



Uma proposta CTS para a formação inicial de professores de Química: potencialidades e limites

An STS proposal for the initial training of Chemistry teachers: potentialities and limitations

Maria Stela da Costa Gondim

Instituto de Química – Universidade Federal de Uberlândia (IQUFU)
Programa de Pós-graduação da Faculdade de Educação – Universidade de Brasília (FE-UnB)
stelagondim@yahoo.com.br

Wanna Santos de Araújo

Departamento de Ciências Biológicas – Universidade Federal do Piauí (UFPI/CPCE)
Programa de Pós-graduação da Faculdade de Educação – Universidade de Brasília (FE-UnB)
wannasantos@hotmail.com

Resumo:

Neste trabalho apresentamos uma proposta de ensino e aprendizagem que tem como propósito a formação para uma educação CTS problematizadora e crítica. A proposta foi baseada no método de estudos de casos, sendo esses voltados para aspectos sociocientíficos, coadunando com uma educação CTS. A sua aplicação se deu em três turmas distintas de licenciandos em Química, durante uma disciplina de um curso noturno de uma universidade pública brasileira, em épocas diferentes. A turma escolhida como nossos sujeitos de pesquisa para este trabalho era composta pelo maior número de matriculados e de participação mais ativa. Seguindo o caminho metodológico de análise de conteúdo (Bardin, 2011), identificamos como nosso *corpus* de análise o questionário final de avaliação, complementado com as outras atividades realizadas pelos estudantes. As atividades foram registradas por meio de documentos escritos e/ou gravação áudio-visual. A partir da análise aprofundada dos dados do questionário final de avaliação, emergiram duas dimensões: “CTS como estratégia de ensino” e “visão crítica da inter-relação ciência, tecnologia e sociedade”. A primeira dimensão prevaleceu nas respostas de oito estudantes, enquanto a segunda dimensão é expressa por seis estudantes. Entretanto, três deles apresentaram as duas dimensões, atingindo o objetivo principal da proposta desenvolvida no curso. Acreditamos que a proposta desenvolvida contribuiu para uma tomada de consciência das e sobre as relações CTS pelos licenciandos em Química. No entanto, compreendemos que a associação com uma estratégia de ensino motivadora foi um fator dificultador do estabelecimento de uma educação CTS mais crítica.

Palavras-chave:

Proposta de ensino e aprendizagem; estudos de casos sociocientíficos; educação CTS; formação inicial de professores de Química.

Abstract:

In this work we present a teaching and learning proposal aiming to contribute towards a critical and questioning STS education. The proposal was based on case studies methods, directed at social-scientific aspects, which is consistent with STS education. It was applied in three classes of a night course for Chemistry degree students, offered by a Brazilian public university, at different times. Of these three classes, we chose one as the subject of our research, which was the one with the greatest number of enrolled students, who also evidenced a more active participation.



Following the methodological perspective of content analysis (Bardin, 2011), we identified the final evaluation questionnaire as our *corpus*, complementing it with other activities developed by students. These activities were documented via written reports and/or audiovisual recordings.

From the in-depth analysis of data obtained from the final evaluation questionnaire two different dimensions emerged: "STS as a teaching strategy" and "critical view of the interrelationship between science, technology and society". The first dimension was more significant in eight students' answers, whereas the second dimension was clearly expressed by six students. Meanwhile, three of the students evidenced both dimensions, thus achieving the main goal of the proposal developed in the course. We believe that this proposal contributed to enhance the Chemistry students' awareness on STS relationships. Nonetheless, we acknowledge that the association with one motivational teaching strategy was an undermining factor in the establishment of a more critical STS education.

Keywords: Proposal of teaching and learning; social-scientific case study; STS education; initial graduation of Chemistry teachers.

Resumen:

En este trabajo presentamos una propuesta de enseñanza aprendizaje que tiene como propósito la formación para una educación CTS problematizadora y crítica. La propuesta fue basada en el método de estudios de casos, siendo estos enfocados en aspectos sociocientíficos, coadyuvando con una educación CTS. Su aplicación se dió en tres grupos distintos de licenciados en Química, durante una asignatura de un curso nocturno en una universidad pública brasileña, en épocas diferentes. El grupo escogido para este trabajo como nuestros sujetos de investigación estaba compuesto por el mayor número de matriculados y de participación más activa. Siguiendo el camino metodológico del análisis de contenido (Bardin, 2011) identificamos como nuestro cuerpo de análisis el cuestionario final de evaluación complementado con otras actividades realizadas por los estudiantes. Las actividades realizadas fueron registradas por medio de documentos escritos y/o grabación audiovisual. A partir del análisis profundo de los cuestionarios finales de evaluación emergieron dos dimensiones: "CTS como estrategia de enseñanza" y visión crítica de la interrelación ciencia, tecnología y sociedad. La primera dimensión prevaleció en las respuestas de ocho estudiantes, en cuanto la segunda dimensión se expresó en seis estudiantes. Tres de ellos presentaron las dos dimensiones, atendiendo el objetivo principal de la propuesta desarrollada en el curso. Creemos que la propuesta desarrollada contribuyó para una toma de conciencia de las relaciones CTS de los estudiantes licenciados en química. Comprendemos que la asociación con una estrategia de enseñanza motivadora fue un factor limitante en el establecimiento de una educación CTS más crítica.

Palabras clave: Propuesta de enseñanza aprendizaje; estudios de casos sociocientíficos; educación CTS; formación inicial de los profesores de Química.

