicos. São poucas pesquisas ainda, mas nelas se provou que é no teor de mineral que o alimento orgânico pode se diferenciar do convencional. E existem estudos que mostram que o teor dos minerais nos alimentos diminuiu muito por causa dos métodos da agricultura convencional. Por isso os especialistas receitam cada vez mais suplementos sintéticos. Os solos estão pobres; os alimentos produzidos neles também.

PORTAL ORGÂNICO: Além do equilíbrio mineral, há mais alguma diferenciação entre o orgânico e o convencional?

DRA. ELAINE: Sim. Também é comprovado por meio de pesquisas que os alimentos orgânicos têm maior teor de fitoquímicos, substâncias como isoflavona, sulforaceno e licopeno, foco da nutrição funcional. No tomate orgânico, por exemplo, há maior teor de licopeno. Essas substâncias têm diferentes funções no

organismo e na planta elas funcionam como um sistema de defesa; ou seja, o sistema imunológico da planta produz fitoquímicos. Os vegetais orgânicos têm que desenvolver um sistema de defesa mais eficiente porque não recebem o agrotóxico que controla as doenças. Novamente, comparando com o organismo humano, se o corpo está bem nutrido (como uma planta orgânica), ele tem um sistema de defesa que produz anticorpos de forma mais eficiente. A planta produz fitoquímicos. E, no caso de alimentos de origem animal, os orgânicos têm, comprovadamente, gordura de melhor qualidade, porque os animais criados organicamente têm a possibilidade de caminhar, ciscar, se movimentar. Aí também comparo conosco: quando fazemos exercícios regularmente, temos gordura corporal de melhor qualidade. Há várias pesquisas que comprovam que os alimentos orgânicos de origem animal (carnes, leites, ovos) têm taxas iguais de ômega 3 e 6, maior teor de ácidos graxos insaturados e menores teores de ácidos graxos saturados. É bom ressaltar que o teor de gordura de proteína animal orgânica não é maior nem menor. É melhor.

PORTAL ORGÂNICO: São gorduras melhores para o nosso organismo absorver, é isso?

DRA. ELAINE AZEVEDO: A gordura insaturada eleva o nível de lipoproteína de alta densidade no sangue (HDL ou “colesterol bom”) e reduz o nível de lipoproteína de baixa densidade no sangue (LDL, ou “colesterol ruim”). Quando citei a relação entre ômega 3 e 6, que é de um para um, isso indica

também que a gordura é de melhor qualidade. A relação de equilíbrio entre os dois tipos de ácido linoleico (3 e 6) ajuda a evitar os problemas associados ao consumo excessivo de ômega 6 na dieta. Entre tais problemas estão as doenças cardíacas; a arteriosclerose; alguns tipos de câncer; hipertensão; colite e algumas doenças ósseas. São assuntos bastante técnicos e o mais fácil é dizer: são alimentos que apresentam gordura de melhor qualidade, uma vez que o animal se exercita.

PORTAL ORGÂNICO: Há pesquisas que comprovam efetivamente tudo isso?
DRA. ELAINE AZEVEDO: Sim. Há várias que demonstram o teor aumentado de fitoquímicos e a qualidade da gordura animal. Em alguns vegetais pesquisados também foi comprovado o maior equilíbrio de minerais. No teor de proteínas, carboidratos e lipídios, porém, se fala em controvérsias na pesquisa. É uma controvérsia que, na verdade, não vai se diluir, porque não se esperam diferenças entre orgânicos e convencionais no quesito valor nutricional. E é um aspecto difícil de pesquisar. O simples transporte do alimento, a quantidade de luz solar ou água que a planta recebe já mudam o valor nutricional, então é um aspecto que precisa ter muito controle para a realização de estudos comparativos. Mas de qualquer maneira não é sob esse aspecto que se pode dizer: ah, é aí que os orgânicos se destacam. Não é por aí. Eu insisto que o valor nutricional não é o aspecto mais importante para definir a qualidade de um alimento. É muito reducionista.

A.4 Texto 4

Lavar os alimentos remove todos os agrotóxicos?

Revista Superinteressante, Lydia Cintra, 28/10/2011

Segundo a Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), a lavagem dos alimentos apenas contribui para a que uma parte dos agrotóxicos seja retirada, mas não resolve o problema por completo. A explicação está nos tipos de ação. Os chamados sistêmicos são absorvidos e circulam pelos tecidos vegetais – dessa forma, a distribuição é uniforme e o tempo de ação é maior. De acordo com a Embrapa, a movimentação do produto dentro das plantas “permite agir em locais dificilmente alcançáveis pelos produtos de contato”. Este é o segundo tipo, quando o agrotóxico age externamente, por contato mesmo. Ainda assim, alguns podem entrar nos alimentos por meio de porosidades.

Uma boa lavagem remove parte dos resíduos que estão na superfície. Mas os que foram absorvidos continuam lá e são ingeridos junto com o morango, a maçã, a cenoura, a berinjela...

O que pode ser feito?

– Escolha alimentos certificados, cujos produtores se comprometam com boas práticas agrícolas;

– Procure saber a origem das verduras e frutas que você compra no supermercado;

– Quando possível, dê preferência às opções orgânicas, que não usam agrotóxicos, e escolha produtos “da época”, que não precisaram ser conservados por tanto tempo;

– Mesmo que o resultado não seja 100%, lave bem os alimentos. De acordo com a Anvisa, não é comprovado que o uso de água sanitária na lavagem remove resíduos de agrotóxicos. A finalidade é matar agentes microbiológicos que podem estar presentes no alimento (essa higienização deve ser na proporção de uma colher de sopa de água sanitária para um litro de água).

A tabela abaixo apresenta a quantidade de alguns minerais presentes nos alimentos orgânicos e convencionais.

ORGANIC VS CONVENTIONAL

Vegetables Type of Soil Management	Minerals (in milliequivalents)						
	Calcium	Magnesium	Potassium	Sodium	Manganese	Iron	Copper
Snap Beans							
Organic	40.5	60.0	99.7	8.6	60.0	227.0	69.0
Conventional	15.5	14.8	29.1	0.0	2.0	10.0	3.0
Cabbage							
Organic	60.0	43.6	148.3	20.4	13.0	94.0	48.0
Conventional	17.5	15.6	53.7	0.8	2.0	20.0	0.4
Lettuce							
Organic	71.0	49.3	176.5	12.2	169.0	516.0	60.0
Conventional	16.0	13.1	53.7	0.0	1.0	1.0	3.0
Tomatoes							
Organic	23.0	59.2	148.3	6.5	68.0	1938.0	53.0
Conventional	4.5	4.5	58.6	0.0	1.0	1.0	0.0
Spinach							
Organic	96.0	203.9	257.0	69.5	117.0	1584.0	0.0
Conventional	47.5	46.9	84.0	0.8	1.0	19.0	0.5

Research conducted by Firman E. Bear at Rutgers University in the Natural Gardener's Catalog (1995)

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIOS

B.1 Questionário socioeconômico

Responsável: Raquel R. T. Benevides



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo.
Comitê de Ética em Pesquisa



Orientador: Dr. Pedro Miranda Júnior.
Pesquisa Educacional – Questionário inicial.
E. E. Ede Wilson Gonzaga, Embu das Artes, SP.

Aluno _____ n° ____ 3º Ano ____

Questionário socioeconômico

1. SEXO:
 - A) MASCULINO FEMININO
2. QUAL A SUA IDADE?
 - A) MENOS DE 16 ANOS
 - B) DE 16 A 18 ANOS
 - C) DE 19 A 21 ANOS
 - D) MAIS DE 21 ANOS
3. ASSINALE A ALTERNATIVA QUE IDENTIFICA SUA COR OU RAÇA.
 - A) BRANCA
 - B) PRETA
 - C) PARDA
 - D) AMARELA
 - E) INDÍGENA
4. QUAL O SEU ESTADO CIVIL?
 - A) SOLTEIRO (A)
 - B) CASADO (A)
 - C) OUTRO
5. POSSUI FILHOS? QUANTO SÃO?
 - A) SIM. _____
 - B) NÃO.
6. EM RELAÇÃO À MORADIA:
 - A) MORA EM CASA PRÓPRIA
 - B) NÃO TEM CASA PRÓPRIA
7. QUAL O NÍVEL DE INSTRUÇÃO DE SEU PAI?
 - A) SEM ESCOLARIDADE
 - B) ENSINO FUNDAMENTAL (1º GRAU) INCOMPLETO
 - C) ENSINO FUNDAMENTAL (1º GRAU) COMPLETO
 - D) ENSINO MÉDIO (2º GRAU) INCOMPLETO
 - E) ENSINO MÉDIO (2º GRAU) COMPLETO
 - F) SUPERIOR INCOMPLETO
 - G) SUPERIOR COMPLETO
 - H) MESTRADO OU DOUTORADO
 - I) NÃO SEI INFORMAR
8. QUAL O NÍVEL DE INSTRUÇÃO DE SUA MÃE?
 - A) SEM ESCOLARIDADE
 - B) ENSINO FUNDAMENTAL (1º GRAU) INCOMPLETO
 - C) ENSINO FUNDAMENTAL (1º GRAU) COMPLETO
 - D) ENSINO MÉDIO (2º GRAU) INCOMPLETO
 - E) ENSINO MÉDIO (2º GRAU) COMPLETO
 - F) SUPERIOR INCOMPLETO
 - G) SUPERIOR COMPLETO
 - H) MESTRADO OU DOUTORADO
 - I) NÃO SEI INFORMAR
9. QUANTOS CARROS EXISTEM EM SUA RESIDÊNCIA?
 - A) NENHUM
 - B) UM
 - C) DOIS
 - D) MAIS DE DOIS
10. POSSUI COMPUTADOR EM SUA CASA?
 - A) NÃO POSSUO COMPUTADOR
 - B) POSSUO APENAS UM SEM ACESSO À INTERNET
 - C) POSSUO APENAS UM COM ACESSO À INTERNET
 - D) POSSUO MAIS DE UM SEM ACESSO À INTERNET
 - E) POSSUO MAIS DE UM COM ACESSO À INTERNET
11. ASSINALE A RENDA FAMILIAR MENSAL DE SUA CASA:
 - A) ATÉ 260,00
 - B) DE R\$ 261,00 A R\$ 780,00
 - C) DE R\$ 781,00 A R\$ 1.300,00
 - D) DE R\$ 1.301,00 A R\$ 2.600,00
 - E) DE R\$ 2.601,00 A R\$ 3.900,00

