

Ensino de soluções químicas por meio do enfoque ciência-tecnologia-sociedade

Tânia Mara Niezer, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto Silveira e Elenise Sauer

Universidade Tecnológica Federal do Paraná/UTFPR, Campus Ponta Grossa, Paraná/Brasil. E-mails: tanianiezer@gmail.com; castilho@utfpr.edu.br; sauer@utfpr.edu.br

Resumo: Resultados são apresentados da pesquisa de mestrado profissional, sobre as possibilidades de ensinar em sala de aula, o conteúdo químico de soluções, relacionado ao cotidiano dos alunos, proporcionando a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) no enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). O objetivo geral deste estudo foi desenvolver e analisar o ensino do conteúdo químico soluções relacionando-o ao cotidiano dos alunos no enfoque CTS contribuindo na ACT. Participaram da pesquisa 55 alunos, da 2ª série do Ensino Médio, do curso Técnico em Agropecuária de uma escola pública localizada na cidade de Rio Negro no sul do estado do Paraná no Brasil. A abordagem metodológica foi a qualitativa de natureza interpretativa, com observação participante. Os principais resultados evidenciaram que o enfoque CTS no ensino de soluções, contribuiu na apropriação dos conceitos químicos, pelos alunos, sendo possível transpor questões cotidianas, possibilitou aos alunos avançar os conhecimentos para além do conteúdo proposto inicialmente. Estimulou a iniciativa dos alunos, tomada de decisão e uma participação mais cidadã.

Palavras-chave: ensino de química, ciência-tecnologia-sociedade (CTS), soluções químicas.

Title: Teaching of chemical solutions through approach Science-Technology-Society.

Abstract: Results are presented of the research professional master, about the possibilities of teaching in the classroom, the chemical content of solutions, related to students' everyday lives, providing Scientific Literacy and Technology (SLT) approach in Science-Technology-Society (STS). The aim of this study was to develop and analyze the teaching of chemical content solutions relating to the daily life of students in STS approach contributing to SLT. Participants were 55 students of 2nd year of high school, the Agricultural Technician course. The methodological approach was qualitative interpretative, with participant observation. The main results showed that the CTS approach in teaching solutions, contributed in the appropriation of chemical concepts by students being possible to transpose everyday issues, enabled students to advance knowledge beyond the initially proposed content. Stimulated student initiative, decision-making and a more citizen participation.

Keywords: teaching of chemistry, science-technology-society (STS), chemical solutions.

Introdução

Por perceber, durante a prática docente, que muitos alunos de Ensino Médio não conseguem estabelecer relações entre os conceitos químicos apresentados em sala de aula e as modificações que ocorrem no meio em que vivem, pois geralmente, os conceitos relacionados às Soluções químicas são trabalhados em sala, com ênfase nos cálculos e aplicações de fórmulas, sem relações com as atividades da vida cotidiana, fato que acaba por valorizar os aspectos quantitativos do conteúdo, deixando para segundo plano os qualitativos, como afirma Echeverria (1996), moldando um conhecimento abstrato e incompreensível para o aluno.

Nesse estudo, optou-se por explorar os conceitos químicos sobre Soluções por ser este, um conteúdo considerado de difícil compreensão pelos alunos da 2ª série do Ensino Médio em geral, principalmente por relacionar fórmulas e cálculos matemáticos ao estudo da química, o que exige do professor utilizar estratégias diferenciadas de ensino para o aprendizado da ciência possibilitando a ACT. No entanto, outros conceitos químicos foram abordados durante as atividades oportunizando adequar os conteúdos programados. Além dos conceitos relacionados às Soluções químicas, os conteúdos programáticos de Química para a 2ª série do Ensino Médio no estado do Paraná, Brasil, envolvem ainda o estudo sobre: Transformações químicas, Termoquímica, Cinética química, Equilíbrio químico e Eletroquímica.

Para o estudo, inicialmente procurou-se identificar as concepções prévias dos alunos sobre as Soluções químicas e sobre as relações sociais da ciência e da tecnologia para, a partir dessas concepções prévias, elaborar e desenvolver com os alunos atividades sob um enfoque CTS, de maneira a proporcionar a alfabetização científica e tecnológica.

Assim, neste artigo tem-se por objetivo apresentar resultados da pesquisa "Ensino de Soluções Químicas por meio da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade", realizada no mestrado profissional do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus Ponta Grossa (UTFPR-PG).

Fundamentos teóricos

A Importância do ensino de soluções na Química

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

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

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

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

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

O enfoque CTS no ensino da Química

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

O ensino no enfoque CTS adquire um caráter interdisciplinar, sendo que a construção cognitiva do novo ocorre por meio de intersecções com diferentes perspectivas de análise sobre as interferências da ciência e da tecnologia na vida em sociedade.

