

## **AGROTÓXICOS: UMA PROPOSTA SOCIOAMBIENTAL REFLEXIVA NO ENSINO DE QUÍMICA SOB A PERSPECTIVA CTS**

*Pesticides: a reflective socio-environmental proposal in chemistry teaching under a science, technology and society (sts) perspective*

**Andréia Cristina Cunha Buffolo** [andreiacrisc@hotmail.com]

**Maria Aparecida Rodrigues** [aparecidar@gmail.com]

Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática  
Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, PR, Brasil.

### **Resumo**

Neste artigo, discutimos a contribuição de uma sequência didática com a temática “agrotóxicos”, na articulação de conhecimentos químicos e questões socioambientais com alunos do ensino médio. A referida sequência, elaborada de acordo com os pressupostos da orientação CTS e dos três momentos pedagógicos, foi desenvolvida com vinte e dois alunos da 2ª série desse nível de ensino de uma escola pública estadual. Os estudantes participantes da pesquisa, além de responderem a um questionário diagnóstico sobre o tema, foram envolvidos durante a intervenção pedagógica em atividades em grupos, leitura e discussão de textos, resolução de problemas, pesquisas com agricultores do município, elaboração de seminários e produção textual. Todos os momentos da intervenção, que tiveram a participação verbal ou não dos alunos, foram registrados por um gravador de voz e anotações em diário de campo. Os resultados obtidos revelaram que o desenvolvimento da sequência didática ampliou a visão dos alunos a respeito das implicações sociais e ambientais provocadas pelo uso inadequado dos agrotóxicos, além de reflexões e maior compreensão sobre o tema, evidenciando a importância de introduzir questões socioambientais no Ensino de Química em uma perspectiva CTS.

**Palavras-chave:** Ensino de Química; Abordagem Temática; Agrotóxicos.

### **Abstract**

In this article we discuss the contribution of a didactic sequence with the theme “pesticides” in the articulation of chemistry knowledge and socio-environmental questions with public high school students. The above-mentioned sequence, prepared according to the presuppositions of an STS orientation and three pedagogical moments, was developed with twenty-two 2nd year students. The students that participated in the research, in addition to responding to a diagnostic questionnaire about the theme, were involved, during the pedagogical intervention, in group activities, reading and discussion of texts, problem resolution, research with local farmers, preparation of seminars and production of texts. All the moments of the intervention, which had the participation (verbal or non-verbal) of the students, were recorded using a voice recorder and a field journal. The results revealed that the development of the didactic sequence widened the vision of the students as regards the social and environmental implications provoked by the inadequate use of pesticides, in addition to reflections and greater understanding about the theme, showing the importance of introducing socio-environmental questions in chemistry teaching with an STS perspective.

**Keywords:** Chemistry teaching, Thematic approach, Pesticides.

## Introdução

A Química como ciência importante para a compreensão do funcionamento do mundo exerce grande influência sobre o dia a dia das pessoas. Isso pode ser percebido, por exemplo, no aumento da produção de alimentos, graças aos fertilizantes e pesticidas, nos medicamentos que melhoram a nossa saúde, nos produtos de higiene e nos combustíveis dos automóveis. Mas por que muitas pessoas não sabem a relevância de se estudar química?

A resposta para essa pergunta talvez esteja atrelada à maneira como a Química é abordada nas escolas, em que os conceitos são apresentados de modo puramente teórico e sem relação com o contexto social, o que exige a memorização dos alunos. Dessa forma, a química é vista como algo entediante e de pouca relevância (Arroio et al., 2006).

De acordo com Santos e Schnetzler (2003, p. 47), é necessário que

Os cidadãos conheçam como utilizar as substâncias no seu dia-a-dia, bem como se posicionarem criticamente com relação aos efeitos ambientais da utilização da química e quanto às decisões referentes aos investimentos nessa área, a fim de buscar soluções para os problemas sociais que podem ser resolvidos com a ajuda do seu desenvolvimento.

Nesse sentido, verifica-se a necessidade de alternativas para despertar o interesse dos alunos pelo estudo da química. A contextualização é um dos princípios norteadores do processo de ensino e aprendizagem que contribui para facilitar o aprendizado do aluno, de forma que ele possa compreender a realidade em que vive, dando significado aos conteúdos e permitindo o desenvolvimento de sua capacidade para interpretar e analisar dados, avaliando e tomando decisões próprias.

Para Santos e Schnetzler (2003), uma das possibilidades de se obter um ensino contextualizado seria abordar temas que integrem a informação química com o contexto social. Esses autores argumentam ainda que

Os temas sociais explicitam o papel social da química, as suas aplicações e implicações e demonstram como o cidadão pode aplicar o conhecimento na sua vida diária. Além disso, os temas têm o papel fundamental de desenvolver a capacidade de tomada de decisão, propiciando situações em que os alunos são estimulados a emitir opinião, propor soluções, avaliar custos e benefícios e tomar decisões, usando o juízo de valores (Santos; Schnetzler, 2003, p. 98).

O desenvolvimento de temas socioambientais no ensino de Química vem sendo discutido e recomendado por alguns educadores/pesquisadores como forma de contemplar as articuladas relações entre ciência-tecnologia-sociedade (CTS) e potencializar o diálogo entre os alunos ao expressarem e compartilharem opiniões. Um tema para ser desenvolvido com enfoque CTS deve ser um tema que, ao ser discutido, propicie a reflexão do aluno sobre questões reais do seu contexto social e ambiental, tornando-o comprometido e, se possível, transformador da sua realidade. Para Santos (2007, p.10),

[...] inserir a abordagem de temas CTS no ensino de ciências com uma perspectiva crítica significa ampliar o olhar sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade e discutir em sala de aula questões econômicas, políticas, sociais, culturais, éticas e ambientais. [...] Buscar a vinculação, portanto, dos conteúdos científicos com temas CTSA de relevância social e abrir espaço em sala de aula para debates de questões sociocientíficas são ações fundamentais no sentido do desenvolvimento de uma educação crítica questionadora do modelo de desenvolvimento científico e tecnológico.

