

Abordagem CTS e atividades experimentais na educação em química/ciências: possíveis aproximações

Fábio Peres Gonçalves¹ (PQ)*, Carolina dos Santos Fernandes² (PQ), Carlos Alberto Marques² (PQ), Santiago Francisco Yunes¹ (PQ), Adélio Machado³ (PQ).
*fabio.pg@ufsc.br

¹ Departamento de Química, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas da Universidade Federal de Santa Catarina, CP 476, 88040-970, Florianópolis-SC, Brasil.

² Departamento de Metodologia de Ensino, Centro de Ciências da Educação da Universidade Federal de Santa Catarina, CP 476, 88040-970, Florianópolis-SC, Brasil.

³ Departamento de Química e Bioquímica, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Rua do Campo Alegre, 687, Porto 4169-007, Portugal.

Palavras-Chave: atividades experimentais, CTS, ensino de química.

RESUMO: ESTE TRABALHO TEM COMO OBJETIVO ANALISAR, POR MEIO DE REVISÃO DE LITERATURA, COMO A ABORDAGEM CTS TEM SIDO ARTICULADA EM PARTICULAR À EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA E, DE MODO GERAL, AO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA. ARGUMENTA-SE EM FAVOR DA IDENTIFICAÇÃO DESSAS ARTICULAÇÕES, UMA VEZ QUE ISSO PODE SUBSIDIAR NOVAS PROPOSTAS DE ASSOCIAÇÃO DA ABORDAGEM CTS ÀS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE QUÍMICA/CIÊNCIAS. AS ASSOCIAÇÕES ENTRE A ABORDAGEM CTS E AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS FORAM AGRUPADAS EM TRÊS CATEGORIAS: EXPERIMENTOS EM PROPOSTAS DE ENSINO DE CUNHO CTS; ENSINO DE CONTEÚDOS CONCEITUAIS, PROCEDIMENTAIS E ATITUDINAIS; E MOTIVAÇÃO. A CATEGORIA MOTIVAÇÃO É AQUELA QUE PARECE AGRUPAR MAIOR NÚMERO DE TRABALHOS, CONTUDO SEM CONSIDERAR DISCUSSÕES CONTEMPORÂNEAS ACERCA DA MOTIVAÇÃO, DE MODO QUE SE PODE REMETER A ANTIGOS OBJETIVOS CONCEBIDOS AO ENSINO DE QUÍMICA.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas é possível identificar na literatura em ensino de Química, em particular, e em ensino de ciências da natureza, de modo geral, um grande número de publicações que tratam tanto de atividades experimentais quanto da abordagem Ciências, Tecnologia e Sociedade (CTS). Há ainda trabalhos que associam essas duas temáticas de pesquisa.

Sobre as críticas às atividades experimentais e a importância dessas no ensino de ciências se podem citar coletâneas como as organizadas por Wellington (1998) e por Psillos e Niedderer (2002), que trazem inclusive as reflexões precedentes a essas obras relativas às atividades experimentais. Nesse âmbito, pode-se citar igualmente o trabalho de Hofstein e Mamlok-Naaman (2007). Já sobre a abordagem CTS¹ o trabalho de Pedretti e Nazir (2011) apresenta uma revisão que reconhece que ao longo de quatro décadas tal abordagem foi permeada por diferentes compreensões e inclusive por confusões. Nesse estudo, do mesmo modo se referencia outros trabalhos que se dedicaram a uma revisão sobre a abordagem CTS na educação em ciências.

Este trabalho, a partir de uma revisão de literatura, tem o objetivo de analisar como a abordagem CTS tem sido articulada à experimentação no ensino de química,

¹ No artigo as autoras utilizam a expressão *STSE* (*science, technology, society, and environment*) e não *STS* (*science, technology and society*). No entanto, reconhecem que quando se referem à *STSE* (acrônimo em português CTSA) estão enquadrando igualmente os trabalhos sobre *STS* (acrônimo em português CTS). O inverso também ocorre na literatura, de maneira que a diferença entre as duas designações é difusa.

em particular, e ao ensino de ciências da natureza, de modo geral. Compreende-se que o estudo dessas articulações pode favorecer reflexões sobre suas finalidades, por exemplo, e, por conseguinte subsidiar novas propostas de associação da abordagem CTS às atividades experimentais no ensino de química/ciências. Registra-se que este trabalho constitui uma pesquisa mais ampla que busca investigar possibilidades metodológicas à experimentação problematizadora com enfoque nas interações CTS para a educação superior em química, a fim de sinalizar contribuições à formação social e científica do químico e do professor de química, considerando questões ambientais.