- F) DE R\$ 3.901,00 A R\$ 5.200,00
G) MAIS DE R\$ 5.200,00.
12. QUANTAS PESSOAS CONTRIBUEM PARA A OBTENÇÃO DESSA RENDA FAMILIAR?
A) UMA
B) DUAS
C) TRÊS
D) QUATRO
E) MAIS DE QUATRO
13. QUANTAS PESSOAS SÃO SUSTENTADAS COM A RENDA FAMILIAR?
A) UMA
B) DUAS
C) TRÊS
D) QUATRO
E) MAIS DE QUATRO
14. COM RELAÇÃO A SUA ATIVIDADE REMUNERADA MENSAL:
A) NÃO POSSUO ATIVIDADE REMUNERADA MENSAL
B) RECEBO DE R\$ 261,00 A R\$ 780,00
C) RECEBO ACIMA DE R\$ 781,00
15. VOCÊ CONTRIBUI NA RENDA FAMILIAR?
A) SIM B) NÃO
16. COMO FEZ SEUS ESTUDOS DE ENSINO FUNDAMENTAL (1º GRAU)?
A) INTEGRALMENTE EM ESCOLA PÚBLICA
B) INTEGRALMENTE EM ESCOLA PARTICULAR NÃO
C) MAIOR PARTE EM ESCOLA PÚBLICA
D) MAIOR PARTE EM ESCOLA PARTICULAR
E) EM ESCOLAS COMUNITÁRIAS/CNEC OU OUTRO
17. VOCÊ FREQUENTA CURSINHO PREPARATÓRIO PARA O VESTIBULAR?
A) SIM B) NÃO
18. VOCÊ JÁ PRESTOU CONCURSO VESTIBULAR/ENEM?
A) NUNCA
B) UMA VEZ
C) DUAS VEZES OU MAIS
19. NESTE ANO, VOCÊ PRETENDE PRESTAR: 1-VESTIBULAR; 2- ENEM; 3- ETEC?
A) 1
B) 2
C) 3
20. O QUE VOCÊ ESPERA, EM PRIMEIRO LUGAR, DE UM CURSO SUPERIOR/TÉCNICO?
A) FORMAÇÃO ACADÊMICO-PROFISSIONAL PARA O TRABALHO
B) FORMAÇÃO TEÓRICA, VOLTADA PARA A PESQUISA
C) FORMAÇÃO PARA ATIVIDADE PEDAGÓGICA
D) DIPLOMA DE CURSO SUPERIOR
21. QUAL DAS ATIVIDADES ABAIXO OCUPA A MAIOR PARTE DO SEU TEMPO LIVRE?
A) TV
B) RELIGIÃO
C) TEATRO
D) CINEMA
E) MÚSICA
F) BARES E BOATES
G) LEITURA
H) INTERNET
I) ESPORTES
J) OUTRA
22. QUAL O MEIO QUE VOCÊ MAIS UTILIZA PARA SE MANTER INFORMADO (A)?
A) TV
B) JORNAL ESCRITO
C) INTERNET
D) RADIO
E) OUTROS
F) NENHUM

B.2 Questionário inicial

Responsável: Raquel Rodrigues Teixeira Benevides



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo.
Comitê de Ética em Pesquisa



Orientador: Dr. Pedro Miranda Júnior.
Pesquisa Educacional – Questionário inicial.
E. E. Ede Wilson Gonzaga, Embu das Artes, SP.

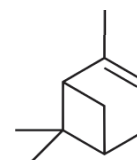
Aluno _____ n° ____ 3° Ano ____

- 1- Você já plantou algum vegetal? Qual?
- 2- Você já visualizou em um supermercado ou feira uma prateleira contendo alimentos orgânicos?
- 3- Quais as características de um alimento orgânico?
- 4- O que são agrotóxicos?
- 5- Você acredita que os alimentos que consome podem ter substâncias prejudiciais à sua saúde? Quais? Como você faria para eliminá-las?
- 6- Existe diferença de preço entre um alimento orgânico e um não orgânico? Justifique.
- 7- Você costuma tomar chá? Que tipo?
- 8- O que você entende por desenvolvimento sustentável? E produção sustentável de alimentos?
- 9- O alecrim foi usado na antiguidade pelos gregos e romanos. No século XVI, era uma planta obrigatória em qualquer jardim medicinal. Hoje o alecrim é utilizado em tratamentos fitoterápicos para combater o *stress* e em casos de falta de apetite e de distúrbios intestinais. Também é empregado como anti-caspa e contra a queda de cabelo. Deve ser usado em pequenas doses quando administrado por via oral e não deve ser ingerido por gestantes. Um dos princípios ativos do alecrim é o pineno, cuja fórmula estrutural está representada ao lado.

Responda:

- a) Dê a fórmula molecular do pineno.
- b) Função orgânica que ele pertence.
- c) Classifique sua cadeia em saturada ou insaturada, normal ou ramificada, aberta, fechada ou mista.
- d) Indique os carbonos primários, secundários e terciários e quaternários na fórmula do pineno.

pineno



B.3 Questionário final

Responsável: Raquel R. T. Benevides



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo.
Comitê de Ética em Pesquisa



Orientador: Dr. Pedro Miranda Júnior.
Pesquisa Educacional – Questionário final.
E. E. Ede Wilson Gonzaga, Embu das Artes, SP.

Aluno _____ n° ____ 3º Ano ____

1-O que é produção sustentável de alimentos?

2-O que são agrotóxicos?

3-Quais são os impactos do modelo de agricultura convencional de produção de alimentos em relação:

- ao trabalhador do campo:
- ao meio ambiente:
- aos consumidores:

4-Você acha interessante ter uma horta orgânica em sua casa e poder consumir alimentos cultivados por você e sua família? Por quê?

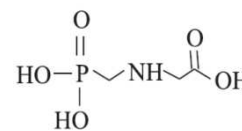
5-Quais os aspectos da tecnologia envolvidos na agricultura?

6-Quais etapas da sequência de aulas realizadas no “projeto orgânico” contribuíram para sua aprendizagem dos conceitos da química orgânica? Relacione as atividades com os conceitos aprendidos.

7-Quais foram os aspectos positivos e negativos da sequência de aulas realizadas no projeto. Explique.

8-O glifosato domina mais da metade do mercado mundial de herbicidas e o Ministério Público Federal (MPF) brasileiro enviou um documento à Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) pedindo a conclusão da reavaliação toxicológica do glifosato e recomendando que o produto seja banido do mercado nacional, visto que pesquisas que ligam a exposição ao glifosato ao crescimento de tumores em ratos e a danos a células humanas. <http://teiaorganica.com.br/blog/o-que-e-glifosato-e-porque-voce-deveria-saber-isso/>. Considere a fórmula deste herbicida e responda:

- Além do grupo fosfonato, quais as funções presentes nesta substância.
- Classifique sua cadeia em saturada ou insaturada.
- Indique (se houver) os carbonos primários, secundários e terciários e quaternários na fórmula do glifosato.
- Dê a fórmula molecular do glifosato.

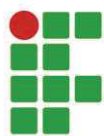


Glifosato

9-Avalie sua participação no projeto de acordo com a escala abaixo. Justifique.

Ótima	Muito boa	Boa	Regular	Insuficiente
-------	-----------	-----	---------	--------------

APÊNDICE C – Produto Educacional



INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
São Paulo



UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA CTS: AGRICULTURA CONVENCIONAL *VERSUS* AGRICULTURA ORGÂNICA

Raquel Rodrigues Teixeira Benevides

Pedro Miranda Junior

Produto Educacional

IFSP
São Paulo
2018

Raquel Rodrigues Teixeira Benevides

**UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA CTS:
AGRICULTURA CONVENCIONAL *VERSUS* AGRICULTURA
ORGÂNICA**

Produto Educacional aprovado em banca de defesa de mestrado no dia 02/10/2018, apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de São Paulo como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Miranda Junior

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
1 INTRODUÇÃO.....	153
2 O ENSINO CTS	154
3 A SEQUÊNCIA DE ENSINO.....	155
3.1. ATIVIDADE 1- APRESENTAÇÃO DA PROBLEMATIZAÇÃO CI	160
3.2. ATIVIDADE 2 – LEITURA DOS TEXTOS.....	160
3.3. ATIVIDADE 3 - DOCUMENTÁRIO.....	160
3.4. ATIVIDADE 4 – REAVALIANDO AS HIPÓTESES.....	161
3.5. LIÇÃO DE CASA - VISITA A HORTA URBANA.....	161
3.6. ATIVIDADE 5 - CONSTRUÇÃO DA HORTA.....	161
3.7. ATIVIDADE 6 - APRESENTAÇÃO DA PROBLEMATIZAÇÃO CII	161
3.8. ATIVIDADE 7 – ADUBAÇÃO DAS PLANTAS (experimentação investigativa)	162
3.9. ATIVIDADE 8 – FUNÇÕES ORGÂNICAS.....	162
3.10. LIÇÃO DE CASA.....	162
3.11. ATIVIDADE 9 - EXERCÍCIOS DO LIVRO DIDÁTICO	163
3.12. ATIVIDADE 10 – JÚRI SIMULADO: AGRICULTURA CONVENCIONAL <i>VERSUS</i> AGRICULTURA ORGÂNICA.....	163
3.13. ATIVIDADE 11 - REAVALIANDO AS HIPÓTESES.....	163
4 REFERÊNCIAS	164
APÊNDICES	166
A.1 – Texto 1	166
A.2 Texto 2.....	168
A.3 Texto 3.....	170
A.4 Texto 4.....	172
A.5 – Textos sugeridos	173
A.6 – Vídeos sugeridos.....	173
A. 7– Jogo das funções orgânicas	174
ANEXOS – ATIVIDADES DO CADERNO DO ALUNO.....	175
A.1 Atividade sobre funções orgânicas	175
A 2. Atividade de bioacumulação de pesticidas.....	176

1. INTRODUÇÃO

Caros (as) colegas,

O Produto Educacional aqui apresentado é fruto da dissertação de mestrado intitulada “Agricultura Convencional *versus* Agricultura Orgânica: Uma Proposta de Ensino CTS” motivada pelo reconhecimento dos grandes desafios impostos pela educação pública no Brasil.

Wildson Santos em seus diversos trabalhos (SANTOS e MORTIMER, 2001; SANTOS, 2007a, 2007b, 2008) enfatiza a importância de promover um ensino de ciências humanístico, que além de discutir aspectos sociais envolvidos no desenvolvimento científico e tecnológico do movimento CTS, propõe uma “educação política” que visa à construção de atitudes e valores para a formação de uma sociedade reflexiva, na busca da transformação do modelo hegemônico de desenvolvimento científico e tecnológico em um modelo socialmente justo e igualitário. Assim a escola apresenta um papel importante na formação para a cidadania crítica, livre da influência dos meios de comunicação, em prol do conhecimento efetivo sobre questões sociocientíficas.

A educação CTS busca desmistificar a ciência e a tecnologia, assim como promover a participação pública contrapondo modelos tecnocráticos e tradicionais de ensino por meio de mudanças nos conteúdos de ciência e tecnologia, nos materiais didáticos e na prática e metodologia de ensino (CEREZO, 2009).

Neste sentido, o estudo de uma situação presente na prática social do aluno pode motivá-lo a apresentar suas experiências e relacioná-las com questões da ciência (POZO e CRESPO, 2009), assim como a inserção de questões sociocientíficas agregadas ao ensino de ciências. Segundo Ratcliff (1998, *apud* SANTOS e MORTIMER, 2009) a abordagem de questões sociocientíficas motiva os alunos tanto para o estudo de conceitos científicos como para sua mobilização no estudo de situações presentes no cotidiano para o desenvolvimento de responsabilidade social, além de contribuir para o desenvolvimento de conteúdos: argumentação, reflexão, tomada de decisão e compreensão de aspectos relativos à natureza da ciência.