Nessa perspectiva, os conteúdos de Química podem ser desenvolvidos de forma articulada com as implicações sociais, ambientais, políticas, entre outras. Isso possibilita ao aluno uma formação crítica para se posicionar frente às situações problemáticas da sociedade. Diante desse contexto, procuramos responder nesta pesquisa a seguinte questão: Uma sequência didática com o tema agrotóxicos numa perspectiva CTS contribui para a reflexão dos alunos acerca de questões socioambientais?

A seguir, apresentamos uma revisão da perspectiva CTS no campo educacional, especificamente, no ensino de Química, enfatizando a importância dos temas socioambientais, com destaque ao tema agrotóxicos. Na sequência descrevemos os procedimentos metodológicos da pesquisa e discutimos seus resultados. Por fim, fazemos algumas considerações a respeito das questões investigadas, refletindo sobre a contribuição do estudo desenvolvido para o ensino de Química.

### *A perspectiva CTS e o Ensino de Química*

O avanço dos conhecimentos científicos e tecnológicos vem se repercutindo cada vez mais nas sociedades modernas, influenciando também a realidade escolar. Nesse sentido, o Ensino de Química no contexto da cidadania deve estar voltado não só ao desenvolvimento da compreensão de conceitos químicos, mas também à ampliação desses conhecimentos em caráter social, ambiental e tecnológico (MARCONDES et al., 2009). Assim, o Ensino de Química deve capacitar os alunos a tomarem decisões próprias em situações problemáticas, contribuindo para o seu desenvolvimento como cidadão.

O enfoque CTS, no contexto educativo, tem sido um dos principais campos de investigação e ação social desse movimento, que vê, na renovação da estrutura curricular dos conteúdos, uma forma de vincular ciência e tecnologia ao contexto social (PINHEIRO, SILVEIRA; BAZZO, 2007). Por esse ângulo, as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio recomendam uma abordagem dos conhecimentos científicos sob essa perspectiva, enfatizando que,

Ao se discutirem aspectos sociocientíficos, vão emergir em sala de aula diferentes pontos de vista, que deverão ser problematizados mediante argumentos coletivamente construídos, com encaminhamentos de possíveis respostas a problemas sociais relativos à Ciência e à Tecnologia. Esse diálogo cria condições para a difusão de valores assumidos como fundamentais ao interesse social, aos direitos e aos deveres dos cidadãos, de respeito ao bem comum e à ordem democrática. É necessário considerar, nesse sentido, que a abordagem de aspectos sociocientíficos, na base comum da área e do componente curricular, tem a função de desenvolver capacidades formativas específicas, aliadas aos conteúdos e aos conceitos, no tocante ao domínio da contextualização sociocultural (BRASIL, 2006, p. 119).

Desenvolver os conhecimentos científicos, priorizando essa contextualização nem sempre é uma tarefa fácil, pois há ausência, muitas vezes, de diálogo entre a realidade do conhecimento científico e a da vida cotidiana do aluno, dificultando a busca e a construção de significados explícitos.

A contextualização dos aspectos sociocientíficos não se limita a apenas explicar o funcionamento científico ou tecnológico de algum artefato do dia a dia. O princípio da contextualização na formação da cidadania implica também a necessidade de refletir criticamente sobre situações reais e existenciais para os estudantes (SANTOS, 2007). Educar para estabelecer relações entre o conhecimento tecnocientífico e a formação para o exercício de uma cidadania responsável visa, segundo Von Linsingen (2007, p. 14), “[...] a máxima participação democrática, o que implica criar condições para um ensino de ciências contextualizado, social e ambientalmente referenciado e comprometido”.

De acordo com esse autor, em países da América Latina, como o Brasil, os estudos CTS já fazem parte das pesquisas e da educação sobre C&T. Desde a década de 1970, há uma preocupação de incorporar, no ensino de ciências, a temática relativa às implicações da ciência na sociedade. Na década de 1980, com a renovação do ensino de ciências, os currículos passaram a analisar as implicações sociais do desenvolvimento científico e econômico (KRASILCHIK, 1987). Em 1990, na realização da Conferência Internacional Ensino de Ciências para o Século XXI: ACT – Alfabetização em Ciência e Tecnologia, vários trabalhos apresentados e conferências tiveram como tema central a educação científica dos cidadãos (SANTOS; MORTIMER, 2002).

No campo da pesquisa, o desenvolvimento de dissertações de mestrado e doutorado, a publicação de artigos e livros e os currículos com ênfase em CTS, se intensificaram no Brasil, a partir da década de 1990 (SANTOS, 2007). Nesse período, o surgimento de pesquisas em Programas de Pós-Graduação (SANTOS, 1992; AULER, 2002) e a publicação de livros (SANTOS; SCHNETZLER, 1997; BAZZO, 1998) evidenciaram, cada vez mais, o interesse pela temática CTS.

A partir desse cenário, vários materiais foram produzidos, dentre os quais destacamos: a coleção de livros do Grupo de Pesquisa em Ensino de Química da USP – GEPEQ (1993, 1995, 1998), o livro *Química na Sociedade* (MÓL; SANTOS, 2000), a Proposta Curricular de Ensino de Química da CENP/SE do Estado de São Paulo (1988) e a Proposta Curricular de Química para o Ensino Médio do Estado de Minas (1998) (SANTOS; MORTIMER, 2002).

Merece destaque ainda o II Seminário Ibero-Americano CTS no Ensino de Ciências (II SIACTS-EC), ocorrido no Brasil, em julho de 2010, na cidade de Brasília, o qual se constituiu em um importante espaço de debates e discussões, com o propósito de aprofundar, divulgar e promover o desenvolvimento dos estudos CTS.