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

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

Entende-se que relacionar a prática pedagógica à perspectiva CTS no estudo da Química no Ensino Médio, torna-se uma possibilidade de reverter “a assepsia, o dogmatismo, o abstracionismo, a a-historicidade e a avaliação como instrumento de poder para podermos construir uma educação que busque cada vez mais a construção de uma cidadania crítica” (Chassot, 2010, p. 102).

Nessa perspectiva, Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007, p.82), afirmam que:

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

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

Contexto e metodologia

Para o desenvolvimento deste estudo a metodologia da pesquisa considerou o contexto escolar, em específico a sala de aula, como seu principal foco de investigação. A natureza da pesquisa foi aplicada sendo a abordagem metodológica qualitativa de natureza interpretativa, com a observação participante que, segundo Moreira e Caleffe (2008), a observação participante é uma técnica que possibilita ao pesquisador entrar no mundo social dos participantes do estudo. Para a coleta de dados utilizou-se como técnicas: fotos e vídeos das atividades, as próprias atividades desenvolvidas pelos alunos, arguições orais, relatórios e anotações de memória de campo.

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

O estudo foi desenvolvido com 55 alunos, de duas turmas (A e B) de 2ª série do Ensino Médio, do curso Técnico em Agropecuária de uma escola pública da cidade de Rio Negro localizada no sul do estado do Paraná - Brasil. Salienta-se que para garantir o anonimato, os alunos foram identificados por números em relação à turma que pertence de forma a

preservar sua identidade. As atividades realizadas seguiram o roteiro conforme o fluxograma descrito a seguir:

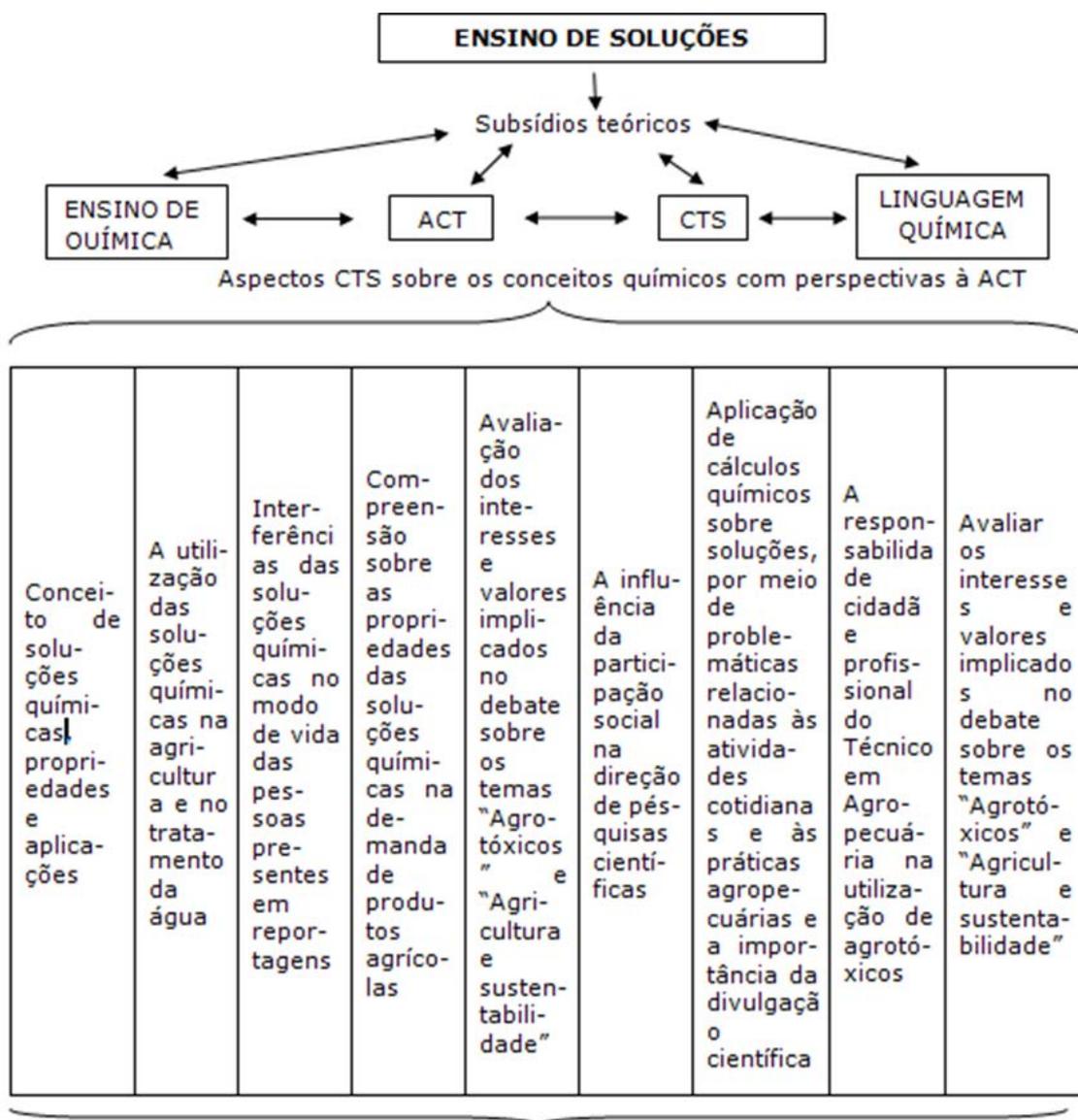


Figura 1.- Fluxograma do desenvolvimento da proposta de ensino. Fonte: Autores (2012)

