

O TRATAMENTO DE ÁGUA COMO TEMA POTENCIAL NO ENSINO DE QUÍMICA E SUA CONTRIBUIÇÃO NO PROCESSO DE FORMAÇÃO CIDADÃ NA EDUCAÇÃO BÁSICA

WATER TREATMENT AS A POTENTIAL THEME IN CHEMISTRY TEACHING AND ITS CONTRIBUTION FOR FORMATION PROCESS OF CITIZEN IN BASIC EDUCATION

Willian Ayala Correa

Secretaria Estadual de Educação do Estado de Mato Grosso do Sul (SED-MS),
willeduca@yahoo.com

 <http://orcid.org/0000-0003-4988-2668>

Hebert Lee Barbosa Veríssimo de Barros

Faculdade Anhanguera – Dourados/MS, herbert_lee@hotmail.com

 <http://orcid.org/0000-0001-9148-5960>

Ademir de Souza Pereira

Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia,
Curso de Licenciatura em Química, ademirpereira@ufgd.edu.br

 <http://orcid.org/0000-0002-3635-7349>

Resumo

O presente trabalho apresenta os resultados de uma pesquisa desenvolvida por meio de uma sequência didática com alunos da educação básica, envolvendo a temática “qualidade da água”. Trata-se de uma abordagem qualitativa e o instrumento de construção de dados foi o diário de campo do pesquisador e o relato produzidos pelos alunos. Os dados foram analisados pela técnica da Análise Textual Discursiva (ATD). O uso do tema propiciou contribuição no processo de formação social, conhecimento de conceitos científicos voltados para o fim estudado, assim como o conhecimento do uso de tecnologias envolvidas no processo de tratamento de água propiciando a integração do conhecimento científico atribuído à sociedade. A proposta possibilitou interação e o desenvolvimento dos alunos de maneira significativa, de forma dialogada e reflexiva, além do reconhecimento de valores sociais.

Palavras-chave: Ensino de Química, CTS, qualidade da água.

Abstract

The present work presents the results of a research developed through a didactic sequence with high school students, involving the theme "water quality". It is a quality approach and the data collection instrument was the researcher's diary and the report produced by the students. The data were analyzed by Textual Discursive Analysis. The theme of the use provided the social, knowledge of scientific concepts geared to the end studied, as well as knowledge of the technologies involved in the water treatment process enabling the integration of scientific knowledge ascribed to the company. The proposal has enabled interaction and the development of significantly students in discussion and reflectively, and the recognition of social values.

Keywords: Chemistry teaching. CTS. Water treatment

Introdução

O enfoque de temáticas que abordam situações presentes na sociedade podem auxiliar no processo de formação cidadã do aluno, visto que ele será convidado a manifestar sua opinião a respeito do tema em questão. Por isso, o professor tem um papel muito importante nesse processo, que envolve desde o planejamento das atividades até sua execução em sala de aula.

É essencial que o professor colabore com o processo de formação cidadã do aluno, para que possa ser criado um ambiente favorável a aprendizagem e com isso observar e analisar o mundo em que vive com uma visão socioambiental, ou seja, que possa verificar quais os impactos das ações humanas no contexto social que vive.

A formação cidadã tem sido discutida de maneira incisiva nos últimos anos, e têm relevância histórico-política quanto à busca constante por mudanças, dando atenção, principalmente, para a formação de um indivíduo ativo na sociedade. Um fato marcante está vinculado às mudanças correntes no mundo globalizado e suas influências sobre a educação, no qual a informação é de fácil acesso e formar o aluno para que aprenda a organizar seu conhecimento frente às mudanças correntes tem sido um desafio constante (SANTOS; MORTIMER, 2002; REGALO; NUNES, 2013).

A presente pesquisa traz à luz o tema, *Qualidade da água*, por meio de uma sequência didática que aborda a perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), com o segundo ano do ensino médio de uma escola pública da cidade de Dourados/MS. O objetivo principal foi averiguar a potencialidade didática da atividade no processo de desenvolvimento da postura crítica dos alunos numa perspectiva social; e de que forma eles expressam seus argumentos como membros atuantes da sociedade. Diante da proposta, o nosso objetivo específico se relaciona ao fato de averiguar se os alunos

transcendam os conceitos curriculares de uma disciplina e se apropriem de argumentos que demonstrem preocupação com a temática abordada.

Abordagem CTS no Ensino de Química

É perceptível que uma certa parcela da sociedade possui contato com tecnologias, e também se reconhece como dependente dela; assim como Veraszto et al. (2004) afirma que é difícil distinguir se é a sociedade que, pela demanda de consumo e exigência de inovação faz com que haja uma celeridade, tanto nos meios de inovação tecnológica tanto nos meios de produção. O fato da sociedade apresentar alta adesão das tecnologias é resultado de uma imposição da indústria, que busca cada vez mais uma conduta de consumismo pelo ser humano.

Quando existe a preocupação de exercer uma prática educativa, voltada para a formação da cidadania, existe a dedicação e esforço de ambas as partes para formação de um ser humano capaz de tomar decisões, capaz de se relacionar coletivamente, para agir de forma contínua, crítica, balizados em conceitos que o propicie condições e estratégias para compreender e agir sobre problemas sociais (CONRADO; EL-HANI, 2010).

O ensino balizado na prática CTS, vem exatamente oferecer tal oportunidade; por isso a preocupação voltada para uma prática de ensino que tenha como base temas CTS tem sido crescente nos últimos anos, inclusive com sua inserção no processo de formação de futuros professores. Santos (2007) relata sobre:

Cursos de CTS para o ensino de ciências têm sido propostos tanto para a educação básica quanto para cursos superiores e até de pós-graduação. O objetivo central desse ensino na educação básica é promover a educação científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões (SANTOS, 2007, p. 2).