Para descrever nosso estudo, apresentam-se a seguir a revisão da literatura e as reflexões por ela suscitadas e, por último, considerações finais vinculadas com implicações ao ensino de química/ciências.

ABORDAGEM CTS E ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

Por meio deste trabalho encontramos indicativos de que a associação entre a abordagem CTS e as atividades experimentais no ensino de química é recente e também incipiente. A consulta de trabalhos foi realizada no ano de 2014 utilizando os descritores CTS, CTSA, STS e STSE nos indexadores *Scientific Electronic Library Online (SciELO-Brasil)*, *Scopus* e *Web of Science*. Outra fonte de consulta, com os descritores citados foi o Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Os periódicos *Journal of Chemical Education* e *Chemistry Education: Research and Practice* também foram consultados com o uso dos mesmos descritores. Além disso, incluíram-se na amostra analisada, artigos dos quais se tinha conhecimento que tratavam da articulação entre abordagem CTS e atividades experimentais no ensino de química/ciências. A associação entre a abordagem CTS e as atividades experimentais foi agrupada em três categorias emergentes da análise, as quais serão a seguir exploradas: experimentos em propostas de ensino de cunho CTS; ensino de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais; e motivação. A categoria motivação é aquela que parece agrupar maior número de trabalhos.

EXPERIMENTOS EM PROPOSTAS DE ENSINO DE CUNHO CTS

A articulação entre experimentos e a abordagem CTS pode ocorrer de forma menos explícita por meio de trabalhos em que as atividades experimentais estejam marcadamente presentes em propostas de ensino de cunho CTS. É o caso do trabalho de Paixão, Pereira e Cachapuz (2006) que relata o desenvolvimento de um projeto com estudantes secundários portugueses envolvendo o assunto tingimento tradicional de tecidos versus tingimento industrial. O projeto contemplou a realização de experimentos vinculados à questão do tingimento que se articularam com discussões sobre CTS. No âmbito do projeto os alunos realizaram saídas de campo a laboratórios universitários, indústria têxtil e a um museu têxtil, onde tiveram a oportunidade de debater a respeito de questões ambientais acerca do tratamento de efluentes do processo industrial de tingimento. Identificou-se no artigo a abordagem de uma temática que se caracteriza como sendo de natureza local. Em outro trabalho de Paixão (2004) se identificou também o desenvolvimento de uma proposta de ensino acerca de uma temática local, qual seja, misturas presentes na vida cotidiana dos alunos com uma visita desses sujeitos em uma indústria de farinha presente na

localidade em que estavam inseridos. Neste trabalho se tem indicativos de que o critério de seleção da temática se relacionou com os conhecimentos disciplinares previamente definidos para a componente curricular química. As atividades experimentais desenvolvidas no projeto possuem uma orientação que se aproxima de uma perspectiva de resolução de problemas/investigação.

Todavia, nem todos os trabalhos citam explicitamente a fundamentação teórico-metodológica que orientou o desenvolvimento da atividade experimental dentro da proposta de caráter CTS. Isso pode estar associado com a natureza dos trabalhos publicados que dão diferentes ênfases às atividades experimentais. Por exemplo, os artigos de Paixão, Pereira e Cachapuz (2006) e Paixão (2004) se caracterizam como relatos de experiências e por isso destinam mais espaço para detalhar as atividades. Já os trabalhos de Mundim e Santos (2012) e Machado e Pinheiro (2010), por exemplo, na qualidade de pesquisas em ensino de ciências, não trazem detalhamentos acerca da fundamentação teórico-metodológica que pautou o desenvolvimento da atividade experimental em suas propostas. A investigação de Mundim e Santos (2012) possuía o objetivo de analisar como uma abordagem de tema sociocientífico permite que alunos em aulas de ciências no ensino fundamental relacionem conhecimentos científicos com situações de suas vivências. Enquanto que Machado e Pinheiro (2010) promoveram uma pesquisa em que foram analisados os efeitos de uma metodologia no ensino de física na educação superior, considerando-se aspectos da abordagem CTS. Em síntese, nesses trabalhos de pesquisa a articulação entre atividades experimentais e a abordagem CTS aparece de maneira ainda mais tácita do que naqueles que são relatos de experiência.