A realização de eventos de cunho científico bem como a produção de materiais de divulgação permite ampliar, ainda mais, as possibilidades de contemplar a perspectiva CTS no campo educacional.

#### *Os agrotóxicos como tema socioambiental no Ensino de Química*

Os temas socioambientais têm ganhado cada vez mais espaço na esfera do Ensino de Ciências, como estratégia para formação de sujeitos críticos e reflexivos, favorecendo uma compreensão da realidade e participação social.

Nesse sentido, a inclusão de questões sociais no currículo escolar já foi incorporada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais como forma de compor um conjunto articulado, flexível e aberto a novos temas que podem ser priorizados e contextualizados de acordo com as diferentes realidades locais e regionais (Brasil, 1997).

Autores como Auler (2007) e Santos e Mortimer (2002) observam, no âmbito do enfoque CTS, a incorporação de temas de relevância social. Assim, Santos e Mortimer (2002, p. 12) destacam que

O estudo de temas, [...] permite a introdução de problemas sociais a serem discutidos pelos alunos, propiciando o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão. Para isso, a abordagem dos temas é feita por meio da introdução de problemas, cujas possíveis soluções são propostas em sala de aula após a discussão de diversas alternativas, surgidas a partir do estudo do conteúdo científico, de suas aplicações tecnológicas e consequências sociais.

A literatura destaca uma variedade de temas sociais já abordados com enfoque CTS. Dentre eles, Towse (1986 apud Santos; Schnetzler, 2003) agrupa alguns em oito áreas: (1) saúde; (2) alimentação e agricultura; (3) recursos energéticos; (4) terra, água e recursos minerais; (5) indústria

e tecnologia; (6) ambiente; (7) transferência de informação e tecnologia e (8) ética e responsabilidade social.

Santos e Mortimer (2002) também sugerem diversos temas para se trabalhar nessa perspectiva de ensino no contexto brasileiro, apontando as possibilidades para o desenvolvimento dos mesmos. Os temas citados por esses autores são: (1) exploração mineral e desenvolvimento científico, tecnológico e social; (2) ocupação humana e poluição ambiental; (3) o destino do lixo e o impacto sobre o ambiente; (4) controle de qualidade dos produtos químicos comercializados; (5) a questão da produção de alimentos e dos alimentos transgênicos; (6) o desenvolvimento da agroindústria e a questão da distribuição de terras no meio rural; (7) o processo de desenvolvimento industrial brasileiro; (8) as fontes energéticas no Brasil, seus efeitos ambientais e aspectos políticos; e (9) a preservação ambiental, as políticas de meio ambiente, o desmatamento.

Como podemos perceber, os temas sugeridos são bastante abrangentes, uma vez que já apresentam uma relação, seja com o ambiente, o sistema produtivo, o aspecto tecnológico, questões sociais, entre outros, o que possibilita uma abordagem interdisciplinar.

Ainda nessa perspectiva, Ramsey (1993 apud Auler; Dalmolin; Fenalti, 2009, p. 72) argumenta que um tema social deve obedecer a três critérios:

1. Se é, de fato, um problema de natureza controversa, ou seja, se existem opiniões diferentes a seu respeito;
2. Se o tema tem significado social;
3. Se o tema, em alguma dimensão, é relativo à ciência-tecnologia;

Essas conotações apontam para a importância de se trabalhar temas de relevância social e ambiental em sala de aula, visto que o ser humano, como parte integrante do meio ambiente, deve refletir sobre as relações socioambientais para tomar decisões que se tornem úteis ao dia a dia numa perspectiva de ação. Para tanto, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009, p. 122) argumentam que a aprendizagem como ações de um sujeito “[...] só se constrói em uma interação entre esse sujeito e o meio circundante, natural e social”.

Para Cavalcanti et al. (2010), há uma dificuldade em se criar uma conexão entre o conhecimento escolar e o cotidiano dos estudantes. A autora enfatiza ainda que uma das formas de fazer com que os alunos se interessem pelo conteúdo é a utilização de temas. Nesse sentido, os “Agrotóxicos”, como tema químico, social e ambiental, favorece o estabelecimento de vínculos entre o conteúdo e a realidade dos educandos (Cavalcanti et al., 2010).

Os agrotóxicos como tema socioambiental pode ser identificado em trabalhos como o de Carraro (1997), Zappe (2011) e Gotardi (2012), que partem de assuntos presentes no contexto social dos estudantes, seja para desenvolver conhecimentos científicos, seja para a educação ambiental. Nesse sentido, percebe-se a estreita relação existente entre a temática “Agrotóxicos” com o enfoque CTS.

Vale enfatizar que um ensino sob a perspectiva CTS visa à formação de um cidadão crítico e participativo do seu meio, prioriza a adoção de diferentes estratégias didáticas, como as contempladas nesta proposta, privilegiando a autonomia do aluno no processo ensino-aprendizagem.

Esse comprometimento que os profissionais da educação devem ter com o ensino das disciplinas científicas vem sendo discutido há várias décadas, como podemos ver nos argumentos de Krasilchic (1985, p.8):

A preocupação dos educadores com a formação do cidadão, resultante das transformações por que passa o país, tem nítidos reflexos no ensino das ciências. Admite-se, hoje, que, além de propiciar conhecimentos para compreender os fenômenos da natureza, as

disciplinas científicas devem desenvolver a capacidade dos alunos para assumirem posições face a problemas controvertidos e agirem no sentido de resolvê-los.

Sob tal perspectiva, a educação científica torna-se uma necessidade ao desenvolver nos estudantes o pensamento crítico, não só voltado aos aspectos conceituais da ciência, mas também às relações destes com os de natureza social, ambiental, política, econômica, entre outros (Marcondes et al., 2009).