Segundo Santos (2007), a utilização de currículos CTS tem por principal finalidade dois pontos cruciais. Um deles é a tomada de decisão, ou seja, pretende-se com a prática que o aluno desenvolva a capacidade de tomada de decisões, geralmente, é possível perceber esse tipo de atitude diante de uma dada situação problema, trazida do contexto social. Outro ponto é o desenvolvimento de valores, os quais estão relacionados com o meio social no qual o indivíduo está inserido. Esses valores estão ligados à coletividade, consciência, honestidade, criticidade, entre outros. De forma humanista, o desenvolvimento desses valores, ou o reforçar deles na vida do aluno, relacionam-se às necessidades humanas, de forma que haja no aluno, uma formação que o capacite ao questionamento da ordem capitalista, onde os valores capitalistas sobressaem os demais (SANTOS, 2007).

A articulação do ensino para a formação cidadã pode ser planejada pelo professor. A formação do aluno que atua de maneira crítica na sociedade requer um perfil de não

apenas aceitação das situações, dos fatos que ocorrem na sociedade, mas sim de uma posição questionadora dessas situações, que venha discutir os diferentes pontos de vistas e interesses. É desejável um cidadão sensível com capacidade de interação e participação ativa nas questões inerentes à sociedade (CONRADO; EL-HANI, 2010).

Vieira e Bazzo (2007) utilizaram o tema “Aquecimento global”, como proposta de abordagem CTS, objetivando a desmistificação de conceitos criados a partir de conceitos populares ou de influências midiáticas. Os autores sugeriram o uso de uma situação simulada que tem suas bases reais, como forma de estimular a argumentação em sala de aula. Os alunos foram organizados em equipes que realizaram levantamento de argumentos fundamentados em pesquisas para defesa de suas visões. Nota-se que os autores buscaram nesta proposta, a intensa interação dos alunos, assim como o desenvolvimento do cooperativismo. Posteriormente, para finalizar a atividade, foi realizado o momento de argumentação, com o principal objetivo trazer à tona, os resultados de pesquisas, que fundamentou a argumentação na defesa do tema inicial.

É relevante o uso de temas CTS, pois possui é comumente utilizado em atividades relacionadas a área de ensino de química e ciências em geral. Além disso, possibilita a valorização do conhecimento já existente no aluno, oportuniza a relação entre conhecimentos populares e conceitos científicos, além de proporcionar conhecimento sobre as tecnologias existentes, envolvendo conceitos científicos e a sociedade. Como resultado, nota-se, as formações mais amplas do aluno, com visão de mundo mais abrangente, crítica e com capacidade de atuação na sociedade.

Abordagem metodológica

A pesquisa foi realizada pela metodologia de pesquisa qualitativa. De acordo com Bogdan e Biklen (1994), a distinção entre uma metodologia qualitativa e quantitativa de investigação está intrinsecamente relacionada com o tipo de dados necessários para sanar os problemas de investigação e na forma como esses mesmos dados são recolhidos e analisados.

A abordagem da investigação qualitativa exige que o mundo seja examinado com a ideia de que nada é trivial, que tudo tem potencial para construir uma pista que nos permita estabelecer uma compreensão mais esclarecedora do nosso objeto de estudo (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

Nesta pesquisa os instrumentos de construção de dados adotados pelo pesquisador, foram: a observação direta do comportamento dos alunos, transcrito no diário de campo do pesquisador e uma produção textual, pelos alunos, referente à qualidade da água de Dourados/MS.

A sequência didática foi realizada em quatro aulas de 50 minutos, em dias diferentes, nas seguintes etapas:

Aula no laboratório de informática: Nesta atividade os alunos realizaram uma pesquisa sobre o tratamento e distribuição da água da cidade. A pesquisa foi realizada no site oficial da empresa (Sanesul), responsável pelo tratamento e distribuição da água.

Discussão dos resultados da pesquisa e conceituação do assunto soluções: Foi realizado a problematização dos dados coletados na pesquisa realizada no laboratório de informática. Desenvolveu-se, inicialmente, um diálogo, no qual foram realizadas perguntas com o objetivo de saber quais foram os dados encontrados nas pesquisas realizadas e quais foram as opiniões construídas sobre tema “Qualidade da água”, e se eles estavam satisfeitos enquanto consumidores dessa água.

Discussão sobre padrões de tratamento da água: (definição química de substância, solução, testes de qualidades utilizados) conforme técnicas encontradas no site da empresa responsável pelo tratamento da água (Sanesul).

Discussão dos dados: Após o levantamento de dados sobre o assunto, apresentação e discussão sobre os padrões de tratamento da água foi solicitado aos alunos que realizassem uma redação onde a resposta abordasse a seguinte pergunta: “Qual é, então, a real situação da qualidade da água que chega a nossas casas?”.

Análise dos dados

No tratamento de dados desta pesquisa foi utilizado a Análise Textual Discursiva (ATD), que tem o caráter qualitativo e atende os objetivos deste trabalho. Como produto da ATD, obtém-se um determinado texto, chamado de *metatexto* que permite inúmeras abordagens na interpretação do significado atribuído pelo autor (aluno).

Todos os materiais são obtidos como documentos escritos, para então, serem submetidos à análise. De acordo com Moraes (2003) os metatextos produzidos são submetidos à análise e neste momento da pesquisa costuma ser designado de *corpus*:

O corpus da análise textual, sua matéria-prima, é constituído essencialmente de produções textuais. Os textos são entendidos como produções linguísticas, referentes a determinado fenômeno e originadas em um determinado tempo. São vistos como produtos que expressam discursos sobre fenômenos e que podem ser lidos, descritos e interpretados, correspondendo a uma multiplicidade de sentidos que a partir deles podem ser construídos (MORAES, 2003, p. 194).