Os trabalhos supracitados fazem referência a uma abordagem CTS com fundamentação teórica explícita. No entanto, essa não é a tônica de todos os trabalhos localizados. Há casos, como o trabalho de Santos (2004), em que nem sequer são citadas referências que exploram a abordagem CTS, de modo que a articulação entre atividades experimentais e abordagem CTS fica empobrecida.

Outra questão que merece ser analisada nos trabalhos que apresentam propostas de ensino de cunho CTS com experimentos se refere à coerência entre os experimentos desenvolvidos e os pressupostos da abordagem CTS adotada. Por exemplo, uma defesa que tem sido feita em trabalhos com abordagem CTS é que o processo de ensino e aprendizagem deve valorizar a participação ativa dos estudantes (GALIETA-NASCIMENTO; VON LINSINGEN, 2006). Por isso, não se compreende como coerente a realização de experimentos de caráter puramente ilustrativo/demonstrativo em propostas de ensino de caráter CTS. Acredita-se que seja mais congruente adotar abordagens metodológicas para as atividades experimentais como a resolução de problemas/investigação, como é exposto no trabalho de Paixão (2004). No âmbito do ensino de química, particularmente merece atenção a natureza dos reagentes utilizados na promoção dos experimentos e, por conseguinte, seu descarte/tratamento. No trabalho de Santos (2004) se recomenda, por exemplo, a síntese do ácido acetilsalicílico que pode envolver diferentes etapas, desde propriamente a síntese do ácido até sua purificação e recristalização, sendo que todo esse processo envolve reagentes pouco adequados², em especial ao ambiente escolar, tendo em vista os riscos associados à sua utilização ao meio ambiente — que inclui a

² Por exemplo, na recristalização citada um solvente recomendado com frequência é o tolueno. Essa substância é classificada como inflamável, corrosiva, tóxica e perigosa ao ambiente aquático. Mais informações, consultar:
<http://www.br.com.br/wps/wcm/connect/9a30d180499e2fdd9932bd539a289f1e/fispq-quim-sol-arom-tolueno-.pdf?MOD=AJPERES>

presença do ser humano. Ademais, acrescenta-se que as discussões sobre problemas ambientais têm sido recorrentes nas abordagens CTS e propostas de ensino caracterizadas por essa abordagem e com atividades experimentais problemáticas do ponto de vista ambiental podem representar uma incongruência.

Em suma, a identificação de propostas de ensino de cunho CTS que se articulam com o desenvolvimento de atividades experimentais sugere que se tome como objeto de reflexão a sinalização de características importantes às atividades experimentais para que tal articulação possa ser sustentada de maneira mais coerente e consistente. Isso vai na contramão da ideia de utilizar o acrônimo CTS como um simples slogan, como destacaram Pedetti e Nazir (2011).

ENSINO DE CONTEÚDOS CONCEITUAIS, PROCEDIMENTAIS E ATITUDINAIS

A aproximação entre as discussões sobre abordagem CTS e atividades experimentais pode favorecer o ensino explicitamente articulado de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais (POZO, 2003). Hidalgo (2009), por exemplo, chama atenção explicitamente para o potencial da abordagem CTS de favorecer o ensino articulado de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Mais especificamente trata-se de um trabalho que buscou planejar uma estratégia, fundamentada na abordagem CTS, utilizando o meio ambiente como laboratório. A análise da estratégia foi realizada junto a estudantes da formação inicial de professores de química.

De outra parte, há propostas em que o ensino articulado de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais não está apontado explicitamente, mas que pode ficar subentendido pela citação do acrônimo CTS. Por exemplo, o trabalho de Costa, Ribeiro e Machado (2012) apresenta um instrumento para análise de atividades experimentais no que concerne ao enquadramento na abordagem CTS³. Os autores avaliaram, com o instrumento, propostas de atividades experimentais dos programas dos 10^o e 11^o anos do ensino secundário português e sinalizam que tais atividades se afastam de uma abordagem CTS. No caso desse trabalho há indicativos de que a articulação entre as atividades experimentais e a abordagem CTS estaria mais centrada nos conteúdos, sobretudo conceituais e procedimentais da química, do que em uma abordagem de tema⁴. Tal indicativo pode ser reforçado quando os autores afirmam:

Pelas razões apontadas, as experiências de síntese contribuem frequentemente para uma abordagem ampla da química, num contexto industrial e societal, bem inserida numa opção CTSS para o ensino da Química - a sua quase absoluta ausência dos atuais programas do secundário [6] é extremamente lamentável. Mas, neste contexto, o desafio é propor sínteses que, ao mesmo tempo, envolvam riscos baixos, materiais renováveis, degradáveis e do cotidiano, e tenham aplicação real na indústria, o que não é fácil.