Assim, para se chegar a uma compreensão das interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade em uma visão crítica, é primordial que os estudantes questionem os modelos e valores científicos e tecnológicos, rompendo, assim, com a neutralidade da ciência (Santos, 2007).

### **Procedimentos metodológicos**

Esta pesquisa foi norteada pela abordagem metodológica qualitativa, segundo as concepções de Bogdan e Biklen (1994). Nessa abordagem, o pesquisador entende que as ações são mais bem compreendidas quando observadas no seu ambiente natural, portanto, o interesse do pesquisador se dá mais pelo processo que pelos resultados, e a sua preocupação está centrada no contexto e no contato direto com o objeto de estudo. Assim, o pesquisador, como o instrumento principal da investigação, tem como objetivo a compreensão do comportamento e da experiência humana.

Diante dessas considerações, a pesquisa qualitativa se tornou adequada para investigar a contribuição de uma sequência de ensino sobre o tema “agrotóxicos”, na aprendizagem de alunos do ensino médio. A referida sequência de ensino buscou uma articulação entre alguns conhecimentos químicos e questões socioambientais.

Convém destacar que este estudo é parte de uma pesquisa maior realizada em uma dissertação de mestrado, a qual foi desenvolvida em uma escola da rede pública de ensino da região noroeste do estado do Paraná, durante o segundo semestre de 2013, com uma turma de vinte e dois alunos do segundo ano do ensino médio. Os dados foram coletados durante o desenvolvimento de uma sequência didática, que abrangeu treze aulas, de 50 (cinquenta) minutos cada, conforme sintetiza o quadro 1.

É importante ressaltar que, na elaboração da referida sequência, fundamentamo-nos em autores que defendem o ensino por meio de uma abordagem CTS, dentre eles, destacamos Santos e Schnetzer (2003), Santos e Mortimer (2001), Santos (2007) e Marcondes et al. (2009). Baseamo-nos, ainda, no modelo de sequência didática proposto por Zabala (1998), que as concebe como propostas metodológicas, determinadas como uma série ordenada e articulada de atividades.

Com a sequência didática, componente deste trabalho de pesquisa, tivemos o intuito de trabalhar, com alunos do ensino médio, um tema socioambiental que contemplasse as relações Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). Dessa forma, a elaboração desse material didático priorizou um ensino contextualizado, “no qual o aluno possa utilizar a Química como uma ferramenta para o entendimento das situações em que está envolvido” (Marcondes et al., 2009). Assim, para a seleção dos conteúdos de química, não se considerou apenas a importância do ponto de vista científico, mas também as relações entre eles e suas aplicações e implicações sociais, políticas, econômicas e ambientais.

Pensando em um tema socioambiental potencialmente rico para ser desenvolvido sob a perspectiva CTS, levou-se em conta que o município onde se situa a escola participante desta pesquisa possui marcadamente uma economia agrícola e que os agricultores fazem uso de diversos tipos de agrotóxicos em suas lavouras. Assim, elegeu-se o tema “**Agrotóxicos**” para a elaboração da sequência didática.

Selecionamos alguns conhecimentos químicos (soluções, diluição, concentração e pH de soluções) e atividades que contemplassem diferentes recursos: questões problematizadoras, imagens, leitura de textos, vídeos, realização de pesquisa com agricultores, aulas expositivas e dialógicas, experimento, análise de rótulos e resolução de problemas. Esse conjunto de atividades teve a intenção de possibilitar aos alunos a compreensão dos aspectos químicos, sociais, econômicos, políticos e ambientais associados ao tema agrotóxicos.

Quadro 1: Síntese das atividades realizadas em cada aula.

| <b>Aula</b> | <b>Estratégia didática</b>  |
|-------------|---|
| 1           | Investigando os conhecimentos dos alunos acerca do tema agrotóxicos, por meio de questionário.                      |
| 2           | Problematização do tema por meio de imagens.  |
| 3           | Leitura do texto “Veneno nosso de cada dia”.  |
| 4           | a) Proposta de pesquisa com produtores rurais do município.<br>b) Aula expositiva sobre a história dos agrotóxicos. |
| 5           | Continuação da história dos agrotóxicos.  |
| 6           | Estudo da classificação, tipos e toxicidade de agrotóxicos com o uso de rótulos de embalagens.                      |
| 7           | Estudo da concentração e diluição de soluções.  |
| 8           | Compreendendo o rótulo de um agrotóxico.  |
| 9 e 10      | Apresentação dos resultados da pesquisa com agricultores rurais em forma de seminários.                             |
| 11          | Apresentação do vídeo “João das Alfaces” e leitura do texto “Agricultura sustentável: opção inteligente”.           |
| 12          | Preparação da calda bordalesa.  |
| 13          | Produção textual.   |

Como instrumento de avaliação do processo, ou seja, para verificar se os participantes da pesquisa conseguiram construir conhecimentos por meio das questões socioambientais desenvolvidas, planejamos uma atividade de produção textual.

Durante a intervenção pedagógica, todos os momentos que envolveram a participação, verbal ou não, dos alunos foram registrados por um gravador de voz e anotações da pesquisadora em um diário de campo. Além disso, registros escritos pelos alunos, tais como: respostas a questionários, resolução de exercícios e produção de textos foram elementos importantes na produção dos dados.

Esclarecemos que, neste trabalho, daremos ênfase aos resultados obtidos com a produção textual (instrumento de avaliação), o qual foi importante para verificar a contribuição do desenvolvimento do material didático elaborado para a reflexão dos alunos acerca de questões socioambientais. Para validar os dados obtidos, ressaltamos que os sujeitos pesquisados foram identificados por códigos. Por exemplo: A1= Aluno 1.