Introdução

Nos últimos tempos, pensar a educação na perspectiva das inter-relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) vem despertando interesses e curiosidades de professores e pesquisadores que visam proporcionar ao ensino de ciências melhores aprendizados atrelados às compreensões dos valores sociais dos conhecimentos científico-tecnológicos. Nesse sentido, a educação científica



volta-se para “a compreensão do conteúdo científico e da função social da ciência” (Santos, 2007, p. 478), relacionando-se, portanto, com uma formação para a cidadania. Nessa formação pretende-se que o indivíduo esteja inserido dentro da sociedade com uma visão crítica em que ele assume seus direitos e deveres e é capaz de tomar decisões responsáveis necessárias ao bem comum. Para adquirir essa visão crítica, é preciso compreender a sociedade atual e o papel da ciência e da tecnologia e, como clarificam Martins e Paixão (2011), que as próprias articulações CTS sejam tomadas como objeto de estudo.

Para a promoção de uma educação CTS, o papel do professor é fundamental. É ele o elemento-chave para que o estudante possa compreender a natureza da ciência e da tecnologia; estabelecer as relações entre a ciência e a tecnologia e outros aspectos de nossa sociedade, como a política, a economia, a religião; compreender a não-neutralidade da ciência; adquirir consciência de seu papel como cidadão e tomar decisões responsáveis. São as práticas didático-pedagógicas do professor que vão orientar e influenciar as ações e atitudes dos estudantes na sociedade (Guazzelli, Maciel, Soligo, Nascimento, & Macedo, 2009; Maciel, Bispo Filho, & Schimiguel, 2009).

Contudo, alguns pesquisadores brasileiros tem apontado uma carência na formação teórica de professores de ciências da educação básica para discutir criticamente temas relacionados à ciência e à tecnologia dentro de nossa sociedade moderna (Auler & Delizoicov, 2006; Maciel et al., 2009; Roehrig & Camargo, 2013; Vilardi, Prata, & Martins, 2012). Dessa forma, colocar em ação uma educação CTS implica numa formação do professor de ciências em que esse seja inserido em debates sobre a educação CTS, analise e elabore materiais e estratégias de ensino, participe de projetos curriculares e pesquisas envolvendo o ensino de CTS e reflita criticamente sobre as possibilidades de sua implementação, os seus potenciais e limites.

Nesse sentido, surge o nosso questionamento: como fazer com que licenciandos em Química introduzam a educação CTS em sua prática pedagógica futura? A fim de responder a esse questionamento e com o propósito de formação para uma educação CTS problematizadora e crítica, utilizamos o método de estudos de casos voltados para aspectos sociocientíficos como proposta de ensino e aprendizagem em uma disciplina de um curso de Licenciatura em Química noturno de uma universidade pública brasileira.

Essa disciplina insere-se em um rol de disciplinas intituladas como Projetos Integrados de Práticas Educativas, desenvolvidas em cada período letivo do curso. Ela compreende a quarta disciplina, denominando-se, portanto, Projeto Integrado de Práticas Educativas IV. Nela são desenvolvidas práticas didático-pedagógicas envolvendo o ensino de CTS para que os licenciandos as vivenciem e possam, a partir dessas, elaborar suas futuras atividades e materiais de ensino de CTS.

Portanto, neste trabalho pretendemos apresentar a proposta metodológica de estudos de casos sociocientíficos desenvolvida e identificar e analisar as percepções dos licenciandos em Química envolvidos na mencionada disciplina a respeito da educação CTS.

Contextualização teórica: educação CTS e estudo de caso

Nos anos de 1970, diante de novas teorias científicas do século XX (teoria da relatividade, mecânica quântica etc.) que trouxeram incertezas à própria ciência e discutiram a sua neutralidade e o



cientificismo, de possíveis consequências desastrosas advindas do progresso científico e tecnológico – como desastres ambientais e a explosão da bomba atômica –, um novo repensar sobre a ciência e a tecnologia se originou: o movimento CTS. Com esse movimento, novas propostas curriculares de ensino de ciências foram apresentadas, buscando a formação de cidadãos críticos, capazes de tomar decisões responsáveis frente a problemas apresentados que envolvessem as relações entre a ciência, a política, a economia, a tecnologia, o ambiente e a sociedade (Auler & Bazzo, 2001; Santos & Schnetzler, 2000; Santos, Galiazzi, Pinheiro Júnior, Souza, & Portugal, 2010).

Os estudos CTS apresentam características multidisciplinares guiados pelas inter-relações construídas entre ciência e tecnologia e seus reflexos na sociedade, tanto no tocante aos aspectos políticos, econômicos e culturais, como também nas transformações que podem causar no meio social e ambiental. Para Santos e Mortimer (2002), estudar ciência e tecnologia sem estudar suas implicações sociais pode resultar em uma falsa ilusão de que o estudante aprendeu o que é ciência e tecnologia. É nesse sentido que a educação CTS mostra uma possibilidade de alfabetização científica crítica, já que, segundo a pesquisa bibliográfica realizada por Auler (2007, p. 1), os objetivos principais dessa educação são:

[...]promover o interesse dos estudantes em relacionar a ciência com as aplicações tecnológicas e os fenômenos da vida cotidiana, abordar o estudo daqueles fatos e aplicações científicas que tenham uma maior relevância social, abordar as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da ciência e da tecnologia e adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico.