[...] Em suma, o tipo de análise apresentado pode ser útil na avaliação, no desenho, ou no redesenho de atividades laboratoriais, tendo em vista a sua inserção num ensino da Química de cariz CTSS, essencial no presente contexto de luta societal pela Sustentabilidade, em que a inovação da

³ No artigo se sugere a utilização de um novo acrônimo que seria CTSS (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Sustentabilidade).

⁴ Sobre a abordagem de temas se recomenda a leitura de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002).

tecnologia adquire um papel fulcral (COSTA; RIBEIRO; MACHADO, 2012, p.74).

Sinalizar os experimentos de síntese como colaboradores de uma abordagem ampla da química, permite interpretar que o ponto de partida para uma abordagem CTS podem ser conteúdos conceituais predefinidos da química e não temáticas mais amplas em que se podem inserir os conteúdos desta ciência. De outra parte, é preciso reconhecer, de acordo com o exposto pelos autores, que o fato de a gênese de uma abordagem CTS ser os conteúdos disciplinares da química não significa se distanciar de uma discussão mais ampla e imperativa que é aquela da “luta societal pela sustentabilidade”. O termo sustentabilidade é sabidamente polissêmico e argumenta-se em favor de uma discussão que aponte a dependência entre os bens naturais finitos e o problema da degradação da energia (MARQUES et al., 2013). Nisso, a componente curricular química pode dar importantes contribuições, seja na educação superior, seja na educação básica, de maneira a enriquecer as discussões de caráter CTS nos processos educativos.

Outra aproximação favorecida mais pelo contexto da própria química é sinalizada por Zandonai et al. (2014), pois a partir do ensino de Química Verde na educação superior se busca analisar potencialidade e limites de um experimento. Assim os autores expõem:

A proposta didática investigativa intencionou, por meio do procedimento experimental integrado à discussão teórica, sensibilizar os licenciandos de Química para as relações do empreendimento tecnocientífico e seus produtos com as questões ambientais, considerando o movimento da Química Verde e a formação inicial de professores no contexto brasileiro. O delineamento da experiência, fundamentado em uma práxis educacional com enfoque CTSA, foi planejado e executado de modo a torná-lo tão verde quanto possível, por meio da substituição de reagentes por outros de menor toxicidade, redução da concentração (por exemplo, da solução hidróxido de amônio de concentração 8%, utilizado na prática tradicional, para uma solução de concentração 1%) e diminuição da escala para a síntese da magnetita e a simulação de recuperação de corpos d'água (ZANDONAI et al, 2014, p.79).

No entanto, nesse artigo os autores reconhecem o potencial da abordagem CTS para o ensino explícito dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Por outro lado, é importante ressaltar, que propostas de atividades experimentais, independentemente de uma abordagem CTS, podem favorecer o ensino explícito desses três tipos de conteúdos, como sugere Gonçalves (2009).

Portanto, a partir de diferentes ênfases, este estudo identificou que trabalhos sinalizam o ensino de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais em propostas de atividades experimentais associadas a uma abordagem CTS. De modo que isso pode ser um indicativo de característica a ser perseguida na associação em debate.

MOTIVAÇÃO

A articulação entre atividades experimentais e abordagem CTS é permeada, de forma mais tácita ou explícita, pela ideia de que os estudantes podem ser motivados, por exemplo, para a química/ciência em si. Sobre o que ocasionaria tal motivação antecipa-se que essa é uma questão que merece ser melhor estudada e aprofundada, bem como a aceitação do que seria motivação para os autores. Um debate de mais