Destinado a fomentar uma prática humanística, dialógica, em que o estudante é protagonista na construção do seu conhecimento e o professor o mediador, que sistematiza as estratégias de ensino com os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, este produto educacional ajudará a você professor (a), a realizar um ensino contextualizado que aborda um tema relevante para formação de nossos estudantes, utilizando-se da abordagem didática de ensino por investigação com uma abordagem CTS utilizando diferentes estratégias que motivam a participação dos alunos em sala de aula.

Que esta proposta fertilize a criatividade de vocês! Sintam-se livres para adaptar e/ou enriquecer as atividades propostas.

Boa Leitura!

2. O ENSINO CTS

Nos anos 1970, devido aos desdobramentos do movimento CTS acerca da nova forma de compreender a ciência e a tecnologia, surge a Educação CTS como uma proposta para desenvolver um ensino de Ciências mais crítico e contextualizado, tanto na educação básica como na educação superior (CEREZO, 2009).

Segundo Cerezo (2009), o desenvolvimento da educação CTS no Brasil teve como base os movimentos CTS das escolas de tradições europeia e norte-americana, que tinham como objetivos principais a investigação acadêmica CTS (contextualização da ciência e da tecnologia) e política pública CTS (promoção a participação pública). O referido autor destaca que para alcançar tais objetivos são necessárias mudanças tanto de conteúdos quanto metodológicas e atitudinais, por parte dos atores sociais envolvidos no processo de ensino-aprendizagem.

A educação CTS busca desmistificar a ciência e a tecnologia e promover a participação pública contrapondo modelos tecnocráticos e tradicionais de ensino por meio de mudanças nos conteúdos de ciência e tecnologia, nos materiais didáticos e na prática e metodologia de ensino (CEREZO, 2009).

Em termos da prática educativa, Gordillo (2009) considera que a inserção de temas transversais, temas relacionados a problemas relevantes de cada contexto educativo e social e de temas controversos nos materiais didáticos de disciplinas científicas e humanísticas contribui para a aprendizagem para a participação cidadã em ciência e tecnologia. Por exemplo: “controvérsias sobre problemas reais de interação entre ciência, tecnologia e sociedade em âmbitos como a saúde, o meio ambiente, o urbanismo, etc.” (GORDILLO, 2009, p.71, tradução nossa). Quanto a metodologia, não existem regras ou passos a serem seguidos ao se elaborar uma proposta de ensino CTS, porém em vista de seus objetivos, atividades que estimulem o debate, a comunicação, a iniciativa dos estudantes, o trabalho colaborativo, a tomada de posicionamentos frente a questões controversas envolvendo C&T, pesquisa de campo, visitas técnicas, o uso e compreensão de aparatos tecnológicos e a compreensão do desenvolvimento científico e tecnológico em seu contexto social, cultural, político e econômico por exemplo, são cabíveis dentro de uma proposta CTS.

Acevedo-Díaz (2009) aponta os diferentes objetivos do ensino CTS na formação do cidadão: a) ajudar na compreensão dos conhecimentos científicos e tecnológicos, suas relações e diferenças, bem como atrair os estudantes para as carreiras profissionais relacionadas às áreas de ciência e de tecnologia; b) compreender o desenvolvimento científico e tecnológico em seu contexto histórico e social c) compreender os impactos sociais e ambientais decorrentes do desenvolvimento científico e tecnológico, permitindo sua participação na sociedade para tomadas de decisões.

Portanto, o ensino CTS é um ensino para a responsabilidade social, que visa à participação do cidadão na tomada de decisões frente a questões envolvendo ciência e tecnologia de forma crítica e consciente (AIKENHEAD, 1994, 2009; SANTOS e SCHNETZLER, 2010; SANTOS e MORTIMER, 2001), ou seja, o objetivo

central do ensino CTS na educação básica é subsidiar essa tomada de decisão por meio da construção de conhecimentos, valores e habilidades (SANTOS, 2007a; SANTOS e SCHNETZLER, 2010; SANTOS e MORTIMER, 2001).

A visão de mundo das pessoas é construída socialmente e reflete suas crenças e valores, conseqüentemente a interferência no mundo, afirma Angotti e Auth (2001). Assim é preciso que a escola ajude a pessoa a compreender como e quem se beneficia com o modelo científico e tecnológico vigente e se conceber como integrante da sociedade. Angotti e Auth (2001) concluem em seu estudo que:

[...] mesmo em parte submetidas e condicionadas pela crescente utilização da tecnologia em seu meio, suas vidas não estão irrevogavelmente predeterminadas pela lógica inevitável, às vezes perversa, do desenvolvimento tecnológico. (ANGOTTI e AUTH, 2001, p.21).

Logo, partimos da hipótese de que a abordagem de temas gerais e amplos como “Agricultura” no ensino de química é de grande relevância na formação do aluno, e esse tema é abordado nos livros didáticos aprovados pelo PNLD - 2015, 2016 e 2017 e na Proposta Curricular do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2012). A prática agrícola representa uma das atividades sociais mais importantes desenvolvidas pelo ser humano, além de proporcionar uma evolução histórica em sua forma de vida, necessitou com o tempo de aprimoramento técnico para atender a crescente demanda da população por produtos agrícolas. Como o aumento da produção agrícola pode ser atingido por diferentes tecnologias de cultivo, diferentes visões surgem nesse contexto, como o debate entre agricultura convencional e agricultura orgânica.

Portanto, esta proposta contribui para que os estudantes estabeleçam as articulações CTS além de mobilizar conteúdos de diferentes naturezas e estimular a participação crítica do estudante, o que pode contribuir para sua formação cidadã além de facilitar a construção de conteúdos de química orgânica.

3. A SEQUÊNCIA DE ENSINO

Segundo Carvalho (2013), o ensino por investigação propõe a criação de um ambiente investigativo em sala de aula, em que o professor conduz os estudantes em um processo simplificado do trabalho dos cientistas com o objetivo de ampliar seus conhecimentos científicos e a cultura científica, assim além das atividades desenvolvidas apresentarem um caráter investigativo, a ação do professor é determinante no desenvolvimento da proposta, logo deve apresentar uma postura questionadora e estimular o processo de construção do conhecimento pelos estudantes. Gradualmente nesse processo, os alunos adquirem a linguagem e dominam procedimentos característicos desta cultura, construindo assim conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, característicos do ensino das ciências assim como a desmistificação do trabalho científico contemplada pela abordagem CTS na superação da visão positivista e individualista da atividade científica.

Uma sequência de ensino investigativo (SEI) é iniciada com a apresentação de uma situação-problema, teórica e/ou experimental, e atividades dirigidas para que os alunos desenvolvam raciocínio lógico, habilidades do trabalho com variáveis para

a solução do problema. Na SEI os alunos são direcionados a discutir os resultados, sistematizando os conhecimentos construídos a partir da leitura de textos e discussão com o professor. Por fim, a contextualização do conhecimento com o cotidiano dos estudantes, ressaltando sua importância social, além de proporcionar o aprofundamento do conhecimento no âmbito social e tecnológico. (CARVALHO, 2013). É importante ressaltar que não existe um procedimento engessado nesta abordagem didática, podendo o problema inicial ser contextualizado e que necessite do desenvolvimento de conhecimentos científicos para sua solução por exemplo.

Carvalho (2013) propõe que a avaliação dos alunos durante uma SEI seja coerente com o ensino proposto, logo, apresente caráter formativo e que considere o aprendizado de conceitos, noções e ações científicas (procedimentos) e atitudes e valores da cultura científica, em consonância com a proposta educacional abrangente em que a SEI se estrutura.

O ensino por investigação vai ao encontro da função social do ensino defendida neste trabalho e com a abordagem CTS, por ser uma proposta que contribui para a construção e articulação do conhecimento, favorecendo a abordagem de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, como subsídios para formação da autonomia crítica dos estudantes. Esta proposta aproxima o aluno da cultura científica para a resolução de problemas (CARVALHO, 2013; SASSERON, 2015) e fortalece a abordagem CTS, visto que, trabalhar habilidades, como as de relacionar, conhecer e analisar criticamente situações reais com as lentes da ciência contribui para a inserção da ciência e das relações entre ciência e tecnologia e suas implicações sociais no cotidiano do aluno a partir da experiência, preparando-o para o exercício da cidadania (SANTOS, 2007a).

A SEI foi organizada em dois ciclos de atividades (CI e CII) cujos objetivos são: 1- motivar os estudantes para a construção de conceitos de Química Orgânica; 2- contribuir para a compreensão da linguagem científica; 3- compreender a função da química no desenvolvimento tecnológico e para a sociedade; 4- estimular a reflexão, discussão, argumentação dos estudantes; 5- instigar a discussão do tema agricultura e a produção de alimentos, possibilitando o debate de ideias e a articulação da tríade CTS, contribuindo para o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão frente a situações reais; 6- inserir os estudantes na cultura científica escolar; 7- desenvolver conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais (explicitados no detalhamento de cada atividade proposta).

O primeiro ciclo de atividades compreendia uma visão mais ampla do tema e o segundo ciclo mais focado nos conhecimentos específicos da química. A SEI abrange 21 aulas de 50 minutos cada, e tem como temas de discussão as seguintes situações:

CI- O cultivo de alimentos é de extrema importância para suprir as necessidades do homem e dos animais. Este cultivo pode ser realizado de diferentes formas.

CII- O crescimento dos vegetais depende da presença de nutrientes no solo, logo, podemos aumentar sua fertilidade adicionando adubo.

Sugerimos a divisão das aulas conforme a tabela 1, a qual apresenta as estratégias desenvolvidas e os objetivos de aprendizagem.

Tabela 1. Estratégias didáticas e seus objetivos.

ATIVIDADE	ESTRATÉGIAS	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM
1 (1 aula)	Questionário diagnóstico. Apresentação da problemática do CI.	Levantar os conhecimentos prévios dos estudantes. Proposição de hipóteses e discussão em grupos.
2 (3 aulas)	Leitura dos textos e análise de tabelas em grupos	Aprofundar os conhecimentos sobre o tema para subsidiar a verificação das hipóteses.
3 (3 aulas)	Exibição do documentário: “O veneno está na mesa II” ¹ . Aula expositivo-dialogada	Sistematizar o conhecimento com retomada dos pontos principais dos textos e as relações CTS para subsidiar a reavaliação de hipóteses.
4 (1 aula)	Construção de texto individual reavaliando as hipóteses a partir dos conhecimentos agregados.	Proporcionar a reconstrução do conhecimento pelos estudantes.
5 (2 aulas)	Construção da horta.	Articular a experiência da visita à comunidade agrícola local para a construção de conhecimentos e subsídios à construção da horta.
6 (1 aula)	Apresentação da problemática do CII. Aula na sala de informática.	Levantar hipóteses; utilizar ferramentas tecnológicas, estruturar o conhecimento sobre adubos.
7 (2 aulas)	Apresentação dos adubos. Adubação das plantas.	Promover articulação entre os conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais.
8 (2 aulas)	Jogo das funções orgânicas. Elaboração da tabela utilizando o livro didático.	Motivar e facilitar a construção dos conceitos de funções orgânicas.
9 (2 aulas)	Exercícios do livro didático.	Construir conteúdos procedimentais: resolução de exercícios.
10 (2 aulas)	Júri: agricultura convencional <i>versus</i> agricultura orgânica.	Promover o desenvolvimento da argumentação crítica frente a situações reais relativas à alimentação e a produção de alimentos.
11 (2 aulas)	Aula utilizando multimídia. Questionário final. Entrega do relatório do experimento: adubação da horta	Sistematizar o CII. Reformular as hipóteses e reconstruir o conhecimento.