Dentro dessa perspectiva, Santos (2011) defende a ampliação dos estudos CTS como um processo formativo de tomada de decisão em ciência e tecnologia buscando uma sociedade mais justa e igualitária. O mesmo pesquisador e colaboradores salientam que a pretensão para o enfoque CTS é:

a) a análise e desmistificação do papel da ciência e da tecnologia como conhecimento hierarquizado e que leva ao desenvolvimento; b) a aprendizagem social da participação pública nas decisões relacionadas com os temas sociocientíficos e c) uma renovação da estrutura curricular dos conteúdos, de forma a colocar C&T em concepções vinculadas ao contexto social. (Santos et al., 2010, p. 140).

Nesse contexto, torna-se evidente que precisamos aglutinar conhecimentos, tanto em ciência e tecnologia como também sobre ciência e tecnologia, para contribuir na compreensão dos vários contextos presentes nas facetas da vida do cidadão e, conseqüentemente, da sociedade. Portanto, busca-se uma formação de um indivíduo mais crítico e atuante dentro de um debate democrático, participando das tomadas de decisões e resoluções de problemas do seu meio social. O futuro da educação científica consistirá no desenvolvimento de uma literacia científica crítica, característica indispensável de um público profundamente informado (Aikenhead, 2009).

Por considerarmos indissociáveis a compreensão dos aspectos científicos e tecnológicos dos problemas sociais, acreditamos em uma educação científica construída e desenvolvida de acordo com os objetivos e finalidades da educação CTS. Para que essa se consolide na escola, é necessária uma postura do professor e, para tanto, é fundamental uma formação inicial e continuada que propicie vivências voltadas para uma perspectiva CTS no ensino. Nesse sentido, acreditamos que o uso de estudo de casos sociocientíficos possa atender a essa formação.



O método de estudos de caso é uma variação do método Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), também conhecido como *Problem Based Learning* (PBL). Nesse método, é apresentado um problema que estimula a participação e, conseqüentemente, a aprendizagem dos estudantes. Essa metodologia de ensino possibilita a argumentação dos estudantes, promovendo uma melhor compreensão das situações propostas no caso. Em suma, um caso é o uso de narrativas sobre indivíduos enfrentando decisões ou dilemas, que podem adotar um objeto de estudo em que a problemática pode ser única, específica, diferente e complexa. Dessa forma, o estudante necessita investigar o caso em todo o seu contexto e aprofundar informações contidas nele. Tudo isso permite ao estudante conhecer a situação tal como ela surge, os seus impactos, confrontando as múltiplas opções para a sua solução e fazendo sua opção de forma coerente e baseada em fatos relevantes (Sá & Queiroz, 2009).

O método de estudo de caso na educação tem como objetivos: estimular o desenvolvimento do pensamento crítico e a habilidade de resolver problemas a partir do contato dos estudantes com problemas reais; proporcionar a descoberta de soluções pelo estudante; colaborar para o levantamento de informações; fortalecer a capacidade de análise; incentivar o pensamento lógico e crítico e tomar decisões (Sá & Queiroz, 2009; Silva, Oliveira, & Queiroz, 2011).

Ao tratar de temáticas de natureza social, tecnológica e científica e colocar a ciência como uma construção social e cultural que vai além dos conhecimentos científicos e tecnológicos envolvidos, os estudos de casos sociocientíficos coadunam com uma visão apresentada por vários pesquisadores sobre as relações CTS no ensino de ciências (Auler, 2003; Auler & Delizoicov, 2001; Santos & Schnetzler, 2000; Ratcliffe & Grace, 2003).

Procedimentos metodológicos

Realizamos uma pesquisa empírica de caráter intervencional em que os dados foram construídos ao longo da disciplina Projeto Integrado de Práticas Educativas IV, com duração de um período letivo, ou seja, cinco meses, aproximadamente. A proposta de ensino planejada foi realizada em três turmas distintas em épocas diferentes, sendo que a turma escolhida como nossos sujeitos de pesquisa era composta pelo maior número de matriculados (vinte e um estudantes) e de participação mais ativa. As atividades realizadas pelos estudantes foram registradas por meio de documentos escritos (questionários, roteiros, resenhas, relatórios) e/ou gravação áudio-visual e foi solicitada autorização para utilização dos dados para a realização da pesquisa.

Anteriormente aos estudos de casos foram realizadas algumas discussões sobre a ciência e a tecnologia e o significado da educação CTS. Para tanto, fizemos uso do questionário misto proposto por Borges (1996) que pretende analisar a natureza do conhecimento, a fim de compreendermos a visão de ciência dos estudantes. A partir da exposição de suas ideias após o questionário, eles foram instigados a uma nova compreensão da natureza da ciência, já que apresentaram uma visão positivista e acrítica sobre a ciência. O artigo de Rutherford e Ahlgren (1990) sobre a tecnologia foi resenhado e discutido, o que incitou os estudantes a refletirem sobre a relação entre ciência e tecnologia, enquanto o texto de Leal (2009) apresentou a proposta de uma educação CTS e o significado da mesma e como essa se insere na educação básica, mais especificamente.

Subseqüentemente, foram desenvolvidos os estudos de casos com temas sociocientíficos, como



a exibição e debate do filme "Erin Brockovich: uma mulher de talento"¹, a resolução do problema apresentado pelo software educacional Carbópolis², os júris simulados do caso do tacho de cobre e do caso da indústria de curtume (Flôr, 2007) e a elaboração de casos sociocientíficos (Sá & Queiroz, 2009) pelos estudantes.