Resultados e discussões

Os resultados obtidos neste processo, suas potencialidades e limites são neste artigo, apresentados e discutidos em seis categorias de análise.

1. Conceitos de soluções químicas, suas propriedades e aplicações: concepções iniciais dos alunos;
2. A utilização das soluções químicas no tratamento da água e na agricultura, e sua interferência no modo de vida das pessoas;
3. A percepção dos alunos sobre as propriedades das soluções químicas na utilização de produtos agrícolas considerando seus interesses e implicações sociais;

4. A importância da divulgação científica na participação social e de responsabilidade cidadã e profissional do Técnico em Agropecuária na perspectiva da ACT;
5. Divulgação do conhecimento construído: apresentação dos trabalhos para a comunidade escolar;
6. Percepções dos alunos sobre a proposta de ensino (Niezer, 2012).

Conceito de soluções químicas, suas propriedades e aplicações: concepções iniciais dos alunos

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

Sendo assim, foi solicitado aos alunos que, individualmente, descrevessem em uma folha de registro, suas principais dúvidas, dificuldades, curiosidades e conhecimentos em relação ao tema Soluções e ao ensino da Química. A maioria dos alunos (90%) se prendeu em descrever as dificuldades que encontram na compreensão dos conceitos químicos como no relato do Aluno 2 – Turma A: “tenho bastante dificuldade em química porque não decoro nomes e símbolos”. O Aluno 17 – Turma B, declara: “minha dificuldade em química é na hora de resolver os exercícios, porque, às vezes, envolve bastante a matemática”. As dificuldades citadas pelos alunos evidenciam a valorização atribuída à memorização e aos aspectos quantitativos em relação aos qualitativos, nas aulas de química, conforme discute Echevería (1993; 1996).

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

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

Aluno 32 – Turma A declara que, a leitura de textos contextualizados apresentados pelos livros didáticos auxilia na compreensão dos conceitos,

como uma possibilidade de tornar a linguagem química mais compreensível, como defendem Mortimer (2000) e Roque e Silva (2008).

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

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

A realização de tal pré-diagnóstico sobre como os alunos percebem o ensino de Química foi importante para identificar os principais fatores apontados que influenciam no processo de aprendizagem, considerando tanto aspectos didáticos da prática docente, como curriculares em relação à quantidade de conteúdos e tempo de aula. Sendo assim, esta atividade abriu espaço para estabelecer estratégias para trabalhar as propriedades e aplicações das Soluções, buscando relacionar os conceitos químicos às atividades cotidianas e práticas inerentes da formação técnica em agropecuária, no enfoque CTS, visando a ACT.

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

A utilização das soluções químicas no tratamento da água e na agricultura, e sua interferência no modo de vida das pessoas

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

Como sugere Lufti (2005), para ter um melhor aproveitamento da visita, foi orientado aos alunos anotarem os seguintes itens do roteiro de visita para posterior análise e discussão do trabalho: O que lhes chamou mais a atenção no tratamento da água? Quais são os processos de separação utilizados? Por que podemos dizer que a água que chega até nossas casas é uma solução e não uma única substância? O que podemos fazer, enquanto

cidadãos, para preservar este recurso? De que forma os agrotóxicos podem prejudicar a qualidade da água que usamos?

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

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

Surgiram muitos questionamentos por parte dos alunos, que foram prontamente respondidos pelo técnico e anotados em diário de campo para serem analisados. Dentre os questionamentos discutidos no decorrer das atividades, estão os seguintes: "Tem alguma coisa que não se consegue controlar? Como por exemplo, deve-se manter o pH igual a 7" (Aluno 33 – Turma A) "Como é corrigido o pH da água?" (Aluno 30 – Turma B), "Para que serve o deionizador?" (Aluno 13 – Turma B) "Você falou em turbidez, como ela é verificada se a água está boa?" (Aluno 19 – Turma B)

Outras perguntas indicavam a reflexão dos alunos sobre aspectos sociais e políticos do tratamento da água, como a do Aluno 16 – Turma A: "Quais as cidades que essa rede abastece?", do Aluno 32 – Turma B: "E aquela água que a gente toma, de poços, é boa pra ser consumida? No interior tem muito disso" e do Aluno 30 – Turma B: "Então o flúor colocado na água é para ajudar a proteger os dentes? E esse tratamento só foi implantado em 1985, por isso que as crianças faziam enxague de flúor na escola antigamente?".