A tabela 2 apresenta os conteúdos, segundo sua tipologia, desenvolvidos nas atividades.

¹ <<https://www.youtube.com/watch?v=fyvoKljtvG4>>

Tabela 2. Conteúdos desenvolvidos nas atividades

ATIVIDADE	Conteúdos conceituais	Conteúdos procedimentais	Conteúdos atitudinais
1 (1 aula)	—	fazer previsões sobre o produto de sua experiência e levantar hipóteses acerca de um problema real, articular o raciocínio lógico e explicação de ideias.	cooperação, participação, respeito, diálogo, convivência.
2 (3 aulas)	conceitos de agricultura orgânica, agricultura convencional e agrotóxicos, relações entre técnicas de plantio e a qualidade dos alimentos (relação entre ciência e tecnologia) e suas implicações para o meio ambiente e para a saúde das pessoas (relação tecnologia e sociedade);	leitura e interpretação de textos e tabelas, localização de informações em um texto, técnicas de higienização dos alimentos; compreensão de textos escolares e do discurso oral, assim como a organização dos conhecimentos e da comunicação por meio de diferentes linguagens (oral, escrita, gráfica)	reflexão crítica e a tomada de posição ao relacionar o texto com seus conhecimentos prévios, respeito, comportamento adequado durante a leitura dos textos, participação dialógica durante a interpretação dos textos.
3 (3 aulas)	a relação histórica do homem com a atividade agrícola (nômade até o agronegócio); tecnologias utilizadas no agronegócio e suas consequências para o homem e para o meio ambiente (relação tecnologia e sociedade); conceitos de erosão, eutrofização, transgênicos e impactos socioambientais relacionados (relações entre ciência e sociedade), questões políticas e econômicas envolvidas no desenvolvimento científico e tecnológico agrícola (efeitos da sociedade sobre a ciência e a tecnologia); conceito e objetivos da agricultura orgânica segundo a Lei nº10.831/2003 e valor nutricional dos alimentos, comparando alimentos orgânicos e convencionais.	levantamento de dados referentes a um conceito durante a discussão do documentário, interpretar acontecimentos e dados, raciocínio lógico e estabelecimento de relações de causa e efeito.	respeito, comportamento adequado durante a exibição do documentário e dos slides, participação dialógica durante a discussão do documentário e na apresentação dos slides de sistematização dos conceitos abordados.
4 (1 aula)	—	organização e síntese de informações; aplicação de conhecimentos para a solução de problemas; aplicação da ciência e tecnologia na vida cotidiana; raciocínio lógico; explicação e estabelecimento de relações de causa e efeito.	comunicação e expressão do conhecimento, propostas investigativas que explorem a escrita do aluno contribuem para a estruturação do pensamento, na medida em que o estudante necessita comunicar seu conhecimento.
5 (2 aulas)	cuidados com as plantas; relação entre as necessidades das plantas e os procedimentos de manutenção da horta.	medir, recortar, plantar, ou seja habilidades necessárias para a construção da horta na atividade prática.	cooperação; participação; respeito; diálogo; convivência.

ATIVIDADE	Conteúdos conceituais	Conteúdos procedimentais	Conteúdos atitudinais
6 (1 aula)	composição do adubo, a finalidade de cada componente utilizado, forma e frequência de adubação.	fazer previsões sobre uma atividade experimental e levantar hipóteses acerca de um problema real, articular o raciocínio lógico e explicação de ideias, obtenção e uso da informação científica e tecnológica, aplicação da ciência e da tecnologia na vida cotidiana, analisar e interpretar informações.	cooperação, participação, respeito, diálogo, convivência
7 (2 aulas)	composição dos adubos, necessidades nutricionais das plantas, relação entre a composição dos adubos e a técnica de adubação (C&T).	coleta e análise de dados, elaboração de relatórios, medir, interpretar o crescimento das plantas de acordo com variáveis, aplicar conhecimentos no contexto prático, analisar, criticar e julgar os resultados do experimento com base em padrões e valores, uso da informação científica e tecnológica.	trabalho cooperativo, colaborativo, responsável, e o diálogo entre o grupo.
8 (2 aulas)	funções orgânicas, fórmula molecular, fórmula estrutural, nomenclatura e propriedades dos compostos orgânicos.	observar, classificar, inferir, discriminar, identificar, fazer generalizações, raciocínio lógico, resolver exercícios.	cooperação, participação, respeito, diálogo, convivência.
9 (2 aulas)	classificação das cadeias carbônicas; reconhecimento de funções orgânicas.	habilidades de leitura, interpretação e análise de textos, normalmente cobradas em questões do Enem e de alguns exames de vestibulares.	Participação
10 (2 aula)	o desenvolvimento científico e tecnológico e suas implicações sociais;	exercício da argumentação, raciocínio lógico, estabelecimento de relações de causa e efeito.	posicionamento crítico frente a situações reais relativas à alimentação e o respeito mútuo durante o debate.
11 (2 aulas)	classificações de cadeias carbônicas e de átomos de carbono, constituintes dos compostos orgânicos usados na agricultura convencional (agrotóxicos e fertilizantes); questões sociais e ambientais relacionadas à bioacumulação de pesticidas (relação ciência e sociedade); propriedades dos compostos orgânicos como solubilidade e caráter ácido-básico; classes de pesticidas (organoclorados, organofosforados e carbamatos); toxicidade e periculosidade dos agrotóxicos; inseticidas naturais; impactos ambientais resultantes do uso de agrotóxicos e fertilizantes na agricultura, estabelecendo relações entre o desenvolvimento científico, as técnicas utilizadas e seus efeitos sobre a sociedade (relações CTS); legislação que define a agricultura orgânica; técnicas naturais relacionadas ao combate de pragas e a fertilização do solo, promovendo a relação entre tecnologia e sociedade; benefícios dos alimentos orgânicos para a saúde das pessoas.	raciocínio lógico, explicação, organização, análise e interpretação de informações.	Comunicação e expressão do conhecimento.

3.1. ATIVIDADE 1- APRESENTAÇÃO DA PROBLEMATIZAÇÃO CI

O cultivo de alimentos é de extrema importância para suprir as necessidades do homem e dos animais. Este cultivo pode ser realizado de diferentes formas. Quais formas de plantio você conhece?

De que forma o cultivo dos alimentos influencia na sua qualidade nutricional e no seu efeito sobre a saúde do homem?

Como podemos eliminar possíveis substâncias presentes nos alimentos que causam danos à nossa saúde?

RECURSOS: Papel pardo, caneta pilot, fita adesiva.

DESENVOLVIMENTO (1 aula): Levantamento de hipóteses em grupos de 4 estudantes; compartilhamento das hipóteses com a turma por meio da elaboração de um cartaz em papel pardo. Discussão sobre as hipóteses gerais da sala.

AValiação: Participação em aula.

3.2. ATIVIDADE 2 – LEITURA DOS TEXTOS

RECURSOS: textos (apêndices A-1, A-2, A-3 e A-4) e/ou textos sugeridos (A-5).

DESENVOLVIMENTO (3 aulas): realizar a leitura e discussão dos textos. Os textos utilizados apresentam diferentes linguagens e gêneros textuais, proporcionando diferentes reflexões.

Dica: Para tornar a aula mais dinâmica e motivar os alunos, a professora propôs a realização da leitura dos textos em duplas de alunos, sendo a entrevista pode ser interpretada por dois alunos. O uso de diferentes gêneros textuais, assim como leitura de tabelas, promovem a contextualização e proporcionam ao estudante o reconhecimento de diferentes linguagens representativas na construção de conceitos científicos (CAPECCHI, 2013).

AValiação: Participação em aula.

3.3. ATIVIDADE 3 - DOCUMENTÁRIO

RECURSOS: kit multimídia, documentário “O veneno está na mesa II”.

DESENVOLVIMENTO (3 aulas): Exibição na sala do documentário “O veneno está na mesa II”, produzido em 2014 por Silvio Tandler para discutir a pressão do agronegócio sobre a agricultura familiar e de seus riscos para as pessoas e para o meio ambiente. Na sequência realizar uma discussão sobre os problemas sociais do agronegócio e dos principais conceitos abordados nos textos e no documentário, durante esse momento pode ser apresentado slides a fim de aprofundar o debate sobre as questões sociais envolvidas no agronegócio e também sistematizar o

conhecimento com a retomada dos pontos principais dos textos e suas relações CTS, para então subsidiar a reavaliação das hipóteses.

AVALIAÇÃO: participação durante as aulas.

3.4. ATIVIDADE 4 – REAVALIANDO AS HIPÓTESES

RECURSOS: caderno do estudante

DESENVOLVIMENTO (1 aula): os alunos devem produzir um texto argumentativo reavaliando as hipóteses iniciais apresentadas na primeira aula por meio da reorganização das informações obtidas pelos textos, documentário e aula expositivo-dialogada, subsidiando a resignificação de conceitos e sustentando novos conhecimentos sobre o problema. A atividade proporciona a articulação dos conceitos estudados com os conhecimentos prévios dos estudantes.

AVALIAÇÃO: produção textual.

3.5. LIÇÃO DE CASA - VISITA À HORTA URBANA

DESENVOLVIMENTO: Atividade proposta durante o primeiro ciclo de atividades em que alunos devem realizar uma visita a uma comunidade agrícola/horta urbana a fim de entrevistar um de seus trabalhadores. Outra proposta é de que a visita seja realizada na forma de excursão pedagógica junto com o professor (a). Esta atividade pode ser realizada de forma interdisciplinar, em parceria com a disciplina de Língua Portuguesa, haja vista a elaboração da entrevista segundo o gênero textual.

AVALIAÇÃO: entrevista.

3.6. ATIVIDADE 5 - CONSTRUÇÃO DA HORTA

RECURSOS: determinados pelo (a) professor (a) devido ao tipo de horta que se pretenda construir, 4 tipos de plantas, 1 pacote de sementes.

DESENVOLVIMENTO (2 aulas): realizar a construção da horta de acordo com a disponibilidade de espaço da escola e planejamento do (a) professor (a). Recomendamos que cada grupo de estudantes cultive 5 plantas da mesma espécie para a comparação entre os grupos, visto que a horta é destinada a experimentação investigativa acerca da adubação.

AVALIAÇÃO: participação na atividade.