O filme "Erin Brockovich" trata de uma adaptação de uma história verdadeira em que uma mulher, funcionária de um escritório de advocacia, envolve-se na solução de um caso de habitantes de uma cidade americana que adoecem com a água subterrânea contaminada com crômio hexavalente, substância cancerígena, proveniente de uma indústria de uma grande corporação americana. Um roteiro foi entregue aos estudantes para que eles analisassem o filme para posterior discussão (Trivelato & Silva, 2011). A exibição de filmes possibilita uma abordagem interdisciplinar e contextualizada de uma determinada realidade e permite que sejam apresentados contextos que requerem um tempo mais longo para ser observado (Silva, Machado, & Tunes, 2010).

O software educacional Carbópolis foi desenvolvido na perspectiva de estratégias de solução de problemas a partir de temas geradores, sendo esses a poluição do ar e a chuva ácida. Nele é apresentado um problema sócio-ambiental: a redução da produção agropecuária de uma cidade localizada próxima a uma usina termelétrica. Para resolver o problema, o estudante deve verificar os danos causados, a sua origem e apresentar uma solução que venha a diminuí-los ou eliminá-los (Del Pino & Eichler, 2000). A turma foi dividida em grupos menores para identificar o problema e suas causas e apresentar uma proposta de solução. Posteriormente, cada grupo apresentou o seu trabalho e, durante a apresentação, foram discutidos os seus métodos de coleta de dados, as suas análises e a solução encontrada.

Nos júris simulados, parte-se de um tema em que se simula condições concretas nas quais se tem uma controvérsia e, para a discussão dessa, é proposto um júri. Vários estudantes comportam-se como atores que representam diferentes papéis como representantes de nossa sociedade. O júri simulado permite a exposição de ideias, o confronto de opiniões e a tomada de decisão (Flôr, 2007). Os casos propostos para o júri foram o do tacho de cobre e do curtume. Foi apresentado aos estudantes uma reportagem fictícia baseada em fatos reais que, no primeiro caso, abordava a proibição do uso de tachos de cobre na fabricação de doces caseiros pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Brasil e, no segundo caso, a instalação de uma nova indústria de curtume em uma região industrial de uma cidade brasileira que já havia vivenciado problemas ambientais com uma antiga indústria do mesmo tipo. Nos dois casos, os estudantes eram convidados a simular uma audiência em que representantes de vários setores e instituições de nossa sociedade se posicionavam a favor ou contra as referidas situações. Ao final, um parecer era dado. As duas simulações e a discussão posterior foram registradas em áudio e vídeo e as percepções dos estudantes sobre a atividade do júri simulado foram registradas na forma escrita.

A elaboração dos casos sociocientíficos pelos estudantes se deu em grupo, em que cada um trouxe um problema químico social a ser solucionado. Para a elaboração do caso sociocientífico, os estudantes foram orientados a utilizar os critérios de Herreid (1998, como citado em Sá & Queiroz,

¹ Sher, Stacey (Produtora) & Steven Soderbergh (Diretor). (2000). *Erin Brockovich, uma mulher de talento* [DVD]. Ventura, California, EUA: Universal Pictures.

² Carbópolis. Versão Java 2.0. Software livre. Porto Alegre, RS: Área de Educação Química/UFRGS, (n. d.). Disponível em <http://www.iq.ufrgs.br/aeq/carbopDownload.htm>.



2009) para um bom caso: narra uma história; inclui diálogos; é curto e atual; desperta o interesse pela questão; produz empatia com os personagens centrais; é relevante ao leitor; provoca um conflito; força uma decisão; tem uma utilidade pedagógica e possibilita generalizações. Casos que possuem essas características possibilitam a identificação do respectivo problema e dos dados necessários para a explicitação da causa e das possíveis soluções e, assim, proporcionam um conhecimento de forma significativa. Os casos elaborados foram apresentados e discutidas a sua possível solução e a viabilidade de aplicação na educação básica. Todos os casos propostos foram registrados em papel.

Para o filme proposto, o problema é explicitado; nas outras situações, os licenciandos em Química deveriam buscar identificar o problema e resolvê-lo ou ainda criar o seu próprio caso sociocientífico.

Ao final da disciplina, os estudantes elaboraram, em grupo, um projeto de ensino pautado na educação CTS, a ser desenvolvido na educação básica. Para a sua elaboração, era necessário: a escolha de um tema químico social; uma pesquisa bibliográfica a respeito do tema, abordando a sua importância na sociedade, as implicações sociais, ambientais, econômicas, políticas e os conceitos químicos principais que seriam tratados; uma proposta didática para ensinar o tema utilizando estratégias de ensino vivenciadas na disciplina e outras, como palestras, sessões de discussão, fóruns, redação de cartas a autoridades, pesquisa de campo, produção de vídeos. O projeto foi apresentado por cada grupo, sendo analisado pela turma e vivenciada uma das estratégias propostas por cada grupo.

Para analisarmos as percepções dos licenciandos, utilizamos as atividades escritas e as gravações em audiovisual supracitadas, além das respostas dadas pelos estudantes ao questionário de autoavaliação entregue ao final da disciplina. Nesse questionário constavam questões que solicitavam uma avaliação do estudante de sua participação em cada atividade e da atividade em si e também de uma avaliação geral da disciplina. Esse questionário foi respondido por dezessete estudantes. A fim de preservar a identidade desses, utilizamos uma sequência numérica, como Estudante 1, Estudante 2, e assim sucessivamente. Também preservamos a forma de escrever do estudante.

Seguindo o caminho metodológico de análise de conteúdo (Bardin, 2011), identificamos como nosso *corpus* de análise o questionário final de avaliação, complementado com as outras atividades realizadas pelos estudantes para corroborar ou não as análises realizadas.