O processo de análise textual discursiva envolve identificar e isolar enunciados dos materiais submetidos à análise, categorizar estes enunciados e produzir textos, integrando neles, descrição e interpretação, utilizando como base de sua elaboração o sistema de categorias construído (MORAES, 2003).

Segundo Moraes (2003) a análise textual ocorre por quatro focos básicos de forma a permitir a análise, sendo que os três primeiros compõem um ciclo, no qual se constituem como elementos principais: 1. Desmontagem dos textos; 2. Estabelecimento de relações; 3. Captando o novo emergente; 4. Um processo auto-organizado.

Apresentação dos Resultados e Discussão

Nesta etapa do trabalho são apresentadas as categorias finais e as categorias iniciais, geradas como resultados da análise dos textos produzidos pelos alunos. Conforme as análises realizadas a partir dos textos dos alunos, baseando-se na técnica de análise textual discursiva foram geradas cinco categorias finais e 15 categorias iniciais.

A tabela 1 apresenta as **categorias finais** e **categorias iniciais**, assim como a quantidade de relações e semelhanças em cada uma delas, segundo as unidades de significado obtidas.

Tabela 1: Relação de categorias e unidade de respostas, expressa por aluno.

Categorias Finais	Categorias Iniciais	Unidades de significado
Contaminação	Agrotóxicos	12
	Lixos	2
	Resíduos Industriais	2
	Metais Pesados	1
Qualidade da água	Insatisfatório	10
	Satisfatório	3
Saúde	Doenças em geral	8
	Sistema nervoso central	1
	Câncer	3
	Hepáticas	1
Processo de tratamento	Resumido	10
	Detalhado	2
	Tratamento alternativo	2
Meio Ambiente	Impactos ambientais	2
	Descarte de embalagem	1

Fonte: Dados da pesquisa

Foi possível observar que a abordagem do tema na perspectiva CTS nas aulas demonstrou que a relação professor-aluno foi facilitada pela prática do diálogo e a conexão com os conceitos estudados desde o início da sequência didática até sua última etapa. Dessa forma foi oportunizado aos alunos espaços de fala quanto a suas compreensões sobre o tema à medida que a investigação por ambas as partes, professor-aluno, acontecia. Embora a ATD exija a análise principal de material em forma de texto (MORAES, 2003), é importante ressaltar que temas CTS oportunizam espaços de fala ao aluno, até mesmo porque os temas emergem do conhecimento popular próximo ao cotidiano do aluno para a sala de aula articulado pelo professor (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007; GOMES; BATISTA; FUSINATO, 2017).

A partir da análise da produção textual dos textos produzidos pelos alunos, foi possível organizar as ideias e conhecimentos apresentados em cinco Categorias: *Contaminação, Qualidade da Água, Saúde, Processo de Tratamento e Meio Ambiente*.

No registro do *Diário de Campo* da primeira aula foi possível perceber o desconhecimento da origem da coleta da água pelos alunos. Observou-se que uma aluna,

que já havia interrogado dois colegas, e que também não souberam responder, perguntou:

Aluna 1: Professor, aquele rio que quando passamos por ele indo para o Paraguai, é o rio Dourados?

Professor: Sim, o Rio Dourados tem um percurso bastante extenso é possível ver ele, em várias localidades pela região.

Aluna 1: Nossa! Aquela água barrenta é a água que bebemos! Que nojo!

Professor: A água que bebemos é coletada do Rio Dourados, mas ela recebe um tratamento para que possa ser distribuída até chegar em nossas casas.

O desconhecimento da aluna se refletiu a compreensão de boa parte dos alunos da sala de aula, pois também levantaram o mesmo tipo de questionamento. Foi notória a ausência de manifesto dos alunos frente a algumas situações, como por exemplo, a falta de informação detalhada referente aos tipos de tratamentos da água da cidade, eficiência do mesmo, origem e diferença das águas, atualização das poucas informações existentes no site, entre outros. Depois disso, por um momento a aluna ficou em silêncio, pensou, olhou para o material da sua pesquisa e comentou:

Aluna 1: É professor, mas aqui diz que tem algumas substâncias que não saem no tratamento que a empresa de tratamento de água faz.

Professor: Procure o as técnicas que a empresa de tratamento de água realiza, e verifique se as substâncias que apontou permanecem ou não após o tratamento.

A mediação da situação problema com o aluno propicia um estreitamento na relação professor-aluno, de modo horizontal, sem posição de níveis, com o professor pondo-se, assim como o aluno investigador do problema. Freire (2011) relata que o diálogo se faz pautado em valores, sejam eles: fé no homem, amor, humildade e igualdade. A importância que o diálogo possui durante a experiência de busca pelo saber é de tamanho igual para todos os que dele participam e parte dele as possibilidades de crescimento.

Uma característica importante a ser mencionada é que a região da Grande Dourados possui como principal atividade econômica a agricultura, possível de ser observada ao redor da cidade pelas plantações de soja e demais cultura (PIRES; CALDAS; RECENA, 2005). A utilização de agrotóxicos é evidente, o que justifica a emergência da categoria inicial, agrotóxicos pelos textos analisados, conforme o aluno escreve:

Aluno 1: “um dos graves problemas que afetam essa água é o uso de agrotóxicos que esses agricultores usam em suas lavouras. E por ser tão forte e por abusar do uso desses agrotóxicos acabam contaminando as águas e o tratamento não consegue acabar completamente com essa contaminação”.