Os alunos puderam perceber a responsabilidade social do tratamento da água, que vai além de receber na torneira de casa um produto apresentável para ingerir. Na relação política e cultural, os alunos consideraram como um direito de todos receberem um produto adequado para o consumo ou, ainda, serem orientados, no caso de possuírem poços artesianos, para se certificarem da qualidade da água que estão consumindo. O que demonstra a consciência dos alunos sobre o compromisso da ciência com a cidadania, como argumentam Santos e Schnetzler (2003).

A visita à SANEPAR motivou os alunos a aprenderem e a reverem diversificados conceitos químicos como pH, reações de neutralização, turbidez, processos de separação de misturas, densidade, ligações químicas, compostos inorgânicos, além de soluções. Também oportunizou abordar de forma contextualizada, por meio dos questionamentos e visualização das etapas de tratamento da água, uma gama de conceitos relacionados às aplicações das Soluções Químicas. Com isso, foi possibilitado ao aluno compreender melhor os conceitos químicos, percebendo que estes são constituídos e criados pelo pensamento humano, numa construção histórica e cultural, configurando assim, um saber possível

de ser aprendido (Chassot, 2004; 2010), como por exemplo, na verificação da "necessidade de se colocar solução de flúor na água para prevenir problemas dentários" (Aluno 17 – Turma A).

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

Os alunos, cerca de 80%, em seus relatórios de visita, mostraram-se reflexivos quanto aos questionamentos e responderam que nem todos os cidadãos gozam de seus direitos, como relata o Aluno 04 – Turma A: "Como moro no interior conheço muita gente que possui poço artesiano e que pode estar consumindo uma água contaminada porque não chega a rede de tratamento até lá". A reflexão do Aluno 26 – Turma B sintetiza a opinião dos demais colegas quanto ao acesso à ciência e à tecnologia apontando que "O poder econômico direciona isso porque quem possui mais dinheiro consegue ter acesso a melhores recursos, como é o caso das novas tecnologias de hoje em dia, então isso não é igual para todos e quem é pobre sempre sai perdendo". Os alunos relacionaram o desenvolvimento científico e tecnológico aos recursos financeiros disponibilizados, portanto restrito a uma determinada parcela da população, não configurando um direito comum, mas sim, como um fator que gera exclusão social e conflitos entre as pessoas (Pinheiro, Silveira e Bazzo, 2007).

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

A percepção dos alunos sobre as propriedades das soluções químicas na demanda de produtos agrícolas considerando seus interesses e implicações sociais

O tema controverso sobre agrotóxicos foi abordado em sala, inicialmente, por meio de reportagens retiradas de sites da internet, Texto: Estudo aponta agrotóxico em leite materno - FOLHA ONLINE. Disponível em: http://www.correiodoestado.com.br/noticias/estudo-aponta-agrotoxico-em-leite-materno_104187 e Texto: Agrotóxicos contaminam leite materno em cidade de Mato Grosso. Disponível em: <http://www.jornalofarol.com.br/ver-noticia.asp?codigo=8064>), sobre a contaminação do leite materno por produtos agrícolas no estado do Mato Grosso, fato ocorrido no primeiro semestre de 2010.

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

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

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

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

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

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

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

O aluno entende que a ciência e a tecnologia apresentam uma estreita relação, possuindo grande responsabilidade não apenas pelo desenvolvimento de produtos agrícolas que, muitas vezes, não trazem benefícios para a população, mas também na socialização do conhecimento. Dessa forma, o trabalho com temas controversos no ensino de Química torna-se uma possibilidade de promover a ACT como discutem Auler e Delizoicov (2001), e Chassot (2010).

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

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

O aluno pode perceber que a sociedade e o mundo natural estão à mercê das descobertas da CT, que nem sempre visam o bem estar social, como discutem Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007).

Assim com o intuito de aprofundar essas reflexões, solicitou-se aos alunos a análise das informações contidas nos rótulos dos agrotóxicos mais utilizados na região, considerando tanto os produtos encontrados na fazenda-escola, como na propriedade familiar dos alunos. Foi proposto a eles o estudo sobre os principais componentes químicos presentes na mistura, o cálculo da concentração dos principais compostos, informações sobre preparo, diluição e cuidados de aplicação do produto na agricultura e no descarte dos resíduos.