3.7. ATIVIDADE 6 - APRESENTAÇÃO DA PROBLEMATIZAÇÃO CII

O crescimento dos vegetais depende da presença de nutrientes no solo, logo, podemos aumentar sua fertilidade adicionando adubo.

Questão 1: Como você adubaria nossa horta?

Questão 2: Qual tipo de adubo: químico ou orgânico você acha que fornece mais nutrientes para as plantas? Dê um exemplo deste adubo.

Questão 3: Como você prepararia um adubo orgânico? Justifique o uso dos materiais escolhidos.

RECURSOS: sala de informática com acesso à internet.

DESENVOLVIMENTO (1 aula): Levantamento de hipóteses em grupos de 4 estudantes depois realização de uma pesquisa na sala de informática a fim de enriquecer suas ideias para criação do adubo e teste nas plantas.

AValiação: Participação em aula.

3.8. ATIVIDADE 7 – ADUBAÇÃO DAS PLANTAS (experimentação investigativa)

RECURSOS: adubos.

DESENVOLVIMENTO (1 aula): cada grupo deve apresentar para classe o adubo escolhido, reportando os materiais a serem utilizados, suas finalidades e quantidades, para posterior adubação das plantas. O experimento possui o objetivo de analisar a influência de diferentes adubos no crescimento das plantas, cada grupo de estudantes fica responsável por adubar (com o adubo preparado pelo grupo) e cuidar de um conjunto de plantas durante o período de 1 a 2 meses. Sugerimos a utilização de um adubo químico (NPK), e diferentes adubos orgânicos preparados pelos estudantes “em casa”, e que se mantenha um conjunto de plantas sem adubação como controle.

AValiação: Participação em aula e relatório final.

3.9. ATIVIDADE 8 – FUNÇÕES ORGÂNICAS.

RECURSOS: jogo das funções (apêndice 6), livro didático, caderno do aluno (material didático oferecido pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo).

DESENVOLVIMENTO (2 aulas): realização do jogo na primeira aula e com auxílio do livro didático realizar a atividade sobre funções orgânicas e as propriedades dos compostos orgânicos do caderno do aluno (apêndice 7).

AValiação: Participação em aula, exercícios.

3.10. LIÇÃO DE CASA

RECURSOS: caderno do aluno.

DESENVOLVIMENTO: Para ampliar o conhecimento sobre agrotóxicos e sua influência sobre os seres vivos, solicitar aos alunos como tarefa a atividade sobre o DDT e bioacumulação de pesticidas das páginas 67-70 do caderno do aluno volume 2 (ANEXO 2).

AValiação: tarefa realizada.

3.11. ATIVIDADE 9 - EXERCÍCIOS DO LIVRO DIDÁTICO

RECURSOS: livro didático e/ou lista de exercícios elaborada pelo (a) professor (a), caderno do aluno (SÃO PAULO, 2014).

DESENVOLVIMENTO (2 aula): o (a) professor (a) pode resolver alguns exercícios na lousa como modelo para os outros exercícios, os quais devem ser resolvidos pelos estudantes na sala de aula.

AValiação: Participação em aula.

3.12. ATIVIDADE 10 – JÚRI SIMULADO: AGRICULTURA CONVENCIONAL VERSUS AGRICULTURA ORGÂNICA.

RECURSOS: atividade desenvolvida na sala de aula.

DESENVOLVIMENTO (2 aulas): determinar junto aos estudantes os papéis exercidos na atividade: juiz, jurados, advogados e testemunhas do modelo convencional de agricultura, advogados e testemunhas do modelo orgânico de agricultura e plateia. A plateia participa das discussões junto às partes, que em seguida expõem seus argumentos a favor do modelo defendido e contra o outro modelo sob condução do juiz. Ao final os jurados se reúnem com o juiz e com base nos fatos apresentados decidem por um dos lados.

Ressaltamos que a atividade proporciona um debate de ideias defendido no ensino CTS, a fim de desenvolver o posicionamento crítico dos estudantes, e não apresenta um “vencedor” apontando o melhor modelo, e sim o grupo que melhor defendeu seu posicionamento de forma fundamentada.

AValiação: participação dos estudantes na atividade.

3.13. ATIVIDADE 11 - REAVALIANDO AS HIPÓTESES

RECURSOS: kit multimídia, caderno do estudante

DESENVOLVIMENTO (2 aulas): a primeira aula é destinada à sistematização de conceitos do ciclo II por meio de slides preparados pela professora.

Na segunda aula os alunos devem produzir um texto argumentativo reavaliando as hipóteses iniciais apresentadas na problematização do CII por meio da reorganização das informações obtidas pelo experimento, pesquisa, e aula expositivo-dialogada, subsidiando a resignificação de conceitos e sustentando novos conhecimentos sobre o problema. A atividade proporciona a articulação dos conceitos estudados com os conhecimentos prévios dos estudantes. Propomos também neste momento a aplicação de uma avaliação sobre química orgânica.

AVALIAÇÃO: produção textual, avaliação sobre os conceitos de química orgânica.

4. REFERÊNCIAS

ACEVEDO-DÍAZ, J. A. Cambiando la práctica docente em la enseñanza de las ciencias a través de CTS. In: GORDILLO, M. M. Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad: Madrid, Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI, 2009. 2 p. 35-40. Documentos de Trabajo, n. 03, disponível em: <<http://www.oei.es/caeu>> Acesso em: 17/11/2017.

AIKENHEAD, G. S. What is STS science teaching? In: STS education: international perspectives on reform. New York: Theachers College Press, 1994. p. 47-59.

AIKENHEAD, G. S. Educação Científica para todos. Portugal: Edições Pedagogo, 2009. 187p.

ANGOTTI, J. A. P.; AUTH, M. A. Ciência e Tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. Ciência & Educação. v.7. n.1. p.15-27. 2001.

CAPECCHI, M. C. V. M. Problematização no ensino de Ciências. In: Ensino de Ciências por Investigação, São Paulo: Cengage Learning, 2013.p.21-40.

CARVALHO, A. M. P. Ensino de Ciências por Investigação, São Paulo: Cengage Learning, 2013.152p.

CEREZO, J. A. L. Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. In: GORDILLO, M. M. Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad: Madrid, Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI, 2009. 2 p. 21-33. Documentos de Trabajo, n. 03, disponível em: <<http://www.oei.es/caeu>> Acesso em: 17/11/2017.

GORDILLO, M. M. Cultura científica y participación ciudadana: materiales para la educación CTS. In: GORDILLO, M. M. Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad: Madrid, Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI, 2009, 6 p. 67-77. Documentos de Trabajo, n. 03, disponível em: <<http://www.oei.es/caeu>> Acesso em: 17/11/2017.

O VENENO está na mesa II. Produção de Maycon Almeida. Direção de Silvio Tandler. São Paulo: CALIBAN Produções cinematográficas, 2014. (70 min).

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=fyvoKljtvG4>>. Acesso em: 17 julho. 2016.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. A aprendizagem e o ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. Porto Alegre: Ed Artmed, 2009.

SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, v. 12, n. 36, p. 474–550, 2007a.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência e Ensino**. Vol. 1, Novembro de 2007b.

SANTOS, W. L. P. Educação Científica Humanística em Uma Perspectiva Freireana: Resgatando a Função do Ensino de CTS. **Alexandria Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, v. 1.n.1. p.109-131. 2008.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. *Ciência e Educação*. Bauru. v. 7. N. 1. p.95-111. 2001.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da Educação Brasileira. *Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 2, n. 2. p. 133–162. 2002.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.14 n. 2. p. 191- 219. 2009.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. Educação em Química: compromisso com a cidadania. 4.ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010.

SÃO PAULO, Secretaria da Educação. Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias. 1. ed. atual. São Paulo, 152 p.2012.

SASSERON, L. H. Alfabetização Científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Revista Ensaio*. Belo Horizonte, v.17. n.especial. p. 49-67. 2015.

ZABALA, A. A Prática Educativa: como ensinar. Porto Alegre: Ed Artmed, 1998. 224p.

APÊNDICES

A.1 – Texto 1

Em busca de uma agricultura sustentável

Atualmente, na América Latina, quase 75% da população vive em grandes cidades, sem relação direta nem controle sobre a produção de alimentos. No Brasil, 81,23% da população é urbana, segundo o IBGE, ou seja, a maior parte dos consumidores modernos encontra os alimentos nos supermercados ou armazéns e, geralmente, não se preocupa em saber de onde vêm ou como foram produzidos. A agricultura transformou-se numa indústria que deve alimentar uma população que não para de crescer. Para isso, passou a utilizar métodos artificiais, como os fertilizantes e pesticidas químicos, a manipulação genética, a irrigação e hormônios para acelerar o crescimento de animais. Se de um lado tais práticas fizeram aumentar a produção, e também os lucros, de outro vêm causando sérios danos ao meio ambiente e aos seres humanos.

O uso de fertilizantes químicos na agricultura iniciou-se em meados do século XIX com a invenção do NPK (fórmula química contendo nitrogênio, fósforo e potássio) pelo barão Justus Von Liebig. Ele supôs que esses três elementos, por sua importância no crescimento das plantas, fossem suficientes para manter a crescente escala da produção agrícola. Liebig defendia a devolução ao solo dos nutrientes retirados em cada colheita, inclusive com o uso de fertilizantes orgânicos. A química industrial seria apenas um dos instrumentos dessa agricultura de restituição. Mas o potencial econômico da nova indústria ofuscou cada vez mais as alternativas orgânicas. A tecnologia da produção química na agricultura tornou-a industrial, ou seja, não dependente de insumos diretamente naturais. Depois de alguns anos, as observações de Liebig o levaram a questionar alguns aspectos do novo

modelo, observando o empobrecimento dos solos e o surgimento de novas pragas. Tentou rever o processo, que, no entanto, já se tornara economicamente irreversível.

Em geral, o agricultor emprega a adubação química convencional, com fertilizantes industriais à base de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). Esses elementos estão presentes também no esterco, porém, nos fertilizantes químicos, suas concentrações são superiores às necessidades dos cultivos. O desequilíbrio provocado pelo uso massivo de fertilizantes, aliado muitas vezes ao excesso de água nos cultivos, principalmente em áreas irrigadas, e à prática de monocultivo extensivo, também pode enfraquecer a planta, tornando-a mais susceptível ao ataque de pragas e doenças.

O nitrogênio presente nos fertilizantes pode se acumular no solo e ser transformado, por processos químicos, em nitrato, que é um composto cancerígeno. O nitrato pode contaminar o solo e, pela ação da chuva ou irrigação, ser conduzido para camadas mais profundas, chegando aos lençóis subterrâneos e podendo até contaminar a água.

Os fertilizantes químicos geralmente contêm metais pesados, como o cádmio, extremamente agressivos. Por meio dos alimentos que comemos podemos armazenar cádmio em nosso organismo, especialmente no fígado e nos rins, o que pode favorecer a osteoporose, doença que enfraquece os ossos. Outra preocupação ambiental está relacionada ao uso de fertilizantes naturais provenientes dos resíduos gerados pela suinocultura e pela avicultura, e à falta de utilização de métodos de compostagem adequados para essas formas de adubação orgânica.