É possível perceber que o argumento do aluno está relacionado a sua pesquisa, pois por meio, de seus argumentos expressa sobre a relação entre o uso do agrotóxico e

a contaminação das águas. Isso se dá pelo fato da intensa atividade agrícola na região. Isso faz com que haja a utilização intensa de agrotóxicos, permitindo assim a inferência de contaminação do meio por esse tipo de prática, principalmente na água, já que a principal fonte de captação da água advém de um rio ao redor da cidade cercado em sua por terras cultiváveis ou de pecuária (PIRES; CALDAS; RECENA, 2005). Observa-se no relato do aluno a percepção da relação entre essas atividades econômicas e a inferência ao problema.

Freire (2011) discute que a percepção do mundo pelo sujeito é de extrema importância, pois é nessa prática que se reconstrói/constrói seu conhecimento, uma vez que o mundo lhe exige retorno, de uma indagação problematizada e pré-existente, neste caso, percebida pelo aluno como problema quanto ao uso de substâncias que causam a contaminação, ato que requer do mesmo, manifestação da sua criticidade.

O aluno 3, justifica que a água dos rios apresenta contaminação por agrotóxicos, mas aponta que a água que chega em suas casas, passa por processos de tratamento, ou seja, o aluno reconhece a existência de um processo de tratamento e o qualifica como eficiente, pois observa que a água do rio que antes era marrom, passa a ser transparente, após o tratamento:

Aluno 3: “... para que essa água chegue em nossas casas, ela passa por um processo chamado coagulação e por outro processo chamado filtração, onde aquela água suja de cor marrom, fique de forma transparente, para que possam liberar para nossas casas...”

Quando surgiu a discussão sobre a eficiência do tratamento da água, foi possível perceber que, na compreensão dos alunos, a presença dos agrotóxicos foi considerada mais persistente na água em comparação aos demais contaminantes, por exemplo, os sólidos que, geralmente, atribuem a cor característica “marrom” e que são removidos pelo processo de clarificação, coagulação, filtração, como relata o aluno 3.

De maneira geral os alunos demonstraram desconfiança no processo investigado. Alguns alunos (aluno 4), pautados em suas pesquisas questionaram acerca da eficiência do tratamento da água quanto a alguns tipos de substâncias, que por eles foi considerada “dissolvida” na água não sendo removida com o tratamento utilizado.

Aluno 4: Mas a nossa água vem do rio, e pode ser que o tratamento não funcione bem!

Professor: Como você pode ter certeza disso?

Aluna 4: Quando eu fiz a pesquisa na internet, eu acabei lendo que o tratamento de água realizado com essa água que é coletada do rio, é muito básico, deixando substâncias que fazem mal para nós, ainda dissolvidas na água.

Ao apontar que o tratamento é básico, o aluno demonstra duvidar da potabilidade da água mesmo pós-tratamento. É importante observarmos que quando discutido com os alunos o conceito de misturas homogêneas, para então discutirmos os conceitos de soluções, utilizou-se a água como exemplo de solvente, apontando a mesma com alta

capacidade de solubilização, abordando brevemente as relações intermoleculares, entre a água e outras substâncias, segundo a natureza polar e apolar. Acreditamos que esse fato tenha corroborado para que os alunos compreendam que para a separação de substâncias altamente miscíveis na água, exige-se a demanda de técnicas mais elaboradas.

No entanto, é importante ressaltar que a argumentação apresentada pela aluna 4 faz sentido, pois muitas vezes o método de análise da empresa pode não ser sensível a ponto de detectar tipos de contaminantes, por exemplo, agrotóxicos.

A descrição dos aspectos visuais da água demonstra que adjetivos como “sujo” são empregados como expressão de má qualidade da água. Nesse primeiro momento de análise nota-se que as informações obtidas pelos alunos em suas pesquisas e discutidas em sala (aula 1 e 2) foram importantes nos aspectos da investigação e confiabilidade no processo de tratamento. É importante esclarecer na segunda aula foi realizada a discussão das pesquisas, um momento de provocação e problematização. Por meio dos argumentos percebemos que os alunos começaram a apresentar um posicionamento questionador quanto à qualidade da água da cidade.

Na terceira aula foram abordadas as técnicas de tratamento da água e parâmetros como cor e turbidez, o que foi possível desmistificar o entendimento destes termos como algo causado somente pela presença de substâncias tóxicas, como agrotóxicos e resíduos de indústrias.

De acordo com os argumentos dos alunos foi possível verificar a compreensão do processo de tratamento de água inferida pelas discussões em aula e relatos observados em Diário de Campo conforme trecho abaixo:

Aluno 3: Professor, mas acontece só isso pra tirar essa “sujeira”? Depois que a água é clarificada ela fica da cor que chega em casa? ”.

Aluno 3: “Então, na verdade a água que chega em casa é uma água limpa, pois esse tratamento remove toda a sujeira da água”.

O entendimento de tal processo possibilitou ao aluno a compreensão da técnica de remoção de materiais sólidos que causam cor/turbidez à água, e permitiu ao aluno a ideia de que a qualidade da água inicialmente considerada “ruim”, pelas informações encontradas durante a realização da pesquisa, agora considerada como “limpa”. Nota-se a importância do aspecto visual como resultado do processo e a forte relação estabelecida pelo aluno entre essa característica e o conceito de “limpa”, garantindo a validação de todo o tratamento de água investigado.