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

Os alunos descobriram que alguns produtos de nomes diferentes apresentam a mesma composição química, que alguns rótulos não descrevem claramente os cuidados necessários ao se manusear o agrotóxico ou de como descartar corretamente seus resíduos, e muitos alunos, declararam desconhecer os malefícios de alguns defensivos utilizados com frequência nas propriedades da família. Nesse sentido o aluno 21 – Turma A comenta: “Olhando esses rótulos a gente percebe que os componentes são praticamente os mesmos só muda o nome do produto”. O aluno 08 – Turma B relata sua dificuldade em encontrar as informações quanto aos cuidados necessários no uso do produto pesquisado: “nesse rótulo não está claro os cuidados e precauções que temos que ter com o produto, aí fica difícil né!”.

Entre os itens a serem preenchidos na ficha técnica, constavam os possíveis benefícios e malefícios do uso do produto, possibilitando aos alunos refletirem sobre as consequências da aplicação incorreta dos defensivos agrícolas na lavoura. As principais descrições dos alunos em relação aos benefícios do uso dos agrotóxicos pesquisados foram: “Corta o ciclo da planta daninha” (Alunos 4 e 29, Turma B); “Age no controle de

pragas como: pulgões, moscas, cigarrinhas, em várias culturas” (Alunos 30 e 31, Turma A); “Previne as doenças da planta como, amarelão ou podridão da raiz” (Alunos 10 e 11, Turma A); “Não há benefícios nem para a planta, pois interrompe a produção de proteína” (Alunos 7 e 33, Turma A) e “Paralisa o ciclo de Krebs das células fungicidas e também previne contra a oxidação aeróbica pela célula do fungo” (Alunos 2 e 6, Turma B).

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

O outro item analisado considerou os malefícios decorrentes do uso de agrotóxicos, relacionados com aspectos ambientais, representado na descrição dos Alunos 30 e 31 – Turma A: “Se aplicado de maneira incorreta é prejudicial ao meio ambiente, classe III: produto perigoso ao meio ambiente”. Sobre a contaminação dos recursos naturais, os Alunos 1, 2 e 12 – Turma A declaram que: “Agride o meio ambiente, é tóxico ao ser humano podendo levar à morte, intoxica o solo e a água”, considera-se que o termo “intoxica” utilizado pelos alunos tem conotação de contaminação. Os Alunos 04 e 29 – Turma B acrescentam que pode ocorrer “contaminação do solo, intoxicação do aplicador, possível desequilíbrio ambiental” pelo uso inadequado dos produtos agrícolas.

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

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

A preocupação com a alimentação desencadeou novos comentários, permitindo aos alunos encontrar na agricultura orgânica a resposta para

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

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

A importância da divulgação científica na participação social e de responsabilidade cidadã e profissional do Técnico em Agropecuária na perspectiva da ACT

Compreende-se que a alfabetização científica e tecnológica (ACT) se apresenta como uma possibilidade do aluno em constituir a apropriação de uma cultura científica e do uso dos seus códigos para explicar os fatos e fenômenos que o cercam, relacionando as manifestações do Universo com o conhecimento adquirido em sala de aula (Auler e Delizoicov, 2001; Chassot, 2010).

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

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

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

Nos demais relatos, todos os alunos demonstraram estar mais conscientes acerca das implicações sociais de sua responsabilidade enquanto futuros Técnicos em Agropecuária, principalmente na orientação dos produtores para a aplicação correta do produto, na propriedade.

Reforçando a afirmação de Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007), ao descreverem que o enfoque CTS incorpora ao currículo o desenvolvimento e valores e atitudes, a formação do indivíduo enquanto cidadão consciente, ético, com autonomia intelectual e pensamento crítico.

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

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

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

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

O caso simulado foi outra atividade utilizada em sala, para discutir os interesses relacionados ao tema controverso (Leal, 2009). Nessa atividade, os alunos incorporaram papéis e defenderam seus pontos de vista com o intuito de persuadir os demais sobre sua validade. Para isso, realizou-se a leitura e discussão dos textos "Agrotóxicos: de mocinho a bandido" e "Agricultura e desenvolvimento sustentável" (Santos e Mol, 2005, p. 208-211 e p. 241-243) e, posteriormente, os alunos foram divididos em cinco grupos de atores sociais sendo: Grupo 01: adeptos dos agricultores; Grupo 02: defensores dos comerciantes de agrotóxicos; Grupo 03: intercessores

dos cidadãos; Grupo 04: representantes da indústria alimentícia; Grupo 05: reivindicantes dos ambientalistas.