Os agroecossistemas e monocultivos favorecem o desequilíbrio nas populações de pragas, doenças, plantas, ervas daninhas e microorganismos, que se transformam em sérios problemas para a

produção de alimentos agrícolas. Estes, freqüentemente, atacam as plantações por encontrarem ambiente favorável ao seu desenvolvimento e permanência, provocando, quando nenhuma medida de controle é realizada a tempo, grandes perdas nas lavouras.

Há vários tipos de agrotóxicos, mas os mais usados na agricultura são os inseticidas (para controlar insetos), os herbicidas (para controlar plantas e ervas daninhas) e os fungicidas (para controlar fungos).

Não há como iniciar um processo de desenvolvimento do espaço rural com base nas premissas do desenvolvimento sustentável se persistirmos na adoção de práticas que desconsiderem as relações existentes entre os fatores ecológicos, sociais e econômicos.

A agroecologia é o modelo de agricultura que mais se aproxima do modelo sustentável de produção de alimentos. Cada vez mais difundida no Brasil, leva em conta um conjunto de fatores, como a preservação da biodiversidade, o equilíbrio do fluxo de nutrientes, a conservação da superfície do solo, a utilização eficiente da água e da luz e a manutenção de um nível alto de fitomassa total e residual na propriedade. Além disso, inclui os fatores sociais, como a geração de trabalho e renda, a promoção de educação, do aperfeiçoamento técnico e da qualidade de vida, além do estímulo ao associativismo e ao cooperativismo, de forma a reforçar o enraizamento das famílias rurais. Assim entendida, a mudança para um modelo de agricultura é muito mais que apenas inserir práticas de agricultura alternativa no sistema de produção, sejam elas relacionadas às agriculturas biodinâmicas, ecológicas ou orgânicas.

A agricultura orgânica, que não emprega insumos químicos, já é praticada comercialmente em muitos países. Do ponto de vista ambiental, é uma boa alternativa. Porém, os preços de alguns produtos ainda são mais elevados do que os dos alimentos convencionais. A razão é a demanda ser muito maior do que a oferta, e não porque o custo de produção

seja maior. Isso faz com que o consumo de alimentos orgânicos seja ainda um privilégio das classes econômicas mais favorecidas.

As verduras e frutas cultivadas ecologicamente são geralmente mais saborosas e duráveis. Isso ocorre por acumularem menos água e mais substâncias de alto valor nutritivo, como proteínas, minerais e vitaminas. As verduras e frutas ecológicas crescem onde uma grande diversidade de organismos transforma a matéria orgânica em nutrientes para as plantas. No Brasil, os alimentos produzidos ecologicamente podem receber um selo de identificação, emitido por organismos certificadores

A Lei n.º 10.831, de 23/12/2003, dispõe sobre a agricultura orgânica, visando normatizar a produção de produtos de origem orgânica ou natural. Agricultura Orgânica Considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e em que há respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo:

- a. a sustentabilidade econômica e ecológica;
- b. a maximização dos benefícios sociais;
- c. a minimização da dependência de energia não-renovável;
- d. empregar, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos;
- e. a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização;
- f. a proteção do meio ambiente.

Com isso, não apenas estão cuidando da própria saúde como também incentivando a produção sustentável de alimentos e a preservação do meio ambiente.

CONSUMO SUSTENTÁVEL: Manual de educação. Brasília: ConsumersInternational/ MMA/ MEC/ IDEC, 2005. 160 p.

A.2 Texto 2

Comida química

Dezembro de 2013, revista Superinteressante, Lydia Cintra

Somos campeões no consumo de defensivos agrícolas condenados em outros países. Por que o Brasil usa tanto agrotóxico?

A pulverização feita por aviões é regulamentada pelo Ministério da Agricultura, mas, nas fazendas europeias, jogar agrotóxico do céu já faz parte do passado desde 2009. Estudos mostram que, mesmo seguindo todas as recomendações de temperatura e ventos, somente 32% das substâncias despejadas do céu permanecem nas plantas. O restante contamina solo, água e áreas vizinhas às plantações. Resultado de uma política que incentivou o país a se tornar um dos maiores fornecedores de produtos agrícolas do mundo. O país é um dos campeões no consumo de agrotóxicos, o que, segundo a indústria química, não passa de um efeito colateral de um objetivo nobre: aumentar a produtividade das lavouras brasileiras. Um dossiê de 2012 da Associação Brasileira de Saúde Coletiva (Abrasco) aponta que, dos 50 produtos mais utilizados nas lavouras brasileiras, 22 são proibidos na União Européia, o que faz com que o país seja o maior consumidor de agrotóxicos já banidos em outros locais do mundo, de acordo com a entidade.

A consequência: em 2011, uma pesquisa da Universidade Federal do Mato Grosso em parceria com a Fundação Oswaldo Cruz comprovou que até mesmo o leite materno pode conter resíduos de agrotóxicos. O estudo coletou amostras em mulheres do município de Lucas do Rio Verde (MT), um dos maiores produtores de soja do país. Em 100% delas foi encontrado ao menos um tipo de princípio ativo. Em algumas, até seis tipos. E em 70% das amostras o endossulfan estava presente. Hoje, é difícil dissociar

safras recordes e indústria química, responsável pela fabricação de herbicidas, inseticidas e fungicidas, que matam e controlam a disseminação de plantas daninhas, insetos e fungos nas plantações.

Incentivo público

Para entender como chegamos a uma posição de destaque no ranking químico, é preciso retroceder pelo menos até 1975, quando o regime militar incentivou o uso de agrotóxicos com o Plano Nacional de Defensivos Agrícolas, que condicionava a obtenção de crédito rural à aplicação de pesticidas. "Foi também nessa época que apareceram as primeiras denúncias de contaminação de alimentos e intoxicação de trabalhadores rurais", explica o engenheiro agrônomo e consultor ambiental Walter Lazzarini, envolvido na formulação da Lei dos Agrotóxicos brasileira, em 1989, que estabeleceu regras mais rigorosas para a concessão de registros de novos produtos. A lei vigora até hoje, com algumas mudanças no texto original. O gargalo, porém, está no cumprimento da legislação. "O país investe menos do que deveria em fiscalização e monitoramento", comenta Decio Zylbersztajn, professor e criador do Centro de Conhecimento em Agronegócios da FEA/USP. No Brasil, o processo de registro de novos produtos passa por três ministérios (Agricultura, Meio Ambiente e Saúde), os fabricantes têm isenção de alguns impostos, e o preço de registro de novos agrotóxicos é de no máximo US\$ 1 mil. Nos EUA, custa até US\$ 630 mil. Outro ponto polêmico: a legislação brasileira não prevê reavaliações periódicas obrigatórias dos agrotóxicos registrados. Nos EUA, os produtos são reavaliados a cada 15 anos (e cada reavaliação custa US\$ 150 mil para o fabricante), e na União Européia, a cada dez anos. "O avanço da ciência permite identificar efeitos nocivos não

observados no processo de registro e, com base em uma reavaliação, medidas podem ser tomadas para mitigar esses efeitos", defende Robson Barizon, pesquisador de Dinâmica de Pesticidas no Ambiente da Embrapa. Em 2008, a Anvisa elegeu 14 princípios ativos para reavaliação. Apenas cinco foram concluídas até agora. No Brasil, 55 produtos à base de glifosato são autorizados para mais de 20 culturas, como feijão, arroz e banana. Outra política brasileira que gera protestos: uma instrução aprovada em 2010 permite que os fabricantes usem os resultados de seus estudos para plantas com características botânicas semelhantes. Por exemplo: um agrotóxico autorizado para o alface poderá ser registrado para outras 10 verduras, como o agrião e a rúcula.

Precisamos deles?

"Sem essa indústria, não só Brasil, mas o mundo teria grande dificuldade de suprir alimento para a população", defende o professor Zylbersztajn. Para ele, cumprir as regras de segurança é mais importante do que produzir apenas alimentos orgânicos, por exemplo. "O agrotóxico vai deixar resíduo? Sim. Assim como quando você toma remédios acaba tendo efeito colateral. Mas qual é a alternativa? Não tem alternativa. É o melhor que a gente consegue fazer", conclui. A indústria argumenta que a inevitável queda de produtividade torna a alimentação 100% orgânica inviável. "Os agroquímicos são necessários para manter o nível de produção que temos no Brasil. A maior sustentabilidade que podemos proporcionar para a agricultura é produzir mais com menos", diz Berger, da Monsanto. Há quem discorde. Para

Leonardo Melgarejo, a policultura é mais produtiva e fornece alimentos mais saudáveis. "Os custos de largas áreas sustentadas por agroquímicos não justificam os resultados. Em 16 municípios do Rio Grande do Sul, por exemplo, 400 famílias participam de um projeto de cultivo de arroz sem agrotóxicos. O rendimento da produção, cerca de 3,75 toneladas por hectare, é menos da metade de uma lavoura tradicional, tratada com químicos. "Eles dominam uma tecnologia que concorre com lavouras modernas, praticam custos inferiores e não poluem as águas. Se esses resultados foram obtidos sem apoio intensivo de políticas públicas, o que podemos esperar na presença de crédito, pesquisa e assistência especializada?", pergunta Melgarejo. As respostas podem estar com o consumidor, que decide o que vai comer.

Top contaminados

A Anvisa analisou sete alimentos em 2012 para determinar seus níveis de intoxicação. O percentual revela quantas amostras continham algum tipo de irregularidade:

59% - Morango

42% - Pepino

41% - Abacaxi

33% - Cenoura

28% - Laranja

Alimentos que apresentam agrotóxicos não autorizados. Alimentos que apresentam ingredientes autorizados, mas acima dos limites máximos permitidos. Alimentos que apresentam as duas coisas juntas: agrotóxicos não autorizados e limites de resíduos acima do permitido.

A.3 Texto 3

Alimentos orgânicos e convencionais frente a frente, um esclarecimento

Fonte: Portal Orgânico <http://www.organicnet.com.br/2012/09/alimentos-organicos-e-convencionais-frente-a-frente-um-esclarecimento> 11/09/2012

Trechos de entrevista feita com a nutricionista Elaine Azevedo, especializada em alimentação orgânica e coordenadora do Portal Orgânico. Na entrevista, Elaine, que é também autora de um livro sobre orgânicos e professora da Universidade Federal de Grande Dourados, explica e esclarece os leitores sobre a questão nutricional envolvendo alimentos orgânicos e convencionais.

PORTAL ORGÂNICO: Os alimentos orgânicos são mais nutritivos do que os convencionais?