Uma das questões levantadas durante a terceira aula foi o fato dos agrotóxicos como presença ameaçadora à qualidade da água da cidade, se contrapondo ao argumento do aluno 3. Os questionamentos realizados foram entorno da eficiência do tratamento da água, pautados em informações da mídia local e regional encontrados durante a pesquisa, como se pode observar abaixo.

Aluna 9: Professor, quando eu fiz minha pesquisa, o jornal tinha informado que existia na água uma quantidade grande de agrotóxicos, devido às lavouras na região. Esse tratamento de clarificação remove esses venenos?

Professor: O Processo de Clarificação é somente para remoção de partículas dispersas na água, que de certa forma causa cor ou turbidez na água.

Lopes e Albuquerque (2018) relatam que no Brasil a alta atividade no setor agrícola e o apelo pelo aumento da produção de grãos refletem no uso exacerbado de agrotóxicos, ocasionando grandes índices de contaminação humana refletindo significativamente na saúde pública, os autores ressaltam ainda que o grau de toxicidade depende da natureza do agrotóxico utilizado e do tempo de exposição.

Quando foi abordado o conceito de concentração, como ferramenta de quantificação de substâncias que comprometem a qualidade da água, os alunos entenderam que a necessidade de dados quantitativos é de extrema importância para a compreensão do resultado do tratamento da água. O entendimento de que os resultados das análises, são de extrema importância para qualquer tomada de decisão, ficaram evidentes pelas discussões durante a aula. Além disso, o material pesquisado apresenta as leis que regulamentam os limites por concentração de substâncias dispersas na água para consumo humano, o que auxiliou a discussão em sala de aula.

Um aluno se referiu à ausência de pesquisas para a confirmação de dados que comprovem a veracidade de algumas informações divulgadas pela mídia. Por exemplo, análises que demonstraram a concentração ou isenção de agrotóxicos na água como comprovação e certificação da qualidade da água, e eficácia do tratamento realizado. Uma aluna relatou durante a aula:

Aluna 4: “Outra aluna, disse: Eu não achei nada, mas na denúncia que foi feita no jornal o responsável pede ao Ministério Público que seja investigado, e que análises sejam feitas”.

A explicação permitiu o entendimento de que o agrotóxico ou qualquer outra substância nociva ao ser humano depende exclusivamente de sua concentração no meio em que está dissolvida, por isso a necessidade de análises quantitativa solicitadas ao órgão público, conforme as leis que regem os limites de concentração dessas substâncias.

As discussões em sala propiciaram aos alunos e professor a oportunidade de expressar seus conhecimentos e opiniões com os colegas, ampliando a troca de ideias promovendo reflexão sobre a situação problema apresentada. Segundo Santos et al (2010), as discussões ocasionadas na prática entre professor e aluno, promovem o conhecimento científico de forma interativa com a tecnologia e o mundo, baseado nas experiências dos alunos.

Outro fator importante relaciona-se à questão ambiental quando os alunos se referem à presença de agrotóxicos no rio, como ameaçador à vida aquática:

Aluno 7: “Esses agrotóxicos não são prejudiciais só à saúde, mas também como alimentação dos peixes do rio”

É inquestionável a relação que os alunos fazem durante as discussões realizadas e, principalmente, em seus textos, no que se refere à presença de agrotóxicos como agente de contaminação, resultante da intensa atividade agrícola, afirmando então como um dos principais problemas da região.

Autores como VEIGA, M.; SILVA; VEIGA, M. (2006) fundamentam:

Um dos recursos mais utilizados pelos agricultores para elevar a produtividade agrícola seria o uso de agrotóxicos. Agrotóxicos quando aplicados podem contaminar o solo e os sistemas hídricos, culminando numa degradação ambiental que teria como consequência prejuízos à saúde e alterações significativas nos ecossistemas. Os agrotóxicos são desenvolvidos visando potencializar suas características químicas de tal forma que sejam tóxicos a certos tipos de insetos, animais, plantas ou fungos. Embora, essa função letal dos agrotóxicos seja direcionada, estes também podem causar danos fora do seu alvo (VEIGA, M.; SILVA; VEIGA, M. 2006, p. 2393).

Conforme as análises realizadas a *categoria final*, *Contaminação* apresentou correlação com quatro *categorias iniciais*, o que segundo os alunos, podemos considerar como agentes que provocam a contaminação, sendo: Agrotóxicos, Lixo, Resíduos Industriais e Metais pesados.

A segunda *categoria final*, Qualidade da água, foi estabelecida por duas *categorias iniciais*, Insatisfatória e Satisfatória. A *categoria inicial*, Insatisfatória foi afirmada por dez alunos e Satisfatória três alunos.

A insatisfação dos alunos referente à qualidade da água foi atribuída à superficialidade no tratamento ao qual ela é submetida e que por diversas vezes foi classificado pelos alunos como incompleta ou insatisfatória.

Segundo o Aluno 10, mesmo após receber o tratamento, a água chega com algum tipo de contaminação:

Aluno 10: “... a qualidade do rio de Dourados esta muito contaminada, principalmente por agrotóxicos, pois mesmo, essas águas contaminadas sendo tratadas pela Sanesul antes de chegarem as nossas casas, ela chega mesmo sendo pouca contaminada, mas, chega”...

O Aluno 4 caracterizou a qualidade da água como boa e ruim, e pontua quais os motivos que o fez considerar assim:

Aluno 4: “A boa qualidade, é que a água vem bem visível, boa qualidade. Já a mal qualidade da água vem ocorrendo um pouco na nossa cidade, pelo fato dos agrotóxicos das fazendas...trazendo malefícios a nossa qualidade de vida...”