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

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

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

O grupo 02 expôs a seguinte defesa:

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

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

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

Somos os que mais sofrem com a ganância de vocês agricultores, comerciantes e industriais. Vocês só visam o lucro, a produtividade, nem pensam nos males que causam à população. Os produtos orgânicos são mais saudáveis, mas nem todos têm condições de comprá-los porque são também mais caros. Queremos a garantia de produtos de qualidade em nossa mesa sem pagar mais por isso, porque muitas vezes não sabemos o que realmente estamos comendo. (Aluno 2 - Turma B)

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

Os representantes da indústria alimentícia, na fala do grupo 04, buscaram defender que: "Nós, da indústria alimentícia, somos fundamentais para estabelecer a ponte entre o produtor e o consumidor. Ofertamos uma grande variedade de produtos e cada um escolhe o que vai comer". (Aluno 18 – Turma A)

Assim como os demais grupos, os representantes da indústria alimentícia procuram ficar isentos da responsabilidade de fornecer ao consumidor, um produto que pode trazer malefícios à saúde. Para esta classe, sua função está apenas em garantir que o alimento seja repassado do produtor ao consumidor, sem maiores compromissos. Por fim, reivindicando a posição dos ambientalistas, o grupo 05 amparou sua fala pelo argumento:

Cada um aqui defende apenas a sua posição. Estamos aqui em nome de todos, porque todos irão sofrer com as consequências do uso exagerado de agrotóxicos e de outros produtos que poluem nossos recursos naturais. Precisamos nos conscientizar de que optando pela agricultura orgânica estaremos fazendo bem a nossa saúde e ao nosso ambiente, deixando um mundo sustentável para as próximas gerações. (Aluno 5 – Turma B)

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

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

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

(c) A utilização dos conceitos científicos como forma de manipulação social

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

Na trama da história, vários incidentes ocorrem com o uso de soluções químicas e de conhecimentos científicos que, por serem desconhecidos, afligem a população leiga. De forma divertida e ilustrada os alunos tiveram a oportunidade de relacionar fatos históricos da ciência, com cenas fictícias do filme, como sugere Leal (2009). Na análise do filme foi proposto aos alunos que respondessem a seguinte questão: na prática de seu ofício, Holmes acreditava que “a detecção é, ou deveria ser, uma ciência exata”. Porém, durante seu trabalho de investigação, constantemente o personagem aperfeiçoava seus métodos, que se baseavam basicamente em três princípios – a observação, a dedução e o conhecimento. Considerando o exposto e que os estudos científicos sofrem regularmente modificações, elabore um texto relacionando cenas do filme em que isso aconteceu e outras atividades da ciência que sofreram modificações.

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

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

Assim, entende-se que esta etapa da proposta de ensino possibilitou aos alunos o entendimento de que a ciência está em constante processo de transformação e de que ela pode influenciar muitos aspectos sociais. Outra possibilidade foi a de demonstrar, como os conceitos químicos podem ser apresentados na sequência de um enredo ou história. Assim, para finalizar as atividades, os alunos deveriam desenvolver uma história ilustrada, com base em textos encontrados em RDC, utilizando uma linguagem mais acessível, com o propósito de esclarecer a população na visita do dia de campo, previsto no calendário da escola, sobre as implicações sociais da ciência e da tecnologia (Zamboni, 2001). Para tanto, eles tiveram a liberdade de escolher o tema para realizar o trabalho, porém este tema deveria apresentar relação com o conteúdo de Soluções químicas.

Divulgação do conhecimento construído: apresentação dos trabalhos para a comunidade escolar

Em decorrência das discussões e análises CTS possibilitadas pelas atividades anteriores, nessa etapa os alunos foram instigados a analisarem

artigos ou textos encontrados em revistas de divulgação científica (RDC) que abordassem temas controversos, relacionados aos conceitos de soluções químicas, para que, posteriormente, reescrevessem seu conteúdo em forma de história, numa linguagem que facilitasse sua interpretação pelos leitores. As histórias foram organizadas em forma de livros ilustrados, sendo estes expostos para a comunidade escolar no dia de visitação compreendido no calendário escolar.

Para tanto, as atividades que englobam essa categoria de análise envolveram o trabalho com diferentes temas controversos encontrados em artigos de RDC. A variedade de temas apresentados neste tópico deve-se ao fato de que os alunos, por meio de pesquisas em RDC, escolheram um artigo ou texto de seu interesse, porém que abordassem em seu conteúdo, conceitos relacionados com Soluções químicas. As RDC utilizadas pelos alunos foram Galileu, Globo Rural e Superinteressante.

Para o desenvolvimento das atividades, os alunos selecionaram os seguintes temas: lixo, energia nuclear, transgênicos, desgaste dos recursos naturais, agropecuária, drogas, camada de ozônio, petróleo, entre outros. Após a leitura e reflexões sobre as relações entre o conteúdo da RDC e os conceitos químicos, os alunos, em duplas, elaboraram uma história ilustrada, transformando o assunto em uma linguagem química mais acessível e de fácil compreensão, considerando leitores diversificados. A inserção na didática de trabalho, de atividades que auxiliem os alunos na compreensão dos conceitos atribuídos à ciência, por meio de leitura, interpretação e reconstrução de textos científicos, pode possibilitar o processo de aprendizagem da Química de forma dinâmica, interessante e que promova a alfabetização científica e tecnológica, como respaldam Mortimer (2000) e Chassot (2004; 2010).