DRA. ELAINE: Primeiro de tudo é bom lembrar que existem vários aspectos de qualidade do alimento orgânico. O valor nutricional é um deles. Mas existem outros, como toxicidade, que é o principal diferencial, durabilidade e características sensoriais, como sabor, cor e textura. Podemos dizer que, a princípio, os orgânicos não têm maior valor nutricional, e sim melhor valor nutricional. Vamos fazer uma relação com o ser humano. Quando comemos demais, não quer dizer que estejamos bem nutridos. Ao contrário. Pode surgir uma tendência à obesidade. E, se comemos pouco e mal, ficamos desnutridos. O ideal, então, é termos a qualidade e a quantidade de nutrientes adequada para a nossa espécie. Nas plantas é a mesma coisa. O solo deve fornecer o necessário, não o excesso. Um solo saudável, enriquecido com adubos orgânicos, é rico em muitos tipos de minerais. Os vegetais cultivados convencionalmente, à base de fertilizantes sintéticos – compostos unicamente de grandes quantidades de nitrogênio, fósforo e potássio de alta solubilidade, o adubo NPK –, acabam absorvendo

grandes quantidades de nitrogênio do solo. Por isso, formam mais proteína, mas também mais nitrogênio livre, criando um desequilíbrio interno na planta. Esses vegetais que têm nitrogênio em excesso atraem mais pragas e por consequência tem-se que usar mais agrotóxicos para combatê-las. Ou seja, ter mais proteína não significa necessariamente ser um alimento mais saudável. Já a planta cultivada organicamente recebe e absorve somente os nutrientes de que precisa e tem um equilíbrio no valor nutritivo em geral. Não me refiro especificamente a carboidratos, lipídios e proteínas, que, tanto nos alimentos orgânicos quanto nos convencionais, são formados pela ação da luz solar, pela fotossíntese. Nisso eles podem ser muito semelhantes. Aliás, não são esperadas grandes diferenças de valor nutritivo entre orgânicos e convencionais.

PORTAL ORGÂNICO: Então o que diferencia o alimento orgânico do convencional em termos nutricionais, afinal?

DRA. ELAINE: É a qualidade do solo. Há pesquisas realizadas com alguns alimentos vegetais que comprovam a superioridade de minerais dos orgânicos. São poucas pesquisas ainda, mas nelas se provou que é no teor de mineral que o alimento orgânico pode se diferenciar do convencional. E existem estudos que mostram que o teor dos minerais nos alimentos diminuiu muito por causa dos métodos da agricultura convencional. Por isso os especialistas recomendam cada vez mais suplementos sintéticos. Os solos estão pobres; os alimentos produzidos neles também.

PORTAL ORGÂNICO: Além do equilíbrio mineral, há mais alguma diferenciação entre o orgânico e o convencional?

DRA. ELAINE: Sim. Também é comprovado por meio de pesquisas que os alimentos orgânicos têm maior teor de fitoquímicos, substâncias como isoflavona, sulforaceno e licopeno, foco da nutrição

funcional. No tomate orgânico, por exemplo, há maior teor de licopeno. Essas substâncias têm diferentes funções no organismo e na planta elas funcionam como um sistema de defesa; ou seja, o sistema imunológico da planta produz fitoquímicos. Os vegetais orgânicos têm que desenvolver um sistema de defesa mais eficiente porque não recebem o agrotóxico que controla as doenças. Novamente, comparando com o organismo humano, se o corpo está bem nutrido (como uma planta orgânica), ele tem um sistema de defesa que produz anticorpos de forma mais eficiente. A planta produz fitoquímicos. E, no caso de alimentos de origem animal, os orgânicos têm, comprovadamente, gordura de melhor qualidade, porque os animais criados organicamente têm a possibilidade de caminhar, ciscar, se movimentar. Aí também comparo conosco: quando fazemos exercícios regularmente, temos gordura corporal de melhor qualidade. Há várias pesquisas que comprovam que os alimentos orgânicos de origem animal (carnes, leites, ovos) têm taxas iguais de ômega 3 e 6, maior teor de ácidos graxos insaturados e menores teores de ácidos graxos saturados. É bom ressaltar que o teor de gordura de proteína animal orgânica não é maior nem menor. É melhor.

PORTAL ORGÂNICO: São gorduras melhores para o nosso organismo absorver, é isso?

DRA. ELAINE AZEVEDO: A gordura insaturada eleva o nível de lipoproteína de alta densidade no sangue (HDL ou “colesterol bom”) e reduz o nível de lipoproteína de baixa densidade no sangue (LDL, ou “colesterol ruim”).

Quando citei a relação entre ômega 3 e 6, que é de um para um, isso indica também que a gordura é de melhor qualidade. A relação de equilíbrio entre os dois tipos de ácido linoléico (3 e 6) ajuda a evitar os problemas associados ao consumo excessivo de ômega 6 na dieta. Entre tais problemas estão as doenças cardíacas; a arteriosclerose; alguns tipos de câncer; hipertensão; colite e algumas doenças ósseas. São assuntos bastante técnicos e o mais fácil é dizer: são alimentos que apresentam gordura de melhor qualidade, uma vez que o animal se exercita.

PORTAL ORGÂNICO: Há pesquisas que comprovam efetivamente tudo isso?
DRA. ELAINE AZEVEDO: Sim. Há várias que demonstram o teor aumentado de fitoquímicos e a qualidade da gordura animal. Em alguns vegetais pesquisados também foi comprovado o maior equilíbrio de minerais. No teor de proteínas, carboidratos e lipídios, porém, se fala em controvérsias na pesquisa. É uma controvérsia que, na verdade, não vai se diluir, porque não se esperam diferenças entre orgânicos e convencionais no quesito valor nutricional. E é um aspecto difícil de pesquisar. O simples transporte do alimento, a quantidade de luz solar ou água que a planta recebe já mudam o valor nutricional, então é um aspecto que precisa ter muito controle para a realização de estudos comparativos. Mas de qualquer maneira não é sob esse aspecto que se pode dizer: ah, é aí que os orgânicos se destacam. Não é por aí. Eu insisto que o valor nutricional não é o aspecto mais importante para definir a qualidade de um alimento. É muito reducionista.

A.4 Texto 4

Lavar os alimentos remove todos os agrotóxicos?

Revista Superinteressante, Lydia Cintra, 28/10/2011

Segundo a Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), a lavagem dos alimentos apenas contribui para a que uma parte dos agrotóxicos seja retirada, mas não resolve o problema por completo. A explicação está nos tipos de ação. Os chamados sistêmicos são absorvidos e circulam pelos tecidos vegetais – dessa forma, a distribuição é uniforme e o tempo de ação é maior. De acordo com a Embrapa, a movimentação do produto dentro das plantas “permite agir em locais dificilmente alcançáveis pelos produtos de contato”. Este é o segundo tipo, quando o agrotóxico age externamente, por contato mesmo. Ainda assim, alguns podem entrar nos alimentos por meio de porosidades.

Uma boa lavagem remove parte dos resíduos que estão na superfície. Mas os que foram absorvidos continuam lá e são ingeridos junto com o morango, a maçã, a cenoura, a berinjela...

O que pode ser feito?

– Escolha alimentos certificados, cujos produtores se comprometam com boas práticas agrícolas;

– Procure saber a origem das verduras e frutas que você compra no supermercado;

– Quando possível, dê preferência às opções orgânicas, que não usam agrotóxicos, e escolha produtos “da época”, que não precisaram ser conservados por tanto tempo;

– Mesmo que o resultado não seja 100%, lave bem os alimentos. De acordo com a Anvisa, não é comprovado que o uso de água sanitária na lavagem remove resíduos de agrotóxicos. A finalidade é matar agentes microbiológicos que podem estar presentes no alimento (essa higienização deve ser na proporção de uma colher de sopa de água sanitária para um litro de água).

A tabela abaixo apresenta a quantidade de alguns minerais presentes nos alimentos orgânicos e convencionais.

ORGANIC VS CONVENTIONAL

Vegetables Type of Soil Management	Minerals (in milliequivalents)						
	Calcium	Magnesium	Potassium	Sodium	Manganese	Iron	Copper
Snap Beans							
Organic	40.5	60.0	99.7	8.6	60.0	227.0	69.0
Conventional	15.5	14.8	29.1	0.0	2.0	10.0	3.0
Cabbage							
Organic	80.0	43.6	146.3	20.4	13.0	94.0	46.0
Conventional	17.5	15.6	53.7	0.8	2.0	20.0	0.4
Lettuce							
Organic	71.0	49.3	176.5	12.2	169.0	516.0	60.0
Conventional	16.0	13.1	53.7	0.0	1.0	1.0	3.0
Tomatoes							
Organic	23.0	59.2	146.3	6.5	68.0	1936.0	53.0
Conventional	4.5	4.5	58.6	0.0	1.0	1.0	0.0
Spinach							
Organic	96.0	293.9	257.0	69.5	117.0	1584.0	0.0
Conventional	47.5	46.9	84.0	0.8	1.0	19.0	0.5

Research conducted by Firman E. Bear at Rutgers University in the Natural Gardener's Catalog (1995)

A.5 – Textos sugeridos

- <https://mundosustentavel.com.br/mundo-sustentavel/aprovaram-o-pacote-do-veneno-e-agora/>
- <https://jornalggn.com.br/noticia/14-agrotoxicos-proibidos-no-mundo-sao-utilizados-no-brasil>
- <http://conexaoplaneta.com.br/blog/agro-e-pop-agro-e-tudo-os-donos-do-poder-e-a-manipulacao-da-comunicacao/>
- <http://thegreenestpost.com/anvisa-libera-o-uso-de-agrotoxico-que-pode-causar-danos-graves-ao-sistema-nervoso/>
- <https://www.pragmatismopolitico.com.br/2018/05/camara-e-financiada-armas-drogas-agrotoxicos.html>
- <https://www.brasildefato.com.br/2017/11/08/fim-do-glifosato-na-europa-pode-ser-um-marco-historico-na-luta-contra-os-agrotoxicos/>
- <https://www.redebrasilatual.com.br/ambiente/2017/11/pacote-do-veneno-em-doses-homeopaticas-anvisa-libera-agrotoxico-perigoso>
- <https://g1.globo.com/bemestar/noticia/testes-de-ong-mostram-que-36-dos-alimentos-tem-agrotoxicos-acima-do-limite-ou-proibidos.ghtml>
- <https://www.redebrasilatual.com.br/saude/2018/08/pesquisa-detecta-glifosato-na-maioria-das-amostras-de-leite-materno-no-piaui>
- <http://conexaoplaneta.com.br/blog/novo-estudo-revela-melhor-maneira-de-retirar-agrotoxico-da-maca/>
- <https://www1.folha.uol.com.br/equilibrioesaude/2017/11/1931980-presenca-irregular-de-agrotoxicos-em-alimentos-e-detectada-por-estudo.shtml>
- <https://www.cartacapital.com.br/economia/por-que-o-mercado-de-organicos-ainda-nao-deslanchou-no-brasil-1987.html>
- <https://www.cartacapital.com.br/economia/brasil-paraiso-dos-agrotoxicos>
- <https://www.cartacapital.com.br/blogs/brasil-debate/agronegocio-trava-guerra-contra-organicos-e-alimentacao-saudavel>

A.6 – Vídeos sugeridos

O Veneno Está na Mesa: <https://www.youtube.com/watch?v=8RVAgD44AGg>

O Mundo Segundo a Monsanto: <https://www.youtube.com/watch?v=sWxTrKICMnk>

A. 7 – Jogo das funções orgânicas

O jogo das funções pode ser adaptado pelo (a) professor (a) e tem como objetivo que os estudantes agrupem as fórmulas estruturais das substâncias de acordo com suas semelhanças (função), construindo o conceito de funções e nomenclatura. Assim pode-se elaborar um jogo para as funções oxigenadas e outro para as funções nitrogenadas e outro para as outras funções ou um único jogo com todas as funções, como o proposto neste trabalho, porém observamos que o uso de mais funções dificulta o estabelecimento de relações devido a quantidade de cartas.