Resultados e Discussão

No nosso *corpus* geral de análise buscamos compreender a educação CTS na formação dos estudantes por meio dos estudos de casos e as relações com o processo de ensino e aprendizagem.

Numa avaliação preliminar do curso, percebemos que a grande maioria dos licenciandos pesquisados desconhecia o que é uma educação CTS; envolveu-se com as atividades realizadas, expressando a sua maior satisfação com a atividade do júri simulado; e apresentou um forte interesse no decorrer do curso. Essa percepção pode ser compreendida por meio dos vídeos gravados e são corroboradas pelos recortes de fala dos estudantes retirados do questionário, como mostrado a seguir:



Os textos discutidos sobre CTS foram importantes porque para mim o termo era desconhecido. E através da realização dessas atividades muitas coisas foram esclarecidas e compreendidas como, por exemplo, a relação existente entre os três termos. (Estudante 14).

O caso simulado foi a atividade mais empolgante do curso de PIPE 4, me dediquei bastante para a apresentação e pode testar minhas habilidades de argumentação. (Estudante 11).

... E no caso do júri simulado, todos participaram atuando. E expondo ideias, mesmo que não lhes pertence, mas que tinham que falar, de forma tão convincente que parecia muito real. [...] Pois no começo a professora encaminhava a discussão quase que sozinha sempre chamando os alunos. Mas desde esta apresentação ela tinha era que nos controlar, focar no principal objetivo. Ou seja, foi muito bom, dinâmico e um super aprendizado. (Estudante 5).

... me comprometi o máximo possível, pois como algumas pessoas na sala, eu trabalho e estudo, mas acredito que o esforço que foi feito para participar da aula e das atividades foi muito satisfatório, pois nessa disciplina compreendi o quanto Ciência, Tecnologia e Sociedade estão interligados. (Estudante 2).

Superei-me em todas as expectativas, não imaginava me doar tanto, e nem que o tema ministrado seria tão interessante e de fortes debates. (Estudante 16).

O Estudante 14 destaca o seu primeiro contato com a educação CTS, enquanto os Estudantes 11 e 5 enfatizam o interesse e as habilidades desenvolvidas no curso, principalmente no que se refere ao estudo de caso do tipo júri simulado. Já os Estudantes 2 e 16 demonstram o comprometimento e desempenho com a disciplina.

Um elemento relevante apontado pelo Estudante 5 foi a participação ativa da turma a partir de um determinado momento da disciplina – no caso, o júri simulado. Visualizamos, nesse caso, um dos aspectos levantados por Waks (1993, como citado em Lima, 2008) de que a educação CTS requer que a autoridade do professor e dos textos seja transferida para os estudantes, passando o primeiro a ser uma autoridade experiencial na aprendizagem e proporcionando atividades para serem trabalhadas coletivamente.

A partir da análise aprofundada dos dados do questionário final de avaliação, emergiram duas dimensões: “CTS como estratégia de ensino” e “visão crítica da inter-relação ciência, tecnologia e sociedade”. A primeira dimensão prevaleceu nas respostas de oito estudantes, enquanto a segunda dimensão é expressa por seis estudantes. Entretanto, três deles apresentaram as duas dimensões, atingindo o objetivo principal da proposta desenvolvida no curso.

Na dimensão “CTS como estratégia de ensino” os estudantes expressam o potencial de ensino e aprendizagem diferenciado e motivador existente nas práticas realizadas, como pode ser evidenciado nos trechos dos textos dos estudantes:

... já não vejo mais da mesma forma como via antes e ensinar os alunos futuramente vai ser diferente, pois com esse método de ensino os alunos vai ter outra visão de química que para muitos é uma matéria chata, ... (Estudante 8).

... mas a disciplina serviu para abrir-nos os olhos de como um professor pode utilizar “métodos” diferentes para ensinar química e chamar a atenção dos alunos buscando ensinar a mesma coisa de maneiras diferentes. (Estudante 10).

Essa “nova” proposta de abordagem de conteúdos disciplinares abre espaço para que os alunos



exponham suas ideias e aprendam a desenvolver argumentos, apresentando uma postura mais crítica e mais reflexiva dentro da sociedade. (Estudante 12).

Embora nos pressupostos da educação CTS o uso de estratégias de ensino diferenciadas que estimulem a participação do estudante, a argumentação, o desenvolvimento do pensamento crítico e a tomada de decisão seja muito relevante, vale ressaltar que os objetivos da educação CTS, como já mencionado, estão além do desenvolvimento de estratégias de ensino. Nessa perspectiva, ressaltamos as considerações feitas por Maciel et al. (2009, p. 46), fundamentadas em outros pesquisadores³ do campo CTS, de que:

... uma educação pautada pela orientação CTS pode ... propor a vivência de situações que levem o estudante a uma prática desta inovação educativa e a alfabetização científica e tecnológica de todos os estudantes. No entanto, pesquisas mostram que, reiteradamente, os estudantes e professores não tem alcançado a compreensão desejada destas questões CTS.

Essa visão dos estudantes sobre educação CTS como estratégia de ensino é corroborada quando analisamos as respostas de suas impressões sobre o júri simulado, como exemplificado nas falas a seguir:

O caso nos fez conhecer temas químicos em assuntos cotidianos e também uma nova metodologia de ensino. (Estudante 10).