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

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

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

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

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

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

Percepções dos alunos sobre a proposta de ensino

Muitas contribuições foram apontadas pelos alunos na avaliação das atividades realizadas com base na proposta de ensino. O quadro a seguir apresenta as percepções e interrelações realizadas pelos alunos entre os conceitos químicos trabalhados no enfoque CTS, contextualizando situações reais de modo a proporcionar a ACT.

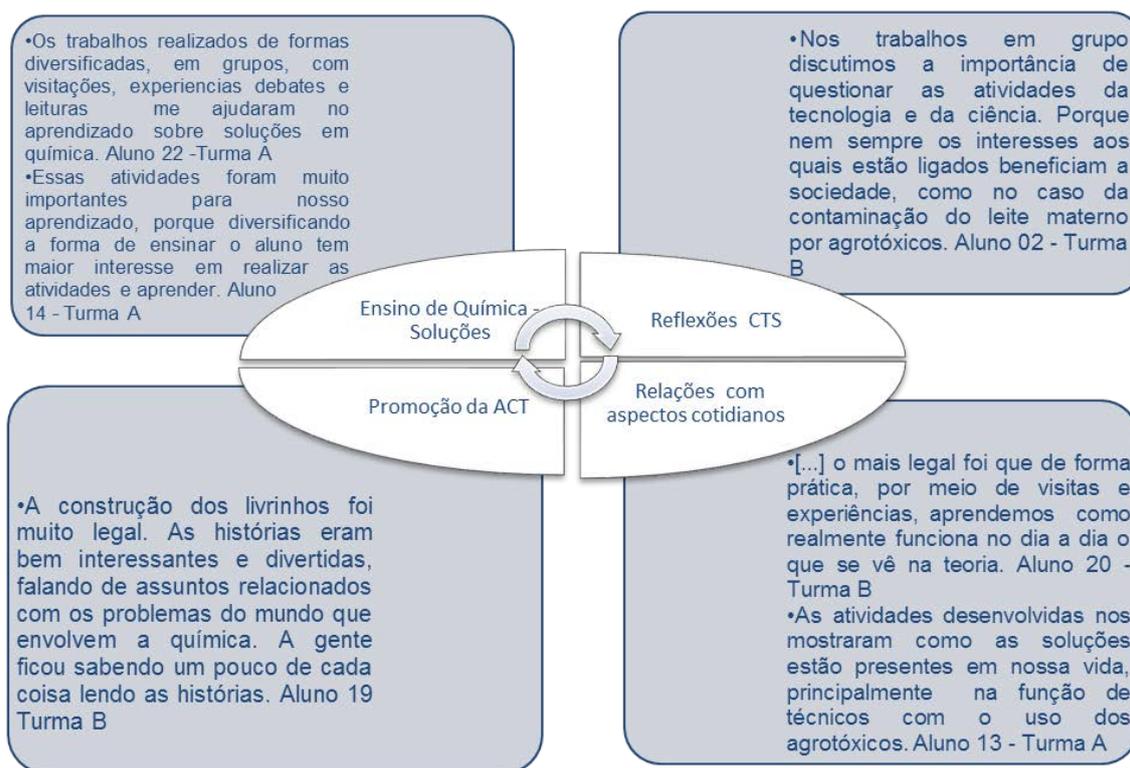


Figura 2.- Percepções dos alunos sobre a proposta de ensino. Fonte: Autores (2012)

As análises realizadas pelos alunos em relação à proposta de ensino, em sua maioria, foram positivas, de grande aceitação. Apenas dois alunos da Turma A sugeriram que, ao final das atividades, fosse realizada uma prova individual para verificar o aprendizado dos conteúdos. O que denota

resquícios da metodologia tradicional que ainda perdura nas escolas, na qual só por meio de prova escrita se comprova o conhecimento do aluno.

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

Conclusões

Por meio do objetivo geral dessa pesquisa, buscou-se desenvolver uma proposta para ensinar o conteúdo químico de soluções com o propósito de promover a aprendizagem, pelos alunos, contribuindo para a alfabetização científica e tecnológica.

O estudo evidenciou o desenvolvimento da consciência crítica e reflexiva, pelos alunos, sobre as interferências da ciência e da tecnologia na sociedade bem como a apropriação dos conceitos químicos relacionados ao conteúdo de Soluções que foram incorporados no vocabulário diário dos alunos, demonstrando a apropriação do conhecimento, com referência aos termos concentração, diluição, densidade, saturação, solubilidade entre outros relacionados às características das Soluções. Evidencia-se também que por meio do enfoque CTS, o ensino da Química admite caráter dinâmico possibilitando o aprendizado interligado de outros conceitos químicos além dos relacionados especificamente com o conteúdo de Soluções, como no caso: pH, reações de neutralização, turbidez, processos de separação de misturas, densidade, ligações químicas, compostos inorgânicos. Tais apontamentos puderam ser constatados por meio dos relatos, descrições, conversas informais e mudança de postura apresentados pelos alunos no decorrer da pesquisa.