Modo de jogar: cada grupo de aproximadamente 5 estudantes recebe um jogo contendo cartas com:

24 fórmulas estruturais com o nome da substância (presente no cotidiano, dentre agrotóxicos, substâncias presentes nas plantas, fertilizantes); 11 nomes de funções orgânicas (incluindo uma carta com “mais de uma função”); 16 imagens de algumas substâncias cujas fórmulas são apresentadas nas cartas, 3 fórmulas moleculares para relação com a fórmula estrutural.

Parte 1: os estudantes inicialmente devem agrupar as fórmulas estruturais de acordo com sua semelhança, observando também as semelhanças de nomenclatura.

Parte 2: colocar os nomes nos grupos, ou seja, cada grupo uma função, por semelhanças entre os nomes das substâncias e do grupo, ou alguma outra lógica determinada pelo grupo.

Parte 3: relacionar 16 imagens às fórmulas das substâncias.

Parte 4: relacionar as 3 fórmulas moleculares às respectivas substâncias.

Após cada etapa realizada, o grupo chamava a professora para a conferência e poderia receber 3 dicas para esclarecer alguma dúvida do grupo. No momento em que a etapa é finalizada, a professora conta os acertos de cada grupo e registra na lousa.

Quando um dos grupos finaliza a quarta parte, a professora dá 3 minutos para os outros grupos finalizarem a atividade e conta a pontuação. O grupo que obtiver na somatória das partes mais acertos é o vencedor.

A participação da professora esclarecendo dúvidas dos estudantes ou fornecendo dicas para execução da tarefa proposta, além de conferir significado ao conteúdo, e contribuir para o reconhecimento do êxito também é motivação para a continuidade da aprendizagem, logo a avaliação dada pelo professor e sua intervenção ajudando o aluno a compreender o erro e controlar seu aprendizado é importante para a manutenção da motivação extrínseca, assim como a adequação das tarefas a capacidade dos alunos e seus conhecimentos prévios (ZABALA, 1998, POZO e CRESPO, 2009).

ANEXOS – ATIVIDADES DO CADERNO DO ALUNO

A.1 Atividade sobre funções orgânicas



PESQUISA EM GRUPO

De acordo com a orientação de seu professor, pesquise em um livro a estrutura característica, a solubilidade em água e a acidez ou a basicidade das soluções aquosas preparadas com substâncias pertencentes a diferentes grupos (funções orgânicas). Pesquise também alguns usos dessas classes de compostos.

Nome da função	Estrutura do grupo característico	Solubilidade em água	Acidez ou basicidade da solução aquosa	Usos e propriedades
Álcool				
Aldeído				
Ácido carboxílico				
Cetona				
Éster				
Éter				
Amina				
Amida				
Fenol				

A 2. Atividade de bioacumulação de pesticidas



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 7 PERTURBAÇÕES NA BIOSFERA

Muitos são os impactos causados por atividades humanas na biosfera. Atualmente, é grande a discussão sobre o lixo e sobre o impacto do descarte de plásticos no ambiente, sua reciclagem e reutilização. Nesta Situação de Aprendizagem, vamos discutir as perturbações causadas pelo uso de pesticidas e pelo acúmulo de materiais plásticos descartados no meio ambiente.

Atividade 1 – Pesticidas e bioacumulação

Questões para a sala de aula

1. Observe a figura a seguir. Como se dá a bioacumulação do DDT nos diversos níveis tróficos?



	1. Água	2. Fitoplâncton e vegetais aquáticos	3. Peixes herbívoros	4. Peixes carnívoros	5. Mergulhões
DDT/ppm	0,00005	0,04	0,2 – 1,2	1 – 2	3 – 76

2. Você acha que, quando se fala em dedetizar uma residência, o pesticida a ser usado será o DDT?

3. Agora, leia a informação a seguir e responda novamente à questão 2:

A Lei nº 11.936, de 14 de maio de 2009, em seu art. 1º, proíbe, em todo o território nacional, a fabricação, a importação, a exportação, a manutenção em estoque, a comercialização e o uso do diclorodifeniltricloroetano (DDT). Em seu art. 2º, determina que todos os estoques de produtos contendo DDT, existentes no país à data de publicação desta lei, devem ser incinerados no prazo de 30 (trinta) dias, tomadas as devidas cautelas para impedir a poluição do ambiente e riscos para a saúde humana e animal.

Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L11936.htm>. Acesso em: 18 nov. 2013.

Tomando posição

Leia as informações relativas ao DDT fornecidas a seguir.

1. A síntese do DDT é simples e sua produção é barata.
2. Quando seu uso foi iniciado, o DDT não apresentou efeitos em populações humanas, parecendo matar somente insetos.
3. A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda o uso de DDT para matar o mosquito-da-malária.
4. O DDT é bastante resistente no ambiente e sua degradação é muito lenta. Isso significa que, mesmo após a aplicação, continua agindo por ação residual, não necessitando de outras reaplicações durante um longo período.
5. O DDT bioacumula-se ao longo da cadeia alimentar.
6. Algumas populações de insetos tornaram-se resistentes ao DDT. Algumas espécies de moscas sofreram mutações, produzindo enzimas que catalisam a transformação do DDT em DDE (diclorodifenildicloroetileno).

69

7. Ao longo do tempo, a eficácia de diversos pesticidas, entre eles o DDT, diminuiu.
8. A pulverização por aviões faz que o pesticida permaneça no ar por determinado tempo e – dependendo das condições climáticas, da forma de aplicação, da altura em que é aplicado e da velocidade de pulverização – até 50% pode cair em outros locais, inclusive em corpos d'água.
9. Há países onde o uso do DDT é ilegal; alguns desses países, entretanto, são fabricantes e exportadores desse pesticida.
10. O DDT não foi banido em muitos países, principalmente nos subdesenvolvidos e tropicais, onde a incidência de malária, tifo e febre amarela é grande.
11. Sem o uso de agrotóxicos, a produção de alimentos requerida para suprir as necessidades humanas atuais está comprometida.
12. Reações alérgicas na pele, câncer no fígado e efeito mutagênico são consequências comprovadas do DDT em seres humanos.

Levando em conta essas informações, você:

1. Permitiria o uso de DDT para o combate à malária em países onde a incidência dessa doença é alta?

2. Seria contra ou a favor da produção de DDT em seu país, caso o produto fosse destinado unicamente à exportação?

ANEXO A - Atividades do Caderno do Aluno

A.1 Atividade sobre funções orgânicas



PESQUISA EM GRUPO

De acordo com a orientação de seu professor, pesquise em um livro a estrutura característica, a solubilidade em água e a acidez ou a basicidade das soluções aquosas preparadas com substâncias pertencentes a diferentes grupos (funções orgânicas). Pesquise também alguns usos dessas classes de compostos.

Nome da função	Estrutura do grupo característico	Solubilidade em água	Acidez ou basicidade da solução aquosa	Usos e propriedades
Álcool				
Aldeído				
Ácido carboxílico				
Cetona				
Éster				
Éter				
Amina				
Amida				
Fenol				

A 2. Atividade de bioacumulação de pesticidas



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 7 PERTURBAÇÕES NA BIOSFERA

Muitos são os impactos causados por atividades humanas na biosfera. Atualmente, é grande a discussão sobre o lixo e sobre o impacto do descarte de plásticos no ambiente, sua reciclagem e reutilização. Nesta Situação de Aprendizagem, vamos discutir as perturbações causadas pelo uso de pesticidas e pelo acúmulo de materiais plásticos descartados no meio ambiente.

Atividade 1 – Pesticidas e bioacumulação

Questões para a sala de aula

1. Observe a figura a seguir. Como se dá a bioacumulação do DDT nos diversos níveis tróficos?



	1. Água	2. Fitoplâncton e vegetais aquáticos	3. Peixes herbívoros	4. Peixes carnívoros	5. Mergulhões
DDT/ppm	0,00005	0,04	0,2 – 1,2	1 – 2	3 – 76

2. Você acha que, quando se fala em dedetizar uma residência, o pesticida a ser usado será o DDT?

3. Agora, leia a informação a seguir e responda novamente à questão 2:

A Lei nº 11.936, de 14 de maio de 2009, em seu art. 1º, proíbe, em todo o território nacional, a fabricação, a importação, a exportação, a manutenção em estoque, a comercialização e o uso do diclorodifeniltricloroetano (DDT). Em seu art. 2º, determina que todos os estoques de produtos contendo DDT, existentes no país à data de publicação desta lei, devem ser incinerados no prazo de 30 (trinta) dias, tomadas as devidas cautelas para impedir a poluição do ambiente e riscos para a saúde humana e animal.

Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L11936.htm>. Acesso em: 18 nov. 2013.

Tomando posição

Leia as informações relativas ao DDT fornecidas a seguir.

1. A síntese do DDT é simples e sua produção é barata.
2. Quando seu uso foi iniciado, o DDT não apresentou efeitos em populações humanas, parecendo matar somente insetos.
3. A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda o uso de DDT para matar o mosquito-da-malária.
4. O DDT é bastante resistente no ambiente e sua degradação é muito lenta. Isso significa que, mesmo após a aplicação, continua agindo por ação residual, não necessitando de outras reaplicações durante um longo período.
5. O DDT bioacumula-se ao longo da cadeia alimentar.
6. Algumas populações de insetos tornaram-se resistentes ao DDT. Algumas espécies de moscas sofreram mutações, produzindo enzimas que catalisam a transformação do DDT em DDE (diclorodifenildicloroetileno).

69

7. Ao longo do tempo, a eficácia de diversos pesticidas, entre eles o DDT, diminuiu.
8. A pulverização por aviões faz que o pesticida permaneça no ar por determinado tempo e – dependendo das condições climáticas, da forma de aplicação, da altura em que é aplicado e da velocidade de pulverização – até 50% pode cair em outros locais, inclusive em corpos d'água.
9. Há países onde o uso do DDT é ilegal; alguns desses países, entretanto, são fabricantes e exportadores desse pesticida.
10. O DDT não foi banido em muitos países, principalmente nos subdesenvolvidos e tropicais, onde a incidência de malária, tifo e febre amarela é grande.
11. Sem o uso de agrotóxicos, a produção de alimentos requerida para suprir as necessidades humanas atuais está comprometida.
12. Reações alérgicas na pele, câncer no fígado e efeito mutagênico são consequências comprovadas do DDT em seres humanos.

Levando em conta essas informações, você:

1. Permitiria o uso de DDT para o combate à malária em países onde a incidência dessa doença é alta?

2. Seria contra ou a favor da produção de DDT em seu país, caso o produto fosse destinado unicamente à exportação?