Como futura professora de química vejo na simulação do júri uma forma de aprendizagem para o aluno, pois ao preparar uma aula diferenciada isso permite que o aluno se envolva mais, pois como foi apresentado para que o júri acontecesse todos se envolveram em pesquisar, buscar informações, montar argumentos e defendê-los e isto traz uma grande interação. (Estudante 14).

O jogo simulado fez com que a aplicação do conteúdo seja mais interessante, estimulando o aluno à pesquisa e também a familiarização dos alunos com os conceitos, promovendo a compreensão tanto do processo químico em si, quanto a construção de um conhecimento científico relacionado e aplicado no contexto social do aluno no jogo aplicado. (Estudante 3).

Inferimos que, devido à ementa oficial da disciplina, apresentada aos estudantes, ser voltada para práticas educativas, isto pode ter limitado a visão sobre a educação CTS para apenas mais uma proposta de ensino e aprendizagem motivadora e que busca a relação da ciência com o cotidiano do estudante.

Na dimensão "visão crítica da inter-relação ciência, tecnologia e sociedade", os estudantes expõem a sua compreensão sobre as relações CTS, a contribuição da educação CTS para a formação cidadã e o seu desenvolvimento crítico. Essa constatação pode ser observada nos trechos de fala a seguir:

O ensino de CTS, foi um estudo que proporcionou um conhecimento e um olhar crítico sobre varios problemas enfrentado pela sociedade devido o avanço da ciência e também dos recursos tecnológicos. Essas mudanças afetaram muito a sociedade, essa busca ao desenvolvimento tem causado um impacto muito grande no meio social. (Estudante 6).

E o melhor dessa disciplina e que ela realmente nossos passou algo, nós efetivamente "aprendemos" algo para a nossa formação acadêmica para a vida, E os conceitos entendido nessa disciplina nos proporcionou de uma forma singela ou mesmo bem radical ver a sociedade com outros olhos, e é claro fazer a partir dela relações com ciências, tecnologia, sociedade e interesses. (Estudante 11)

A partir da participação na disciplina vejo a importância que tem a formação de cidadãos

³ Acevedo-Diaz, 1996; Acevedo, Manassero e Vázquez, 2002; Acevedo, Vázquez e Manassero, 2003; Vázquez, 2006.



que sejam capazes de argumentar, colocar suas opiniões e tomar decisões a respeito de tudo aquilo que interfere diretamente e indiretamente seu modo de viver, seja em assuntos políticos, econômicos, científicos, tecnológicos dentre outros. (Estudante 14)

Os Estudantes 6 e 11 apresentam a sua visão sobre as relações ciência-tecnologia-sociedade de uma forma mais crítica, enquanto o Estudante 14, além de trazer as mesmas questões dos outros colegas, ainda ressalta a formação cidadã. Esta é uma das intenções da educação CTS, pois ela contribui para preparar o cidadão para tomar decisões conscientes frente aos problemas da sociedade, buscando a sua transformação para se atingir o bem social comum (Santos & Schnetzler, 2000). Interessante notar que este estudante parece aprofundar a sua compreensão sobre a educação CTS ao longo do curso, pois, em seu texto (supracitado) sobre o júri simulado, ele demonstra uma visão de educação CTS apenas como estratégia de ensino motivadora.

Além do Estudante 14, que apresenta as duas dimensões, dois outros estudantes também apresentam estas características, como exemplificado a seguir:

A visão que temos hoje de como uma aula de química pode ser ministrada mudou completamente, pois aprendemos a relacionar um tema difícil que muitas pessoas tem muita dificuldade e até não gostam, como é o caso da química, com fatos que acontecem ao nosso redor envolvendo então a ciência a tecnologia, a sociedade e o ambiente, além disso, adotando didáticas diferentes e que chamam a atenção dos alunos. Outra contribuição importantíssima da disciplina e o fato de desenvolvermos nosso senso crítico e crescer intelectualmente sendo assim capazes de tomar decisões e expor nossas idéias em determinados problemas e assuntos relacionados a ciência, economia, tecnologia, sociedade e etc. (Estudante 13).

A abordagem CTSA, até este nível de educação que obtive, tende a ser a mais assertiva no processo ensino-aprendizado, em minha opinião. Aprendi que os conceitos de ciência, tecnologia e sociedade são bem específicos, mas na vivência, eles se misturam, e às vezes não é possível segregá-los em torno de uma problemática. O processo histórico influenciou muito a cultura e modo de pensar das pessoas. Esse crescimento desenfreado de lucro e consumismo exacerbado está prejudicando a qualidade de vida, pois a geração de matéria nociva é preocupante. Devemos todos agir objetivando proteger o meio ambiente, seja com ações mais sustentáveis, mudança de hábitos (consumir menos, ter hábitos saudáveis de alimentação, estimular o pequeno produtor a se inserir socialmente e economicamente, segregar o lixo e descartar materiais nocivos de forma apropriada), aprender a pesquisar, argumentar, buscar informações e conhecimentos, cobrar dos políticos o que é devido, cobrar de si o que seja ético e moral, ou seja, usar a tecnologia e ciência da melhor forma para se tornar uma sociedade saudável e feliz, em um mundo muito melhor, com respeito e dignidade. (Estudante 17).

O Estudante 13 possui uma formação anterior no curso Técnico em Alimentos e em Meio Ambiente, enquanto o Estudante 17 é licenciado em Biologia, sendo a Licenciatura em Química a sua segunda formação. Considerando esses fatos, podemos entender que esses possuem uma formação além da educação básica dos outros colegas que pode ter facilitado a sua compreensão relativa à educação CTS, embora essa não tenha feito parte de seus currículos.