longo tempo acerca da motivação utiliza os termos extrínseco e intrínseco. As definições do que vem a ser motivação extrínseca e motivação intrínseca não são consensuais na literatura. Amiúde se entende que motivação intrínseca é aquela interior ao indivíduo, ao contrário da motivação extrínseca. A análise que segue sugere que uma fundamentação teórica explícita sobre o que se compreende por motivação, e a sua análise, é carente nos trabalhos analisados, ainda que essa expressão seja recorrente nos trabalhos. Exemplificam essa caracterização, os trabalhos de Montagut Bosque et al (2003), e Vianna, Pires e Viana (1999). Nossa compreensão a respeito de motivação vinculada à aprendizagem é sustentada, em parte, pelo o que expõe Tapia (2003). Ou seja, a aprendizagem e a motivação necessitam ser analisadas em um contexto amplo – e não reduzido como sugerem trabalhos que articulam a abordagem CTS e as atividades experimentais. Variados aspectos ligados ao processo educativo – e ao que é externo a ele – e que não são exclusivos ou inerentes à abordagem CTS e às atividades experimentais, podem ter relação com a motivação discente, tais como o modo de trabalhar (individualmente ou em grupo), a autonomia e a avaliação (TAPIA, 2003).

Na literatura analisada há situações em que a defesa da motivação aparece mais explicitamente ligada com a associação entre abordagem CTS e atividades experimentais, e em outras a finalidade motivacional é apenas mencionada, mas não como uma consequência direta dessa associação. Um exemplo em que se interpreta a defesa da motivação como algo diretamente relacionado à articulação entre a abordagem CTS e as atividades experimentais é o exposto no trabalho de Eilks (2002):

Um método para melhorar a motivação e atitude do estudante para o ensino da ciência escolar pode ser a concepção de lições relacionadas a questões sociais, tais como as aplicações industriais reais e potenciais da ciência e da tecnologia (EILKS, 2002. p. 77). [tradução nossa]

O método de ensino de química descrito aqui para o tópico do biodiesel [...] visa promover discussões controversas na sala de aula. Ele fornece uma maneira potencial para aumentar a motivação e atitude de estudantes em direção à química e à sua importância para sociedade (EILKS, 2002. p. 84). [tradução nossa]

Motivar os estudantes para a química ou ciências da natureza, de modo geral, é um objetivo bastante antigo e pode estar ligado a diferentes compreensões sobre o papel do ensino de química/ciências. Cumpre destacar que a motivação, por si só, se constitui em um assunto bastante complexo, como apontado.

Há casos em que a motivação não parece estar vinculada diretamente à associação entre atividades experimentais e abordagem CTS:

A estratégia de ensino originou grande motivação por parte dos estudantes para participar nos debates e nas atividades, dentro e fora da aula; também promoveu a sensibilização e reflexão sobre o papel dos estudantes como cidadãos.

[...]

A análise da questão sócio-científica permitiu que os estudantes refletissem sobre as suas concepções de ciência, tecnologia e sociedade, pois no decorrer desta metodologia didática com enfoque CTS se questionou muitas das ideias que tinham a respeito destes temas e se ampliou a visão crítica sobre os mesmos.

Analisar uma questão sócio-científica desde o enfoque CTSA permite articular o desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico que favorecem uma melhor preparação dos estudantes para enfrentar no futuro discussões públicas

que envolvem aspectos científicos e tecnológicos (CASTILLO, 2010, p.151).
[tradução nossa]

A autora aponta essas considerações a partir da análise do desenvolvimento de “habilidades de pensamento crítico” de alunos a partir do estudo da temática da experimentação em animais não-humanos. Particularmente, neste trabalho a experimentação não aparece como uma proposta metodológica para o ensino de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, mas como um conteúdo em si a ser aprendido, de forma específica, que é a experimentação animal. Essa discussão sobre experimentação, na qualidade de um conteúdo, parece ser mais recente e entendemos que as suas articulações com uma abordagem CTS merecem ser exploradas. É possível identificar essa articulação em trabalhos mais recentes que não constituíram nossa amostra analisada, como o texto de Ribeiro (2016).