Como última etapa da sequência didática desenvolvida (aula 13), foi solicitado aos alunos que produzissem um texto, que poderia ser de, no mínimo, 20 e, no máximo, 30 linhas com o seguinte título: “Agrotóxicos: o que posso fazer perante os problemas gerados por eles?”. No entanto, foi dada aos alunos a opção de escolher outro título para o seu texto, se assim o desejassem. O texto produzido por cada um dos participantes da pesquisa serviria de instrumento para avaliar a contribuição da sequência didática desenvolvida, ou seja, para averiguar se eles conseguiram produzir significados a partir das questões socioambientais trabalhadas em sala e se conseguiram refletir criticamente sobre os problemas causados pelos agrotóxicos, principalmente se usados de forma inadequada.

Neste artigo apresentamos os resultados obtidos na última etapa desta pesquisa, ou seja, os relacionados à produção textual dos alunos. Os dados coletados a partir da produção textual foram analisados com base nos pressupostos da análise de conteúdo de Bardin (2011).

## Resultados e discussões

Apresentamos inicialmente a interpretação que os alunos tiveram em relação ao fornecimento de um título ao texto que iriam produzir, caso quisessem. Um aluno (A1) não indicou título, mantendo o sugerido. Cinco deles (A2, A8, A10, A11 e A14) foram bem diretos e utilizaram apenas o título “Agrotóxicos”. Dentre outros vários títulos que surgiram, alguns indicam um comprometimento por parte do aluno em refletir sobre o tema, tais como: “Agrotóxicos: Bem ou mal ao meio ambiente?” (A3), “Agrotóxicos e suas causas” (A4), “Agrotóxicos: como podemos contornar?” (A5), “Diferentes usos dos agrotóxicos” (A6), “Como reduzir os problemas relacionados ao uso de agrotóxicos?” (A7), “Os problemas que os agrotóxicos podem trazer” (A9, A12 e A16), “Agrotóxico: um problema se usado indevidamente” (A13), “Agrotóxico: problema ou solução?” (A17), “O agrotóxico e a consequência do manuseio incorreto” (A18) e “Formas de evitar o agrotóxico” (A19).

De uma maneira geral, os estudantes que tiveram certa criatividade para pensar um título mais elaborado, também trouxeram mais elementos em seus textos, evidenciando uma boa compreensão acerca dos benefícios e malefícios causados pelos agrotóxicos.

A análise de conteúdo referente à produção textual permitiu-nos estabelecer 4 (quatro) categorias: efeitos nocivos relacionados ao uso inadequado de agrotóxicos, benefícios de sua utilização, alternativas e medidas preventivas quanto ao uso de agrotóxicos. O quadro dois ilustra essas categorias, suas respectivas subcategorias e números de unidades de análise.

**Quadro 2** - Resumo das categorias, subcategorias e números de unidades de análise obtidas na produção textual.

| <b>Categorias</b>  | <b>Subcategorias</b>                | <b>Núm. de unidades de análise</b> |
|--|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Efeitos nocivos relacionados ao mau uso dos agrotóxicos | 1.1 À natureza e ao meio ambiente   | 7                                  |
|  | 1.2 À água, ao solo e aos animais   | 13                                 |
|  | 1.3 Aos alimentos                   | 2                                  |
|  | 1.4 À saúde humana                  | 14                                 |
| 2. Benefícios da utilização dos agrotóxicos                | 2.1 Aumento do lucro                | 3                                  |
|  | 2.2 Aumento da produtividade        | 3                                  |
|  | 2.3 Extermínio de pragas            | 11                                 |
| 3. Possíveis alternativas ao uso de agrotóxicos            | 3.1 Cultivo orgânico                | 12                                 |
|  | 3.2 Controle Biológico              | 3                                  |
|  | 3.3 Rotação de culturas             | 2                                  |
| 4. Medidas Preventivas relacionadas ao uso de agrotóxicos  | 4.1 Uso do equipamento de segurança | 16                                 |
|  | 4.2 Uso e descarte de embalagens    | 8                                  |
|  | 4.3 Uso adequado dos agrotóxicos    | 7                                  |

Fonte: autoria própria.

*Análise da categoria 1 - Efeitos nocivos relacionados ao mau uso dos agrotóxicos*

Podemos perceber que os estudantes envolvidos na pesquisa conseguiram refletir acerca dos males que os agrotóxicos podem causar ao meio ambiente e também ao ser humano e outros animais, principalmente, quando são usados de forma inadequada pelos agricultores. Isso foi evidenciado nos argumentos apresentados na produção textual

Com relação à primeira categoria, que emergiu da produção textual dos pesquisados, constatamos que, na visão deles, os agrotóxicos causam problemas a natureza, ao meio ambiente, a água, ao solo, aos alimentos e a saúde humana. Os fragmentos de respostas a seguir explicitam essas subcategorias:

*“Até a natureza está sendo prejudicada, aliás é a mais prejudicada e tudo isso como já foi dito pelo simples fato dos agricultores despejarem as embalagens no solo, passar uma exagerada quantidade nas plantações” (A17).*

*“Alguns dos problemas causados são a poluição do lençol freático, que com a aplicação destes venenos, sejam fungicida, herbicida, e outros, acabam penetrando no solo e contaminando, outro problema é a contaminação dos rios, que com a chuva acabam escoando” (A20).*

*“outro problema é a contaminação dos alimentos, por isso devemos lavá-los muito bem pois podem conter resíduos do veneno” (A13).*

*“Se não usado corretamente os agrotóxicos podem causar muitos problemas na saúde de pessoas, pois alguns agrotóxicos são muito fortes e prejudicial a saúde (A11)”.*

*“Quem aplica também pode ser contaminado caso não esteja devidamente protegido com o EPI, eles podem se intoxicar e chegar até mesmo a morte” (A7).*