Ao analisarmos as atividades de casos sociocientíficos e do projeto produzidas pelos estudantes, a proximidade de cada estudante com a dimensão em que foi incluído é corroborada. Grupos que tinham a participação de estudantes da segunda dimensão ou que apresentaram as duas dimensões realizaram trabalhos que se aproximaram mais de uma visão crítica CTS, em que



questões ambientais e de saúde e bem-estar, bem como direitos humanos, ética, história e cultura foram abordadas. Nesse sentido, eles apresentaram características multidisciplinares propostas nos estudos CTS, levando em consideração as inter-relações construídas entre ciência e tecnologia e seus reflexos na sociedade (Santos & Mortimer, 2000).

Os trabalhos apresentaram problemas relativos à preservação e ao desenvolvimento científico e tecnológico de indústrias e mineradoras, discutiram práticas de empresas que visam apenas o lucro e desconsideram aspectos sociais, ambientais e de saúde e bem-estar, tanto da população como de seus trabalhadores; problematizaram o uso adequado de produtos químicos e a responsabilidade e a participação social. Dessa forma, os trabalhos realizados apresentaram contribuições para a formação cidadã dos estudantes da educação básica médio, caso esses fossem utilizados pelo professor em sua prática futura (Santos et al., 2004).

Os estudantes da primeira dimensão realizaram trabalhos com poucas relações entre a ciência, a tecnologia e outros aspectos de nossa sociedade, focando mais em conteúdos químicos. Como afirmam Maciel et al. (2009, p. 46): “a formação de professores é uma condição necessária, mas não suficiente”.

Percebemos que os estudantes mencionam o desenvolvimento da capacidade de argumentação como fator primordial da disciplina, principalmente quando se referiram ao júri simulado, como mostram as falas dos estudantes a seguir.

Aprendi por meios interessantes a argumentar, a ter segurança de fazê-lo, a utilizar a pesquisa e conhecimentos em prol do convencimento, e a priori, na defesa de uma situação sistematizada em um júri simulado. (Estudante 5).

A argumentação foi também outro ponto importante nesse trabalho, onde se pode constatar que quando duas pessoas expõem suas formas de pensar é necessário que tenham argumentos válidos que suas ideias possam ser aceitas. (Estudante 12).

Inferimos que a utilização de estudos de casos sociocientíficos na formação desses professores de Química possibilitou o desenvolvimento de habilidades consonantes com os objetivos do método de estudo de caso (Sá & Queiroz, 2009; Silva et al., 2011). Podemos citar as habilidades de: resolver problemas a partir do contato dos estudantes com problemas baseados em fatos reais como os casos do tacho de cobre e do curtume e o problema apresentado no software Carbópolis; proporcionar a descoberta de soluções pelo estudante, também proposto pelo Carbópolis e pelos casos sociocientíficos elaborados pelos estudantes; colaborar para o levantamento de informações e fortalecer a capacidade de análise, abarcadas pelas atividades do júri simulado, software Carbópolis, casos sociocientíficos; e ainda tomar decisões.

Percebemos que os licenciandos vislumbraram a educação CTS como uma estratégia de ensino que possibilita tornar a Química algo mais interessante e melhor contextualizada nas vivências cotidianas dos estudantes, promovendo significado aos conteúdos a serem estudados.

Porém, apesar do plano oficial de ensino da disciplina ser voltado para práticas educativas e ser esta a visão que prevaleceu entre os estudantes, a proposta desenvolvida levou muitos dos estudantes a entenderem os avanços e limites da ciência e da tecnologia dentro de nossa sociedade, se colocando criticamente frente aos aspectos sociocientíficos e aos problemas da vida real.



Conclusões

Acreditamos que a proposta desenvolvida contribuiu para uma tomada de consciência das e sobre as relações CTS pelos licenciandos em Química. No entanto, compreendemos que a associação com uma estratégia de ensino motivadora foi um fator dificultador do estabelecimento de uma educação CTS mais crítica.

Os estudos de casos propostos que possibilitaram mais interação e participação dos estudantes, em que esses foram protagonistas, foram aqueles que mais favoreceram a aquisição de habilidades.

Acreditamos que a formação de professores é um processo de ações pautadas na teoria e na prática que busca a real transformação da práxis e proporciona a reflexão e a ação crítica acerca da realidade que precisa ser teorizada, tanto para ser compreendida, quanto para sofrer a ação transformadora, sob a perspectiva crítica-emancipadora.

Dessa forma, defendemos a necessidade de se oferecer condições formativas adequadas a fim de mobilizar a ação e a reflexão do professor (a práxis), com a finalidade de transformar não apenas a sala de aula, mas também a escola e a sociedade. Sob esse prisma e voltados para uma educação CTS como formação do indivíduo que se posicione frente aos desafios propostos na sociedade oriundos de um avanço científico-tecnológico que discutimos e trabalhamos essa vertente no espaço de formação inicial de professores, haja vista que o saber fazer de uma profissão está associado ao seu processo de formação, não excluindo, portanto, o saber da experiência de cada um.

Agradecimentos

Aos nossos sujeitos de pesquisa, à Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal – FAP-DF, ao Decanato de Pesquisa e Pós-graduação da Universidade de Brasília – DPP-UnB.