O aluno abordou dois aspectos que considerou relevantes para caracterizar a qualidade da água como satisfatória ou insatisfatória. Interessante é a característica que foi utilizada para classificar a água sendo “visível”, ou seja, transparente, como parâmetro

de satisfação em relação à qualidade da água. Notou-se novamente o entendimento e valorização da técnica de clarificação no tratamento da água, uma vez que o mesmo caracterizou o processo, nessa etapa do tratamento, como satisfatório.

Mesmo sendo atendido esse padrão, o aluno considerou que a água ainda permanece com algum tipo de contaminação o que evidencia, segundo o aluno, a ineficácia do processo de tratamento, inferindo que por mais transparente que esteja a água, é possível ainda a presença de contaminantes que permanecem solubilizados.

A *categoria final*, *Saúde* foi dividida em quatro *categorias iniciais*, Doenças em Geral, sistema Nervoso Central, Câncer e Hepática.

Alguns conceitos populares permanecem ainda como verdades na concepção de alguns alunos. Conforme relatou o aluno 2.

Aluno 2: “A água tem muita diferença da água da natureza para a água passada pelo sistema da empresa que realiza o tratamento da água, pois lá eles utilizam muitos cloros, que acaba causando várias doenças para a sociedade, uma delas é o câncer...”

Fonseca (2010) apresenta em seu livro, textos organizados em unidades, que abordam assuntos que referentes a temas sociais, por exemplo, a utilização do cloro como meio de desinfecção no tratamento da água para consumo humano. Afirma que no Brasil o uso está ligado, principalmente, ao custo do material, que é baixo. Contudo, alerta que o cloro por ser reativo, tende a reagir com matéria orgânica originando substâncias cancerígenas.

Na compreensão de alguns alunos o argumento científico não é suficiente para refutar a ideia de o cloro ser prejudicial à saúde. Percebe-se pelo relato “... *cloros, que acaba causando várias doenças para a sociedade, uma delas é o câncer...*”. Outro relato (aluno 12) expressa apoio a fala deste aluno baseado no conhecimento popular, embora, tenha-se discutido em sala a finalidade da utilização do cloro no tratamento da água.

Aluno 12: Por que colocam cloro na água se ele é ruim pra nós?

Professor: Perguntei a ele, o porquê ele afirmou que o Cloro é ruim para nós?

Aluno 12: Muitas vezes quando abro a torneira de casa, sai uma água com um cheiro forte, e minha mãe diz que é cloro e que faz mal.

Professor: O Cloro é um agente redutor muito forte, ou seja, possui a facilidade de retirar elétrons de outras espécies presentes na água, o que propicia o acontecimento de reações responsáveis por matar microrganismos prejudiciais ao organismo humano.

O Aluno 6 relatou também que a água é causadora de doenças na população da cidade de Dourados, e aponta dois fatores que determinam esse fenômeno. O primeiro é a presença de agrotóxicos, apontado pela grande maioria dos alunos. O segundo remete-se a presença de metais pesados, na água e a este o aluno atribui como causa do câncer:

Aluno 06: “E em Dourados tem um mal que é a presença de metal pesado, o Rio Dourados passa por muitas lavouras, e essas lavouras tem uma atividade de agricultura muito grande, que despeja muito agrotóxico no solo que vão parar na água e que chega

as nossas casas, o metal-pesado não pode ser filtrado por métodos comuns e o crescente número de câncer foi comprovado que tem parte no metal pesado”.

Durante a última aula, na qual foi abordado o processo de tratamento de água realizado pela empresa responsável e algumas técnicas realizadas em análises de certificação de qualidade, foi possível notar que houve interesse pelos alunos quando relatado uma das técnicas de detecção de metais na água. Além disso, foi possível discutir a detecção de metais, pela técnica de espectrofotometria. Interessante quando foram questionados o que eram cátions, demonstraram saber exatamente o que é, conforme podemos ver:

Professor: Vocês sabem o que é um cátion.

Aluna 6: Cátion é um íon!

Aluno 8: Tem carga positiva.

Professor: Perguntei a eles o que significa essa carga positiva?

Aluna 6: Significa falta de elétrons, conforme a quantidade de carga é a quantidade de elétrons perdido do metal.

Ao explicar o funcionamento da técnica a aluna 6 indagou:

Aluna 6: Como que vocês sabem que um determinado cátion, é aquele cátion?

Professor: Expliquei que todos os cátions apresentam um pico característico, num gráfico, que é como se fosse uma identidade de cada cátion, ou seja, cada cátion vai ter um pico correspondente a um comprimento de onda diferente do outro que para nós aparece como um pico característico, e que isso possibilita a diferenciação, e detecção deste metal na água. Pinheiro et al (2007) relatam em seu trabalho sobre a importância do uso de CTS no ensino médio afirmam a necessidade de realizar a ponte entre o conhecimento de conceitos às aplicações de importância social, de forma associativa com o aluno, como observou-se na relação íon espectro e detecção de metais.

Alguns alunos relacionam a causa da doença câncer como resultado da presença de agrotóxicos na água, que persistem, mesmo após o tratamento da água, como relatou um dos alunos:

Aluno 10: “... mesmo essas águas contaminadas, sendo tratadas pela empresa de tratamento de água antes de chegarem a nossas casas, ela chega mesmo sendo pouca contaminada, mas, chega. E isso é um dos fatores que vem causando várias doenças e até câncer por causa dos agrotóxicos”.

As relações entre os conhecimentos puderam ser evidenciadas pelos textos produzidos pelos alunos. Embora haja expressões de conhecimento popular, são demonstrados também conhecimentos com base científica:

Aluno 08: “Esses agrotóxicos são muito prejudicial ao Sistema Nervoso e o desenvolvimento do cérebro e fígado”.