As respostas apresentadas revelam que alguns alunos passaram a identificar os impactos gerados pelo uso indiscriminado dos agrotóxicos. Vale ressaltar, que muitos dos alunos que não conseguiam associar a poluição da natureza ou meio ambiente como problemas ambientais relacionados ao uso de agrotóxicos, passaram a visualizar e compreender as consequências desses problemas. Como exemplo, o estudante A17 que respondeu no questionário em que se investigou os conhecimentos prévios, que os agrotóxicos faziam mal à natureza, no texto produzido, além de se referir ao mal que esses produtos causam à natureza, deu ênfase ao problema do descarte irregular de embalagens e às altas dosagens de aplicação desses produtos, como causas desse mal. Nesse sentido, Santos et al. (2010, p. 263) enfatizam que, na concepção socioambiental, a “EA vai além de fornecer informações sobre questões de degradação ambiental. O conhecimento trabalhado deve favorecer a análise e a compreensão das relações entre ser humano e natureza em sua complexidade”.

É possível perceber, ainda, uma maior compreensão dos alunos a respeito dessa categoria, pois identificamos que poucos alunos entendiam que o uso inadequado dos agrotóxicos poderiam trazer malefícios ao ser humano. Neste caso, foi interessante verificar ainda que, em alguns fragmentos, os alunos se reportam ao que foi trabalhado durante a problematização inicial da sequência didática. Esse fato vem ressaltar a importância da educação problematizadora, de caráter crítico e reflexivo, sobre os alunos e suas relações com o mundo (FREIRE, 2003).

*Análise da categoria 2 - Benefícios da utilização dos agrotóxicos*

Com relação a essa categoria, os dados obtidos com a produção textual, demonstram que os estudantes apontaram como benefícios do uso dos agrotóxicos, o aumento do lucro, da

produtividade e o extermínio de pragas, conforme retratam os fragmentos de textos relacionados a seguir:

*“Os agrotóxicos não são de tudo ruim pois ajudam na produção e também no lucro dos agricultores, e até mesmo nós que não interferimos diretamente na produção sentimos melhorias porque o quanto mais é produzido mais barato os preços ficam” (A17).*

*“Um lado positivo de usar esses venenos são: o aumento da produtividade, o extermínio de pragas que ataca a lavoura, e o lucro para o agricultor” (A6).*

*“Os agrotóxicos são também chamados de defensivos agrícolas porque defendem as plantações ou lavouras da ação de insetos e de outros organismos vivos (as chamadas pragas)” (A8).*

É interessante notar que o trabalho desenvolvido proporcionou aos alunos uma visão mais ampla acerca dos agrotóxicos. Pode-se evidenciar que os alunos citados acima conseguem identificar alguns dos benefícios gerados pelo uso de agrotóxicos, percebendo que a ciência e a tecnologia têm seus prós e contras. Como já referido por Santos (2007), para uma visão crítica do papel da ciência e da tecnologia, é necessário que o aluno perceba além, ao refletir sobre questões econômicas, políticas, sociais, culturais, éticas e ambientais.

Pode-se perceber que a grande maioria dos estudantes enxerga apenas os efeitos nocivos gerados pelo mau uso dos agrotóxicos enquanto poucos reconhecem os benefícios da sua utilização. Nesse sentido, Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007) enfatizam a importância dos diferentes valores e posturas de cada cidadão diante das questões científicas e tecnológicas e complementam que ter acesso a essas questões não quer dizer apenas saber utilizar e ter conhecimento dos produtos provenientes delas. É necessário saber opinar sobre seu uso, percebendo a não neutralidade tanto da ciência quanto da tecnologia.

### *Análise da categoria 3 - Possíveis alternativas ao uso de agrotóxicos*

A compreensão dos pesquisados a respeito das possíveis alternativas foi destaque em dois momentos desta pesquisa: no início da intervenção pedagógica, quando foram investigados os conhecimentos prévios dos participantes, e no conteúdo dos textos produzidos. Confrontando esses dois momentos, pode-se perceber uma expressiva evolução das ideias dos alunos quanto às alternativas e medidas preventivas relacionadas ao uso de agrotóxicos.

Com relação às possíveis alternativas ao uso dos agrotóxicos, foram mencionadas pelos estudantes o cultivo orgânico, o controle biológico e a rotação de culturas, conforme destacam os trechos de textos produzidos pelos pesquisados:

*“Uma forma de substituir os agrotóxicos é o cultivo orgânico, que é feito sem nem um uso de agrotóxicos, esse tipo de cultivo é na maioria das vezes usados em pequenas propriedades, como produtores de tomate e várias outras verduras” (A4).*

*“A agricultura orgânica, apesar de acarretar custos altos, tem dezenas de benefícios, como a preservação maior do solo, melhor sabor do produto, além de menor risco ao produtor, que se vê obrigado a expor sua vida com venenos – na agricultura tradicional. Vamos ter benefícios dos dois lados, agricultor e consumidor” (A15).*

*“A agricultura orgânica, apesar de acarretar custos altos, tem dezenas de benefícios, como a preservação maior do solo, melhor sabor do produto, além de menor risco ao produtor, que se vê obrigado a expor sua vida com venenos – na agricultura tradicional. Vamos ter benefícios dos dois lados, agricultor e consumidor” (A15).*

*“Para reduzir o uso de inseticidas em hortas podem ser colocadas plantas que afetam insetos em roças, o controle biológico é o mais indicado onde o uso de predadores naturais diminuam as pragas” (A7).*

*“A rotação de cultura é uma forma para diminuir o uso do agrotóxico, ele é feito da seguinte maneira, o agricultor divide suas propriedades no mínimo de formas diferentes de plantas que ele vai produzir, assim ele vai fazendo um rodízio das plantas conforme vai colhendo” (A19).*

Pode-se identificar por meio desses fragmentos de textos, que os alunos incorporaram a importância de uma agricultura sustentável, que foi desenvolvido em dois momentos da sequência: discussão do vídeo “João das Alfaces” e do texto “Agricultura sustentável: opção inteligente”. Dessa forma, os estudantes, ao se referirem às alternativas ao uso de agrotóxicos, destacaram: o cultivo orgânico, o controle biológico e a rotação de culturas, respectivamente, sendo a primeira subcategoria a mais enfatizada nos textos produzidos. No entanto, eles argumentaram que o cultivo orgânico é mais viável em propriedades pequenas, devido ao seu alto custo.