Também é possível apontar um exemplo de trabalho que possui uma compreensão fundamentada sobre motivação para aprendizagem por meio de atividades experimentais, ao mesmo tempo, em que avança na articulação com a abordagem CTS. Nesta direção está o artigo de Schallies e Eysel (2004) que traz considerações que podem enriquecer o processo educativo, na medida em que chama a atenção da importância de aprender conhecimentos científicos e tecnológicos para, por exemplo, participar de processos de tomada de decisão. Ao contrário, do enfoque presente nos famosos e difundidos projetos de ensino de ciências da natureza estadunidenses e ingleses de meados do século passado que apresentavam propostas de atividades experimentais, cuja finalidade era, entre outras, motivar estudantes para as carreiras científicas. Por outro lado, ainda que implicitamente, têm-se indicativos também que a ideia de fomentar o interesse pela química/ciência, em si mesma, pode permanecer tacitamente na literatura à medida que os assuntos abordados nas propostas estão puramente ligados à química – indústria química, por exemplo - e não a assuntos mais amplos que envolvem ciência e tecnologia. Isso pode ficar mais em evidência em posicionamentos como o que segue:

Este artigo discute a elaboração de um modelo de estudo de caso na indústria de sabão [...] para ajudar a melhorar o envolvimento, motivação e interesse dos estudantes secundários ou de graduação em química, química industrial, em particular (CHOWDHURY, 2013, p.887). [tradução nossa]

O fato de colocar a indústria de sabão como um assunto de interesse tanto a estudantes da educação básica como àqueles da educação superior em química pode ser tomado como um indicativo de aproximação da educação básica à educação superior. Com isso chama-se a atenção para que a aproximação entre as discussões sobre as atividades experimentais e a abordagem CTS não se constitua como um pretexto para evocar antigos objetivos do ensino de ciências – talvez mais presentes do que o desejável – e que estão mais preocupados com a captação de jovens interessados pela ciência e tecnologia, sobretudo em termos de carreira profissional. Entende-se que essa opção pode estar relacionada com os pressupostos da abordagem CTS defendida nas propostas, ou com problemas de interpretação do que vem a ser a abordagem CTS, como sugerem Pedretti e Nazir (2011).

Seja como for, entende-se que reduzir os objetivos das propostas que aproximam atividades experimentais e abordagem CTS a questões de ordem motivacional podem empobrecer tanto as finalidades dessa aproximação quanto das atividades experimentais e de uma abordagem CTS. Santos e Mortimer (2000), fundamentados na literatura, reconhecem a proposição de currículos CTS cuja

finalidade seria mais motivacional em comparação com os chamados currículos tradicionais de ciências. Os autores explicitam que esse objetivo se caracteriza pela aquela ideia de “dourar a pílula” de propostas de ensino puramente conceituais. Em outras palavras, a abordagem CTS é muito tênue sem avançar em discussões mais complexas das relações CTS. O fato de a própria literatura reconhecer a finalidade motivacional que pode assumir a abordagem CTS, fortalece a interpretação aqui exposta com base na análise dos artigos localizados que a aproximação entre atividades experimentais e abordagem CTS pode ainda valorizar essa possibilidade de ensino em que o foco pode estar sendo ainda os conteúdos puramente conceituais. Cumpre registrar que a motivação discente como um objetivo das atividades experimentais também é uma questão largamente questionada (HODSON, 1994).

CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES AO ENSINO DE QUÍMICA/CIÊNCIAS

Ao buscarmos entender como a abordagem CTS tem sido articulada à experimentação no ensino de química e de ciências da natureza na literatura, evidenciamos articulações que tendem a favorecer relativamente pouco as reflexões sobre suas finalidades e características marcadamente importantes, ainda que novas propostas de associação entre abordagem CTS e atividades experimentais no ensino de química/ciências tenham sido ampliadas nos últimos tempos. Ao prosseguirmos com nossa pesquisa maior - que busca investigar possibilidades metodológicas à experimentação problematizadora com enfoque nas interações CTS para a educação superior em química - esperamos enfrentar essa fragilidade e tornar mais explícita uma conformação de articulação entre importantes instrumentos de construção de diferentes tipos de conhecimentos envolvidos e necessários a essa perspectiva formativa. Conhecimentos estes que transcendem a dimensão motivacional, como os que envolvem as questões ambientais e de articulação explícita de conteúdos conceituais, procedimentais, atitudinais, os quais podem favorecer a formação social e científica do químico e do professor de química.

O desenvolvimento de atividades experimentais em sintonia com a abordagem CTS pode também constituir uma possibilidade profícua de problematização dessas atividades tanto no âmbito da formação de professores de química/ciências quanto nas ações realizadas na educação básica. Em especial, por ter a abordagem CTS em seu cerne a busca pela compreensão da dimensão social da ciência e da tecnologia no que diz respeito a diferentes dimensões. Uma delas são as repercussões éticas e ambientais que igualmente devem permear o desenvolvimento das atividades experimentais nos diferentes níveis de ensino.