O aluno relaciona a presença de agrotóxicos como prejudiciais aos humanos, proveniente de uma possível contaminação. Veiga e Veiga (2006) afirma que a presença de agrotóxicos e seus efeitos para a saúde humana tem causado bastante preocupação na comunidade científica, principalmente pela presença destes nos recursos hídricos. Outro fator apontado pelos autores é a atividade agrícola intensa próximo de localidades ricas em recursos hídricos, que geralmente é utilizado por humanos, o que facilita a contaminação.

Na *categoria final, Processo de Tratamento*, foram geradas três *categorias iniciais* de conhecimento sendo, Resumido, Detalhado e alternativo. É possível perceber que os alunos mencionam os processos de Tratamento, basicamente em duas formas, resumida ou detalhada, e também apresentam uma forma de tratamento alternativo, como complementação ao tratamento realizado pela empresa Sanesul.

Do total de alunos, dez descreveram de alguma forma os processos de tratamento de água resumidamente.

O aluno 06 caracteriza o tratamento realizado pela Sanesul como ineficiente:

Aluno 06: “A água mesmo depois de tratada, filtrada, “purificada” não é uma água com uma qualidade boa, porque depois dos processos de tratamento da água, a água chegam nas casas com uma aparência ruim, obrigando as pessoas comprarem filtro e não trata totalmente, continua com um gosto de água com cloro”.

Observa-se que além do aluno considerar o tratamento de água ineficiente, coloca uma proposta alternativa utilizada nas casas, o filtro. O aluno 7 também cita como alternativa, o uso de filtros, para complementação do tratamento realizado.

O aluno 9 faz referência ao tratamento de água comparando a água que é coletada do rio, com a água produto final, do processo de tratamento.

Aluno 09: “... pois a água quando é retirada do rio ela esta com cor escura e com varias substâncias, ela passa por varias processos, e por fim fica transparente, mas há varias substâncias que não podem ser vista a olho nu e não interferem na cor da água...”

Nota-se que o aluno utiliza a cor/turbidez da água, como parâmetro de comparação da água antes e depois da finalização do tratamento. Ressalta ainda que, por mais que não se possa enxergar na água a presença de substâncias não visíveis a olho nu, estas, persistem mesmo após o tratamento.

O aluno 11 afirma a importância do tratamento de água que a Sanesul faz:

Aluno 11: “Bom pelo que eu vi o trabalho que a sanesul faz é muito importante pelo fato que muitos produtos químicos são jogados nos rios e muitas pessoas precisa da água do Rio Dourado que chega até suas casas totalmente tratadas...”

Observou-se que há por parte do aluno a preocupação em relação às demais pessoas que utilizam a água levando em consideração a afirmativa do aluno em não utilizar a água que é tratada, por possuírem poço em sua residência.

A última *categoria final* gerada foi *Meio Ambiente*. Embora nas aulas tenha-se focado justamente o tratamento da água, tivemos algumas manifestações nesse sentido com duas *categorias iniciais* sendo, Impactos ambientais, dois alunos e descartes de embalagens, um aluno. Um dos alunos relatou:

Aluno 02: “A Sanesul tenta utilizar a água que vem com muitos acúmulos de óleo e de outros tipos de substâncias que são lançados nos rios, prejudicando a natureza e o ser humano”.

A ideia de responsabilidade social é explícita pelo aluno, no sentido de percepção da presença de substâncias prejudiciais não só ao ser humano, mas também ao meio ambiente, chamado pelo aluno de “natureza”. Anteriormente, não era observado nos alunos expressões de preocupação com o meio ambiente e saúde pública, mas ao desenvolver da atividade, foi possível notar que balizados nas discussões realizadas em sala de aula frente às pesquisas realizadas, os alunos apresentaram argumentos que demonstraram suas compreensões críticas ao assunto.

O aluno 7 faz menção a atividade humana como um dos fatores que causam a contaminação da água, evidenciando novamente um pensamento de responsabilidade social. O aluno 11 aponta que o descarte de embalagens nem sempre é realizado de maneira correta pelo produtor. O aluno ressalta que é como uma ação de cooperação da parte dos produtores a prática de devolução das embalagens nos locais indicados deveria ser respeitada e realizada no período de coleta de forma responsável e consciente.

Embora nas análises dos textos produzidos pelos alunos, encontram-se dificuldades de expressão por uma linguagem mais técnica, foi possível observar a formação de pensamento crítico e reflexivo, levando-se em conta o fato deles poderem expressar suas ideias e opiniões fazendo a junção entre seus conhecimentos prévios com conceitos e assuntos discutidos e investigados durante a atividade na perspectiva CTS (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007).

A atividade proporcionou aos alunos motivação para o envolvimento com o tema. A partir do envolvimento e da argumentação ocorrida, foi possível considerar que os alunos tiveram senso crítico tornando-se capazes de realizarem discussões fundamentadas sobre o tema.

Desta forma, a atividade desempenhou seu papel de proporcionar um ambiente que favorecesse o processo de formação cidadã, oportunizando ao aluno, situar-se no local em que vivem conhecer sobre um bem essencial à vida que beneficia toda a comunidade e que lhes são de direito adquirido. Além de conseguir perceber as ineficiências que ao longo do estudo do tema foram investigadas, podendo a partir disso, refletir sobre o uso do conhecimento adquirido para questionamentos e apontamentos acerca do assunto, de forma que possam motivar-se a modificar sua realidade nem que seja na busca por formas alternativas ou complementares na resolução do problema apontado.

Considerações Finais

O trabalho realizado proporcionou o desenvolvimento da criticidade dos alunos, frente a uma dada situação de extrema importância para a população da cidade de Dourados, o tratamento de água.