Os resultados dessa categoria nos remetem à importância de se desenvolver conhecimentos científicos numa perspectiva CTS, pois de acordo com Von Linsingen (2007), esse processo de ensinar possibilita aos alunos uma formação que contribui para a inserção social, de forma a torná-los aptos para tomadas de decisões.

Ressaltamos que o tema agrotóxicos balizou a seleção de atividades, as quais buscaram uma contextualização de conteúdos químicos, de forma a permitir a participação dos alunos, bem como desenvolver a capacidade de tomada de decisão, a partir de discussões de aspectos sociais importantes em sala de aula, que exigem do aluno posicionamento crítico quanto à sua solução (Santos; Schnetzler, 2003).

É interessante notar a menção, na produção textual de alguns pesquisados, quanto à rotação de culturas, item que não emergiu nas suas respostas no momento inicial da intervenção. Isso demonstra uma evolução no grau de conhecimento dos alunos, no que tange às possíveis alternativas ao uso de agrotóxicos, pois a rotação de culturas como forma de alternar, anualmente, espécies vegetais traz, como vantagem, uma produção diversificada de produtos agrícolas, diminuição das pragas e melhoria na qualidade do solo.

Embora poucos alunos conheçam os benefícios de se utilizar a rotação de culturas ou, até mesmo, o controle biológico, ficou muito evidente que esses estudantes visualizam as implicações sociais, econômicas e ambientais desses métodos. Dessa forma, Santos et al. (2010) veem, na articulação das questões relativas a aspectos científicos, tecnológicos, sociais, econômicos e políticos, formas para que os estudantes, aqui considerados atores sociais, se apropriem de ferramentas culturais para atuar de forma participativa e crítica no mundo em que estão inseridos.

#### *Análise da categoria 4 - Medidas preventivas em relação ao uso de agrotóxicos*

Quanto às medidas preventivas em relação ao uso de agrotóxicos, os alunos destacaram a importância do uso de equipamentos de segurança (EPIs), o uso e descarte de embalagens e o uso adequado dos agrotóxicos. Os fragmentos abaixo exemplificam essa subcategoria:

*“A maioria dos agricultores não usam o EPI que são os equipamentos de proteção individual que são luvas, máscaras, roupas, etc. E sem o uso dos equipamentos a pessoa que esta utilizando pode se intoxicar” (A2).*

*“O que podemos fazer perante esses problemas é tentar conscientizar nossos pais, tios, avós, vizinhos e amigos que lidam com a agricultura, propondo o uso do EPI” (A7).*

*“Podemos tentar alertar os agricultores a descartar corretamente as embalagens” (A20).*

*“Ao descartar as embalagens o que fazer? O certo é entregar nas cooperativas, ou empresas próprias para isso, mas não é bem isso que acontece, muitos jogam em qualquer lugar contaminando o solo” (A6).*

*“Temos que saber que após o uso do veneno temos que ter um lugar apropriado para jogar as embalagens, como por exemplo, a cooperativa” (A16).*

*“Para amenizarmos os problemas gerados pelos agrotóxicos é preciso conscientizar aqueles que os utilizam, pois muitos acabam usando sem o conhecimento necessário dos perigos e dosagens” (A13).*

Pode-se perceber que alguns alunos, além de citar os EPIs como uma das medidas preventivas para os agricultores, revelam ainda uma preocupação em conscientizá-los em relação ao uso efetivo desses equipamentos ao manipular e aplicar os agrotóxicos em suas lavouras. Certamente, essa preocupação a respeito do uso de equipamentos de segurança se deve ao resultado que eles tiveram a partir das entrevistas realizadas com os agricultores, pois como enfatizaram na apresentação dos seminários, alguns agricultores, mesmo sabendo da importância de usar tais equipamentos, não o fazem por descuido ou negligência. Nesse sentido, Tozoni-Reis (2006) vê na educação conscientizadora, o objetivo de transformar as relações entre os sujeitos e o ambiente em um processo de ação e reflexão, visando à transformação das relações sociais.

Podemos perceber que a sequência didática pode ter contribuído para que os estudantes ampliassem suas visões a respeito, principalmente, do descarte de embalagens em local apropriado, como as cooperativas. Além disso, um dos alunos, o A20, ressaltou a importância de alertar ou informar o agricultor que faz o descarte de embalagens de forma incorreta. Esse foi um dado interessante, pois indica um comprometimento com a questão, uma atitude de cidadão responsável.

Os resultados obtidos com essa subcategoria reforçam a compreensão dos alunos, após a intervenção pedagógica, sobre o quanto é importante estarem informados sobre a toxicidade e os riscos que os agrotóxicos podem causar ao ambiente e ao ser humano. E, assim, saber se prevenir para evitar danos maiores.

A sequência didática, instrumento de coleta de dados desta pesquisa, possibilitou desenvolver nos alunos não só a compreensão de conceitos químicos, mas também ampliar esse entendimento para questões de caráter social, tecnológico e ambiental, possibilitando a construção de uma visão crítica da realidade com vistas à formação da cidadania, propostas que vão ao encontro dos ideais do movimento CTS.