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

Dessa maneira, avaliando os resultados obtidos, percebeu-se que a proposta de contextualizar as relações entre os conceitos de Soluções químicas e as transformações naturais e/ou artificiais, o ensino da ciência adquiriu significado, contribuindo para o aprendizado do aluno, tornando-o capaz de participar dos debates públicos relativos à ciência, à tecnologia e as suas implicações na sociedade em que vive.

Implicações

Em curto prazo, a demonstração de que a pesquisa atingiu seu propósito e trouxe relevância para a aprendizagem dos alunos e a efetivação dos objetivos deste trabalho, principalmente no que se refere às análises sobre os conteúdos químicos no enfoque CTS promovendo a ACT, foi que, por iniciativa própria, os alunos organizaram entre as duas turmas de 2ª série, envolvendo ainda, colegas de outras turmas, um grupo para criar um vídeo de cinco minutos para participar de um concurso regional pela *internet*.

Como o tema era livre, os alunos optaram por apresentar as vantagens da agricultura orgânica, alertando a população para os riscos dos alimentos cultivados com agrotóxicos. O vídeo foi assistido por mais de 500 pessoas na *internet*, o que demonstra que as atividades desenvolvidas atingiram o propósito da ACT, que é compreender e expressar suas opiniões sobre assuntos de ordem científica e tecnológica, de forma a pensar no bem estar social.

Em relação às implicações na alfabetização científica e tecnológica dos alunos, evidencia-se a divulgação do conhecimento construído por meio da socialização dos livros desenvolvidos com base nos textos de RDCs. Os trabalhos atingiram a comunidade escolar, sendo difundidos em outras escolas o município.

Outra percepção sobre as implicações deste estudo decorreram do aumento do interesse dos alunos que participaram da pesquisa, na representatividade em instâncias colegiadas como grêmio escolar e conselho escolar, evidenciando a formação do papel cidadão na tomada de decisões.

Referências bibliográficas

Auler, D., e Delizoicov, D. (2001). Alfabetização científico-tecnológica para quê? *Ensaio: Pesquisa em educação em ciências*, 3(1), 1-13.

Chassot, A. I. (2004). *A ciência através dos tempos* 2ª Ed. São Paulo: Moderna.

Chassot, A. I. (2010). *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação* 5ª Ed. Ijuí: Unijuí.

Echevería, A. R. (1996). Como os estudantes concebem a formação de soluções. *Química Nova na Escola*, 3, 16-18.

Echevería, A. R. (1993). *Dimensão empírico-teórica no processo de ensino-aprendizagem do conceito: soluções no ensino médio*. (Tese doutoramento inédita). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Brasil.

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

Lufti, M. (2005). *Os ferrados e os cromados: produção social e apropriação privada do conhecimento químico* 2ª Ed. Ijuí: Ed. Unijuí.

Moreira, H., e Caleffe, L. G. (2008). *Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador* 2ª Ed. Rio de Janeiro: Lamparina.

Mortimer, E. F. (2000). *Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciência*. Belo Horizonte: Ed. UFMG.

Niezer, T. M. (2012). *Ensino de soluções químicas por meio da abordagem ciência-tecnologia-sociedade (CTS)*. Dissertação de Mestrado (Mestrado Profissional em Ensino de Ciência e Tecnologia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa.

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

Praia, J.; Gil Perez, D., e Vilches, A. (2007). O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. *Ciência e Educação, Bauru*, 13(2), 141-156.

Roque, N. F., e Silva, J. L. P. B. (2008). A linguagem química e o ensino da química orgânica. *Química nova*, 3(31), 921-923.

Russel, J. B. (1994). Soluções. P.M.B. (Ed.) *Química Geral*. Tradução e revisão técnica Márcia Guekezian (pp. 501-561). São Paulo: Pearson Makron Books.

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

Santos, W. L. P., e Mol G. S. (Coord.) (2005). *Química e Sociedade: volume único, ensino médio*. São Paulo: Nova Geração.

Santos, W. L. P., e Schnetzler, R. P. (2003). *Educação em química: compromisso com a cidadania*. 3ª Ed. Ijuí, RS: Ed. Unijuí.

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

Silveira, R. M. C. F., e Bazzo, W. (2009). Ciência, tecnologia e suas relações sociais: a percepção de geradores de tecnologia e suas implicações na educação tecnológica. *Ciência e Educação*, 15(3), 681-694.

Zamboni, L. M. S. (2001). *Cientistas, jornalistas e a divulgação científica: subjetividade e heterogeneidade no discurso da divulgação científica*. Campinas, SP: Autores Associados.