Referências

- Aikenhead, G. S. (2009). *Educação científica para todos*. Mangualde e Ramada, PT: Pedago.
- Auler, D. (2003). Alfabetização científico-tecnológica: um novo “paradigma”? *Ensaio – pesquisa em educação em ciências*, 5(1), 1-16.
- Auler, D. (2007). Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. *Ciência & Ensino*, 1 (especial), 1-20.
- Auler, D., & Bazzo, W. A. (2001). Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Ciência & Educação*, 7(1), 1-13.
- Auler, D., & Delizoicov, D. (2001). Alfabetização científico-tecnológica para quê? *Ensaio – pesquisa em educação em ciências*, 3(1), 1-13.



- Auler, D., & Delizoicov, D. (2006). Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(2), 337-355.
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. Lisboa, PT: Edições 70.
- Borges, R. M. R. (1996). *Em debate: cientificidade e educação em ciências*. Porto Alegre, RS: Se/Cecirs.
- Del Pino, J. C., & Eichler, M. (2000, maio). Carbópolis: um software para educação química. *Química Nova na Escola*, 11, 10-12.
- Flôr, C. C. (2007). Possibilidades de um caso simulado CTS na discussão da poluição ambiental. *Ciência & Ensino*, 1 (especial), 1-8.
- Guazzelli, I. R. B., Maciel, M. D., Soligo, M. G., Nascimento, D. S., & Macedo, H. C. (2009). Alfabetização científica crítica e cultura em uma perspectiva CTSA. In C. L. C. Amaral, & E. Curi (Orgs.), *Pesquisas e práticas de ensino de Química e Biologia* (pp. 11-41). São Paulo, SP: Terracota.
- Leal, M. C. (2009). *Didática da Química: fundamentos e práticas para o ensino médio*. Belo Horizonte, MG: Dimensão.
- Lima, C. A. (2008). *Aproximações entre ciência-tecnologia-sociedade e os temas transversais no livro didático de matemática do ensino fundamental de 5ª a 8ª séries*. Tese de Doutorado do Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica. Florianópolis, SC: Universidade Federal de Santa Catarina.
- Maciel, M. D., Bispo Filho, D. O., & Schimiguel, J. (2009). Atitudes CTS reveladas por estudantes de pós-graduação em ensino de Ciência e Matemática. In C. L. C. Amaral, & E. Curi (Orgs.), *Pesquisas e práticas de ensino de Química e Biologia* (pp. 43-58). São Paulo, SP: Terracota.
- Martins, I. P., & Paixão, M. F. (2011). Perspectivas atuais Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino e na investigação em educação em ciência. In W. L. P. Santos, & D. Auler (Orgs.), *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas* (pp. 135-160). Brasília, DF: Editora da UnB.
- Ratcliffe, M., & Grace, M. (2003). *Science education for citizen: teaching socio-scientific issues*. Maidenhead, UK: Open University Press.
- Roherig, S. A. G., & Camargo, S. (2013). A educação com enfoque CTS no quadro das tendências de pesquisa em ensino de ciências: algumas reflexões sobre o contexto brasileiro atual. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia – RBECT*, 6(2), 117-131.
- Rutherford, F. J., & Ahlgren, A. (1990). *Ciências para todos*. Lisboa: Gradiva.
- Sá, L. P., & Queiroz, S. L. (2009). *Estudos de casos no ensino de Química*. São Paulo, SP: Ed. Átomo.
- Santos, W. L. P., & Schnetzler, R. P. (2000). *Educação em Química: compromisso com a cidadania* (2a ed.). Ijuí, RS: Editora da Unijuí.
- Santos, W. L. P., Mortimer, E. F. (2002). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(2), 1-23.



- Santos, W. L. P. (2007). Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, 12(36), 474-550.
- Santos, W. L. P. (2011). Significados da educação científica com enfoque CTS. In W. L. P. Santos, & D. Auler (Orgs.), *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas* (pp. 21-47). Brasília, DF: Editora da UnB.
- Santos, W. L. P., Mól, G. S., Silva, R. R., Castro, E. N. F., Silva, G. S., Matsunaga, R. T., ... Dib, S. M. F. (2004). Química e Sociedade: uma experiência de abordagem temática para o desenvolvimento de atitudes e valores. *Química Nova na Escola*, 20, 11-14.
- Santos, W. L. P., Galiuzzi, M. C., Pinheiro Júnior, E. M., Souza, M. L., & Portugal, S. (2010). O enfoque CTS e a educação ambiental: possibilidades de "ambientalização" da sala de aula de Ciências. In W. L. P. Santos, & O. A. Maldaner (Orgs.), *Ensino de Química em foco* (pp. 131-157). Ijuí, RS: Editora da Unijuí.
- Silva, O. B., Oliveira, J. R. S., & Queiroz, S. L. (2011). Abordagem CTS no ensino médio: estudo de caso com enfoque científico. In W. L. P. Santos, & D. Auler (Orgs.), *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas* (pp. 323-345). Brasília, DF: Editora da UnB.
- Silva, R. R., Machado, P. F. L., & Tunes, E. (2010). Experimentar sem medo de errar. In W. L. P. Santos, & O. A. Maldaner (Orgs.), *Ensino de Química em Foco* (pp. 231-261). Ijuí, RS: Editora da Unijuí.
- Trivelato, S. F., & Silva, R. L. F. (2011). Quando a ciência é notícia: televisão, cinema e mídia impressa no ensino de Ciências. In S. F. Trivelato, & R. L. F. Silva (Orgs.), *Ensino de Ciências* (pp. 41-69). São Paulo, SP: Cengage Learning.
- Vilardi, L. G. A., Prata, R. V., & Martins, I. (2012). Educação para a cidadania: o papel da prática pedagógica na formação para a tomada de decisão. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências – RBEC*, 12(3), 9-24.