## **Considerações finais**

Com base nos resultados obtidos nesta pesquisa, podemos constatar que os objetivos inicialmente propostos foram atingidos, tendo em vista que a sequência didática permitiu desenvolver, com os participantes da pesquisa, alguns conhecimentos químicos, tais como: concentração, diluições e pH de soluções, de forma articulada com as questões socioambientais relacionadas ao uso de agrotóxicos.

Foi possível perceber, com o desenvolvimento deste trabalho, que, quando os conhecimentos químicos são abordados de forma articulada às situações do contexto social, os alunos apresentam maior interesse pelos conteúdos e, conseqüentemente, conseguem compreendê-los melhor. Assim, concordamos com Santos (2007) quando destaca a importância dos temas no ensino, pois, por meio da abordagem de um tema é possível trabalhar questões problemáticas relacionadas à realidade dos alunos.

Os resultados revelaram que a abordagem do tema socioambiental agrotóxicos contribuiu significativamente para ampliar a visão dos alunos em relação ao meio ambiente e aos aspectos socioambientais envolvidos nesta temática. As atividades desenvolvidas durante a intervenção pedagógica, além de proporcionarem o entendimento de conhecimentos da química pelos alunos, possibilitaram o desenvolvimento do pensamento crítico em relação à interferência humana nas problemáticas ambientais associadas aos agrotóxicos.

A experiência vivenciada no desenvolvimento desta pesquisa nos fez repensar as diferentes tendências do ensino de Química, buscando estratégias pedagógicas, de modo a privilegiar a participação dos alunos no processo de aprendizagem e o desenvolvimento de habilidades que os instrumentalize para o exercício consciente da cidadania.

## Referências

Arroio, A et al. (2006). O show da química: motivando o interesse científico. *Química Nova*, 29(1),173-178.

Auler, D. (2007). Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. *Ciência & Ensino*,(1), número especial, 1-20

Auler, D. (2002) *Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de ciências*. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil.

Auler, D., Dalmolin, A. M. T., & Fenalti, V.S. (2009). *Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 2(1), 67–84.

Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70.

Bazzo, W. A. (1998). *Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica*. Florianópolis: Ed. da UFSC.

Bogdan, R.,& Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Portugal: Porto.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Departamento de Políticas de Ensino Médio. (2006). *Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília, 2.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental (1997). *Parâmetros curriculares nacionais: meio ambiente, saúde*. Brasília.

Carraro, G. (1997). *Agrotóxico e meio ambiente: uma proposta de ensino de Ciências e de Química*. Porto Alegre: UFRGS.

Cavalcanti, J. A. et al. (2010). Agrotóxicos: uma temática para o ensino de Química. *Química Nova na Escola*, 32(1), 31-36.

Delizoicov, D. Angotti, J., & Pernambuco, M. M.(2009). *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. 3. ed. São Paulo: Cortez.

GEPEQ – Grupo de Pesquisa para o Ensino de Química. (1993/1995/1998). *Interação e*

*transformação*: química para o 2º grau. São Paulo: Edusp. (I, II, III). Livro do aluno. Guia do professor.

Gotardi, O. L. N. (2012). *Agrotóxicos e meio ambiente – abordagem CTS numa perspectiva freireana para o Ensino de Química em Culturama - MS*. Dissertação de Mestrado. Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, Brasil.

Krasilchik, M. (1985). Ensinando ciências para assumir responsabilidades sociais. *Revista de Ensino de Ciências*, (14), 8-10.

Krasilchik, M. (1987). *O professor e o currículo de ciências*. São Paulo: Edusp.

Marcondes, M. E. R. et al. (2009). Materiais instrucionais numa perspectiva CTSA: uma análise de unidades didáticas produzidas por professores de Química em formação. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, 14(2), 281-298.

Mól, G. S., & Santos, W. L. P. (Coord.). (2000) *Química na sociedade*. 2. ed. Brasília: Ed. da UnB.

Pinheiro, N. A. M., Silveira, R. M. C. F. & Bazzo, W. A. (2007). Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. *Ciência & Educação*, Bauru, 13(1), 71-84.

Santos, W. L. P. (2007). Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, (1), número especial, 1-12.

Santos, W. L. P. (1992). *O ensino de química para formar o cidadão: principais características e condições para a sua implantação na escola secundária brasileira*. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil.

Santos, W. L. P. et al. (2010). Práticas de Educação Ambiental em aulas de química em uma visão socioambiental: perspectivas e desafios. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, n. extraordinário, 260-270.

Santos, W. L. P., & Mól, G. (Coord.). (2010). *Química Cidadã*. São Paulo: Nova Geração. Vol. 1.

Santos, W. L. P., & Mortimer, E. F. (2002). Uma análise de pressupostos teóricos da Abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da Educação Brasileira. *Revista Ensaio*, 2(2), 1-23.

Santos, W. L. P., & Mortimer, E. F. (2001). Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. *Ciência e Educação*, Bauru, 7(1), 95-110.

Santos, W. L. P., & Schnetzler, R. P. (1997). *Educação em química: compromisso com a cidadania*. Ijuí: Unijuí.

Santos, W. L. P., & Schnetzler, R. P. (2003). *Educação em Química: compromisso com a cidadania*. 3. ed. Ijuí: Unijuí.

Tozoni-Reis, M. F. C. (2006). *Temas ambientais como “temas geradores”*: contribuições para uma metodologia educativa ambiental crítica, transformadora e emancipatória. *Educar*, Curitiba, (27), 93-110.

Von Linsingen, I. (2007). Perspectiva Educacional CTS: Aspectos de um Campo em Consolidação na América Latina. *Ciência & Ensino*, (1), número especial, 1-19.

Zabala, A. (1998). *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: ArtMed.

Zappe, J. A. (2011). *Agrotóxicos no contexto químico e social*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil.

Recebido em: 23.09.14

Aceito em: 16.06.15