

Abordagem CTS e o conceito química verde: possíveis contribuições para o ensino de química

RESUMO

O tema Meio Ambiente cada vez mais é pauta de discussões, uma vez que a maioria dos problemas ambientais estão relacionados ao desenvolvimento científico-tecnológico. Este artigo tem por objetivo apresentar as contribuições trazidas pelos principais referenciais teóricos quanto a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e o conceito Química Verde (QV), para o ensino de química, por meio de uma revisão bibliográfica. Discute-se que a abordagem CTS, quando inserida no ensino de Química, pode proporcionar maior significado aos conteúdos, desenvolvendo a criticidade perante o desenvolvimento científico-tecnológico no contexto social. A QV, além de trazer nos seus princípios potenciais contribuições para minimizar os problemas ambientais, também oportuniza aos estudantes a criticidade, tornando-os capazes de se posicionarem frente aos problemas relativos ao meio ambiente. A perspectiva ampliada neste estudo, busca a compreensão da relação que a abordagem CTS e o conceito QV podem ter quando abordado o tema Meio Ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Meio ambiente. CTS. Química Verde. Ensino de Química.

Amanda Magagnin Moreiraamandamagagnin@gmail.comorcid.org/0000-0002-0812-9445Universidade Federal do Paraná (UFPR),
Curitiba, Paraná, Brasil.**Joanez Aparecida Aires**joanez.ufpr@gmail.comorcid.org/0000-0002-2925-0826Universidade Federal do Paraná (UFPR),
Curitiba, Paraná, Brasil.**Leonir Lorenzetti**leonirlorenzetti22@gmail.comorcid.org/0000-0002-0208-2965Universidade Federal do Paraná (UFPR),
Curitiba, Paraná, Brasil.

INTRODUÇÃO

Tudo o que nos cerca possui algum princípio químico, desde aquele fármaco que precisamos ingerir, as garrafas pets, a gasolina que adicionamos aos veículos e até mesmo as roupas que vestimos. A ideia de todos esses produtos é de trazerem comodidade, facilidade no dia-a-dia, em contrapartida, suas produções podem causar poluição ao ambiente e conseqüentemente prejudicar à saúde humana.

Por muitos anos, a química foi considerada vilã, pois, principalmente a indústria química não tinha como preocupação o planejamento e o cuidado com os desperdícios e resíduos, provocando também acidentes e desastres. Um exemplo é desastre ecológico ocorrido em 28 de março 2003:

Um reservatório de uma indústria de papel, situada na cidade de Cataguazes, Minas Gerais, rompeu e liberou cerca 1,4 bilhão de litros de água contaminada por produtos tóxicos, como soda cáustica, chumbo e outros produtos utilizados na fabricação de papel, no rio Pomba, que corta o norte e o noroeste do Estado do Rio e deságua no rio Paraíba do Sul (BRIDER, 2003, p. 1).

Todavia, desde o início dos anos 90 do século XX, a área da Química denominada Química Verde (QV), vem desenvolvendo estudos no sentido de erradicar os problemas ambientais e os impactos causados à saúde humana e ao ambiente.

A União Internacional de Química Pura e Aplicada – IUPAC, define QV como “a invenção, desenvolvimento e aplicação de produtos químicos para produzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias perigosas” (LENARDÃO, 2003, p.1).

Nesse contexto a QV é um campo que emergiu com objetivo de desenvolver estudos e ações científicas e/ou processos industriais ecologicamente corretos, podendo conceituá-la como tecnologia limpa, ou seja:

A Química Verde tem por objetivo a viabilização de processos e produtos de maneira a evitar ou minimizar o impacto causado ao homem e ao meio ambiente. Os avanços na área visam a aumentar a segurança dos processos e também resolver questões mundiais como a mudança climática, produção de energia, disponibilidade de recursos hídricos, produção de alimentos e a emissão de substâncias tóxicas ao meio-ambiente (AGUIAR et al., 2014, p. 1257).

Com base na evolução e crescimento do conhecimento científico e tecnológico é que ao longo dos últimos anos governantes, a sociedade científica e as indústrias foram percebendo a necessidade de tentar combater esses impactos negativos. Nesse sentido, conferências, documentos, debates, fóruns têm sido organizados onde são levantadas questões e discussões com o objetivo de minimizar esses problemas ambientais.

Com relativa frequência a mídia expõe a química como perigosa ao meio ambiente e a responsável pela poluição ambiental. Nesse tipo de divulgação a química é exposta como aquela que contribui com o desenvolvimento tecnológico, todavia não haveria por parte desta ciência preocupação relativa ao meio ambiente e a saúde humana. Nesse contexto, explorar o conceito de QV se torna importante, pois, ainda que seja recente, mas desde 1990, quando a Agência Norte

Americana, nos Estados Unidos levantou a missão de proteger o meio ambiente e a saúde humana é que este conceito começou a ser debatido mundialmente, recuperando aos poucos a imagem da química.

O conceito QV pode ser inserido no âmbito industrial, pois a emergência da QV se deu principalmente pelos problemas que as indústrias estavam causando ao ambiente, porém, também pode e deve ser inserida no contexto escolar. Segundo Marques et al (2007), Marquez e Silva (2008), Roloff e Marques (2014), Zuin et al. (2015) a QV possibilita aos estudantes desenvolverem a criticidade, a responsabilidade pelas suas ações, bem como visualizarem a relevância da sua aplicação quando se trata de solucionar os problemas ambientais. Nesse sentido é que argumentamos a favor da aproximação entre a temática QV e a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), uma vez que, para Santos (1999), Auler e Bazzo (2001), Santos e Mortimer (2002) esta abordagem pode contribuir com o ensino de química, tendo em vista que tal abordagem objetiva justamente um ensino mais crítico e contextualizado, promovendo a participação da sociedade em questões relacionadas ao avanço científico-tecnológico.