No entanto, destaca-se a polissemia em torno dos estudos CTS, em outras palavras há diferentes perspectivas relacionados a esses estudos considerados pela literatura, com pontos de vistas formativos distintos. Tal aspecto pode ser evidenciado pela descrição das propostas de experimentos abordadas nos trabalhos supracitados. Nesta rota, Auler e Delizoicov (2001), mencionam duas perspectivas ao se tratar da abordagem CTS, a saber: a ampliada e a reducionista. A primeira discute a superação de construções históricas ligadas à ciência e à tecnologia, quais sejam: a) superação da visão tecnocrática, ao defender que aspectos ligados à ciência e à tecnologia devem ser discutidos apenas por especialistas na área, isentando a sociedade como um todo da tomada de decisões; b) superação da visão salvacionista, que ressalta a ciência e a tecnologia como solução para diferentes problemas de forma a gerar bem-estar social; e por fim, c) a superação do determinismo tecnológico em que as mudanças sociais são entendidas como decorrência exclusiva das mudanças tecnológicas (AULER;

DELIZOICOV, 2001). Já a visão reducionista se contrapõe ao exposto. Em sintonia com uma visão mais crítica da abordagem CTS destaca-se a não neutralidade da ciência e da tecnologia, isto é, estas não podem ser isoladas do contexto na qual foram geradas (DAGNINO, 2008).

O desenvolvimento de atividades experimentais de química fundamentadas em sintonia com uma abordagem CTS em uma perspectiva ampliada pode contribuir significativamente para caracterização de práticas de ensino contextualizadas, em que o conhecimento químico envolvido no experimento seja compreendido intimamente atrelado a fatores sociais. Tal aspecto pode auxiliar na superação de atividades experimentais em sintonia com uma perspectiva reducionista, as quais podem ser parametrizadas pela comprovação de teorias e pelo caráter incondicionalmente motivador da aprendizagem dos estudantes, por exemplo.

Além disso, a realização de atividades experimentais aportadas na abordagem CTS podem repercutir em ações que considerem especialmente a problematização de dimensões sociais e ambientais relacionadas as discussões de ciência e tecnologia, como: descarte de resíduos; experimentos com entendimentos salvacionistas e catastróficos de ciência e tecnologia. Igualmente, aposta-se em atividades experimentais que apresentem relação com a realidade concreta em que os fatores sociais possam ser melhor contextualizados. Em linhas gerais, os argumentos expostos podem ter implicações positivas no ensino de química/ciências.

Portanto, assume-se como um desafio a organização de propostas de atividades experimentais no ensino de química que se insiram em uma abordagem CTS que se caracterize pela discussão de visões em sintonia com a perspectiva ampliada sinalizada. Isso aponta a importância de não reduzir o debate acerca das atividades experimentais a questões de ordem puramente metodológica.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do projeto 479277-2013-3 do qual o trabalho aqui apresentado é constituinte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização Científico-Tecnológica para quê? **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v.3, n.2, p. 17-29, 2001.

CASTILLO, M. J. B. Una cuestión sociocientífica motivante para trabajar pensamiento crítico. **Zona Próxima**, n.2, p. 144-157, 2010.

CHOWDHURY, M. A. Incorporating a Soap Industry Case Study To Motivate and Engage Students in the Chemistry of Daily Life. **Journal of Chemical Education**, v.90, n.1, p. 866-872, 2013.

COSTA, D. A.; RIBEIRO, M. G. T. O.; MACHADO, A. A. S. O. Uma análise SWOT do contexto CTSS das atividades laboratoriais do ensino secundário. **Boletim da Sociedade Portuguesa de Química**, n.124, p. 65-74, 2012.

DAGNINO, R. **Neutralidade da Ciência e determinismo tecnológico**: um debate sobre a tecnociência. Campinas: Ed. da UNICAMP, 2008.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências**: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2002.

EILKS, I. Teaching biodiesel: a sociocritical and problem oriented approach to chemistry teaching and students' first views on it. **Chemistry Education: Research and Practice** v.3, n.1, p. 77-85, 2002.

GALIETA-NASCIMENTO, T.; VON LINSINGEN. Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências. **Convergência**, v.13, n.42, p. 95-116, 2006.