O desenvolvimento da percepção crítica foi permeado pela atividade com enfoque CTS, proporcionou aos alunos a oportunidade de reconhecimento dos problemas no meio em que vivem e a análise de informações veiculadas pela mídia. A atividade também contribuiu para criar um ambiente em que os alunos argumentassem em sala de aula e conduzissem a discussão de conceitos químicos aplicados na sociedade, numa perspectiva de formação de um cidadão crítico.

O conhecimento científico discutido, durante o decorrer das aulas proporcionou subsídios necessários para que alunos pudessem apontar quais os possíveis problemas em relação a qualidade da água da cidade. Os alunos relataram que antes dessa atividade não pensavam sobre a problemática levantada. Nesse sentido, foi possível notar o envolvimento do aluno com a atividade, a qual contribuiu para a formação social, pois as manifestações frente aos problemas, como a contaminação das águas, ou como o uso inadequado de agrotóxicos, ou descarte incoerente, são relacionadas como práticas ruins, para o meio ambiente e para a humanidade.

A problematização realizada em sala de aula proporcionou potencial aprendizado de conceitos químicos e do tema proposto. Além disso, um dos objetivos da perspectiva CTS é que os alunos possam refletir sobre o problema, suas causas, consequências e interesses. Neste caso, os alunos atuaram como pesquisadores, pois investigaram qual a possível mudança ocorrida na qualidade da água da cidade.

A utilização do conteúdo Soluções possibilitou aos alunos entendimento e assimilação dos termos conceituais de Concentração, como fator característico de importância quantitativa para reflexão de determinação de qualidade da água. Em concordância às leis que, determinam limites de concentração de substâncias nocivas ao ser humano, que possam estar presentes na água.

Também foi possível perceber relação com o termo, Dissolução, em virtude da discussão em sala de aula, uma vez que o aluno entendeu o termo como fator de afinidade, que ocorre entre uma substância e outra. Além disso, o aluno infere que a afinidade que o agrotóxico possui com a água é maior que as demais substâncias. Defendem suas ideias pautadas na dissolução dos agrotóxicos na água como sendo algo persistente, que resiste até o processo de tratamento da água realizado.

A abordagem CTS propicia ao aluno e professor um debate que abrange outras áreas do conhecimento, proporcionando uma atividade interdisciplinar. Aulas nessa perspectiva requerem um tempo maior para serem trabalhadas, pois o objetivo é desenvolver um ambiente favorável para que o aluno perceba os problemas da região no qual está inserido e consiga argumentar sobre isso.

Atividades com o enfoque CTS ajudam a desenvolver a postura crítica dos alunos no âmbito social proposto pela atividade, na qual o aluno se reconhece como membro atuante por meio da manifestação de opinião. Dessa forma, o aluno expressa sua visão de mundo, ou seja, como ele compreende, considera e age sobre uma dada situação real.

Referências

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Características da investigação qualitativa**. In: *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto, Porto Editora, 1994.

CONRADO, M. A. e EL-HANI, C. Formação de cidadãos na perspectiva CTS: reflexões para o ensino de ciências. *In: Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, Anais eletrônicos*, Curitiba, Paraná, 2010.

FONSECA, M. R. M. **Química: meio ambiente, cidadania, tecnologia**. 1 ed. São Paulo, 2010.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 50 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011.

GOMES, E. C.; BATISTA, M. C.; FUSINATO, P. A. O estudo das ondas eletromagnéticas a partir do enfoque CTS: Uma possibilidade para o ensino de física para o Ensino Médio. **REnCiMa**, v.8, n.1, p. 109 – 125, 2017.

LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde em debate**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 117, p. 518-534, 2018.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, Bauru, vol. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.

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. **Revista Ciências & Educação**, Bauru, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

PIRES, D. X.; CALDAS, E. D.; RECENA, M. C. P. Uso de agrotóxicos e suicídios no Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 21(2):598-605, mar-abr, 2005.

REGALO, C. A.; NUNES, C. A. **Educação, escola e sociedade no Brasil: matrizes históricas, determinações políticas e estigmas institucionais da Reforma Neoliberal (1996-2006) e de suas implicações pedagógicas e curriculares**. Tese de doutorado – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas, 2013.

SANTOS, W. L. P. e MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência – Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2002.

SANTOS W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em Uma Perspectiva Crítica. **Ciência & Ensino**, v. 1, n. especial, 2007.

SANTOS, S. M., AMARAL C. L. C., MACIEL, D. M. Temas Sociocientíficos (Leite) em aulas práticas de química na Educação Profissional: Uma abordagem CTS. **Experiência em ensino de ciências**. v. 5, n. 3, p. 115-121, 2010.

VEIGA, M. M. SILVA, D. M. VEIGA, L.B.E. FARIA, M. V. C. Análise da contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxicos numa pequena comunidade rural do sudeste do Brasil. **Cad. Saúde Pública**. Rio de Janeiro, n. 22, p. 2391-2399, 2006.

VERASZTO, V. E; SILVA, D; SIMON, O. S; BRENELLI, P. R; FILHO, B. J; Mapeamento habilidades e competências mobilizadas em alunos do ensino fundamental durante a aplicação de projeto de educação tecnológica. *In*: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física, 9. 2004, Campinas. **Anais eletrônicos**, Campinas: Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas-FE/UNICAMP, p.1-12, 2004.

VIEIRA, F. C. R. K; BAZZO, A. W. Discussões acerca do aquecimento global: uma proposta CTS para abordar esse tema controverso em sala de aula. **Ciência & Ensino**, v. 1, 2007.