GONÇALVES, F. P. **A problematização das atividades experimentais no desenvolvimento profissional e na docência dos formadores de professores de química**. 2009. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.

HIDALGO, B. P. El ambiente como laboratorio. Una propuesta de estrategia didáctica desarrolladora. **Hologramatica**, Ano VI, n.10, v.4, p. 117-130, 2009.

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, v.12, n.3, p. 299 -313. 1994.

HOFSTEIN, A.; MAMLOK-NAAMAN, R. The laboratory in science education: the state of the art. **Chemistry Education: Research and Practice**, v.8, n.2, p. 105-107, 2007.

MACHADO, V.; PINHEIRO, N. A. Investigando a metodologia dos problemas geradores de discussão: aplicações na disciplina de Física no Ensino de Engenharia. **Ciência & Educação**, v.16, n.3, p. 525-542, 2010.

MARQUES, C. A.; GONÇALVES, F. P.; YUNES, S. F.; MACHADO, A. A. S. Sustentabilidade ambiental: um estudo com pesquisadores químicos no Brasil. **Química Nova**, v.36, n.6, p. 914-920, 2013.

MONTAGUT BOSQUE, P.; NIETO CALLEJA, E.; NAVARRO LEÓN, F.; GONZÁLEZ MURADÁS, R.; CARRILLO CHÁVEZ, M.; SANSÓN ORTEGA, C. Enseñanza experimental en el bachillerato en el contexto de la Química Verde. **Educación Química**, v.14, n.3, p. 142-147, 2003.

MORTIMER, E. F.; SANTOS, W. P. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da Educação Brasileira. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v.2, n.2, p. 133-162, 2000.

MUNDIM, J. V.; SANTOS, W. L. P. Ensino de ciências no ensino fundamental por meio de temas sociocientíficos: análise de uma prática pedagógica com vista à superação do ensino disciplinar. **Ciência & Educação**, v. 18, n.4. p. 787-802, 2012.

PAIXÃO, F. Mezclas en la vida cotidiana. Una propuesta de enseñanza basada en una orientación ciencia, tecnología y sociedad y en la resolución de situaciones problemáticas. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v.1, n.3, p. 205-212, 2004.

PAIXÃO, M. F. PEREIRA, M. M.; CACHAPUZ, A. F. Bridging the Gap: From Traditional Silk Dyeing Chemistry o a Secondary-School Chemistry Project. **Journal of Chemical Education**, v.83, n.10, p. 1546-1549, 2006.

PEDRETTI, E.; NAZIR, J. Currents in STSE Education: Mapping a Complex Field, 40 Years On. **Science Education**, v.95, n.4, p. 601- 626, 2011.

POZO, J. I. Aprendizagem de conteúdos e desenvolvimento de capacidades no ensino médio. In: COLL, C. et al. **Psicologia da aprendizagem no ensino médio**. Porto Alegre: Artmed, 2003. p. 43-66.

PSILLOS, D.; NIEDDERER, H. (Org.). **Teaching and Learning in the Science Laboratory**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002.

RIBEIRO; S. S. **Articulações entre literatura e experimentação no ensino de ciências**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

SANTOS, S. E. El botiquín de casa: una forma de aprender química **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v.1, n. 3, p. 224-232, 2004.

SCHALLIES, M.; EYSEL, C. Learning beyond school: establishing a laboratory for sustainable education. **Chemistry Education: Research and Practice**, v. 5, n. 2, p. 111-126, 2004.

TAPIA, A. Motivação e aprendizagem no ensino médio. In: COLL, C et al. **Psicologia da aprendizagem no ensino médio**. Trad. Cristina M. Oliveira. Porto Alegre: Artmed, 2003. p. 103-139.

VIANNA, J. F.; PIRES, D. X.; VIANA, L. H. Processo químico industrial de extração de óleo vegetal: um experimento de Química Geral. **Química Nova**, v.22, n.5, p. 765-768, 1999.

WELLINGTON, J. (Org.). **Practical Work in school science: which way now?** London: Routledge, 1998.

ZANDONAI, D. P.; SAQUETO, K. C.; ABREU, S. C. S. R.; LOPES, A. P.; ZUIN, V. G. Química Verde e Formação de Profissionais do Campo da Química: Relato de uma Experiência Didática para Além do Laboratório de Ensino. **Revista Virtual de Química**, v.6, n.1, p. 73-84, 2014.