Com objetivo de apresentar as contribuições trazidas pelos principais referenciais teóricos quanto a abordagem CTS e QV e, no sentido de argumentar que tais abordagens contribuem para um ensino de Química mais crítico e preocupado com as questões ambientais, apresentamos a seguir conceitos, referenciais teóricos, bem como nossos dados e discussão.

EVENTOS E CONCEITOS AMBIENTAIS

Os Estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade há muito tempo são temas de discussão. Strieder (2008) afirma que na década de 60 do século XX prevalecia um consenso sobre o caráter positivo dos avanços científicos, tecnológicos. Conforme os fatos históricos aconteciam, a sociedade começou a observar de maneira mais crítica esses avanços, porém vários movimentos acadêmicos e sociais surgiram pela insatisfação da concepção tradicional da ciência e da tecnologia aos problemas políticos e econômicos relacionados ao desenvolvimento científico, tecnológico e à degradação ambiental.

Essa concepção positivista da relação entre ciência e tecnologia, segundo López et al (2003 apud PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2009) segue como “‘modelo linear de desenvolvimento’”: + ciência = + tecnologia = + riqueza = + bem estar social”. Visão esta preocupante, pois as pessoas, em sua grande maioria, pensam apenas em acúmulos de materiais e conseqüentemente na sua comodidade. Assim, acabam esquecendo dos problemas que esse ‘modelo’ pode causar, como por exemplo, poluição ao meio ambiente e, embora não percebemos instantaneamente, a saúde humana também é afetada.

Os problemas ambientais há muito tempo são temas de debates, discussões, conferências, fóruns. A química em si, durante anos foi vista como a grande vilã dos desastres ambientais, principalmente a Indústria Química, pois a quantidade de poluição, e resíduos tóxicos que as mesmas produzem são altas. Na tentativa de minimizar os impactos causados ao ambiente e ao homem, foram surgindo discussões em prol de Sociedades Sustentáveis.

O conceito de construção de sociedades e comunidades sustentáveis é mais adequado que o de "desenvolvimento sustentável" na medida em que possibilita a cada uma delas definir seus padrões de produção e consumo, bem como o de bem-estar a partir de sua cultura, de seu desenvolvimento histórico e de seu ambiente natural. Além disso, deixa-se de lado o padrão das sociedades industrializadas, enfatizando-se a possibilidade da existência de uma diversidade de sociedades sustentáveis, desde que pautadas pelos princípios básicos da sustentabilidade ecológica, econômica, social e política, anteriormente descritos (DIEGUES, 2003, p. 4-5.)

Em 1972 ocorreu a Conferência de Estocolmo, conhecida também como a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano. Foi o primeiro evento organizado pela Organização das Nações Unidas que visava discutir de maneira global o meio ambiente, a qual marcou uma etapa importante na ecopolítica internacional. Este evento focou na preservação da natureza, em sua totalidade e discutiu as consequências da degradação do meio ambiente. O desenvolvimento humano e a busca pela preservação aos recursos naturais foram algumas das políticas que o evento também buscou abordar. Os objetivos da Conferência foram verificar e discutir como as mudanças climáticas estão ocorrendo, assim como a qualidade da água. Soluções para minimizar os desastres naturais, como chuva ácida, a poluição dos mares e oceanos, a redução e desaparecimento de territórios selvagens também foram debatidos durante a Conferência. Avaliar e dar suporte ao desenvolvimento econômico assim como, limitar a utilização de pesticidas na agricultura e minimizar os metais pesados lançados na natureza.

No centro dessa proposta estava a resolução de problemas ambientais, em vista dos quais era insuficiente a formação e treinamento de especialistas e técnicos, já que seria necessária uma transformação gradual da educação em todos os seus níveis e modalidades. (FARIAS; FREITAS, 2007, p. 5).

Segundo Carioca e Almeida (2011), Silva, Lacerda e Júnior (2005) a Conferência do Rio de Janeiro (ECO-92 ou RIO-92), aconteceu 20 anos após a Conferência de Estocolmo e teve como foco o meio ambiente e o Desenvolvimento Sustentável. A mesma pontuou como a humanidade encara sua relação com o planeta, onde ações foram planejadas afim de proteger o meio ambiente. Foi um grande evento cujo objetivo era discutir dos planos dominantes sobre a questão ambiental sob uma ideologia do Desenvolvimento Sustentável (DS). Foi neste momento que a comunidade política percebeu que era preciso acordar o desenvolvimento socioeconômico com a utilização dos recursos naturais. Ainda, preocupados com um DS, a ideia era que as necessidades do presente fossem atendidas, porém sem comprometer as gerações futuras. A Eco-92 reuniu delegações de 179 países assim como trouxe para a cidade 114 chefes de estado.

Nesse sentido, é importante compreendermos as tensões que levaram a essa grande Conferência, assim como os resultados que a mesma proporcionou em nível nacional.

Segundo Proops et al. (1997 apud Oliveira, 2015, p. 14), para atingir a sustentabilidade, é necessário um consenso de três frases:

[1] um consenso para assumir uma posição ética pela meta geral da sustentabilidade, especialmente no mundo em desenvolvimento; [2] um consenso sobre a meta operacional com vista ao estado sustentável provisório do futuro a longo prazo; [3] e por fim, um consenso em prol de um

objetivo intermediária que oriente a formulação da política. Algo com a constituição de um consenso presente, num futuro próximo e num futuro longínquo.

As questões que nortearam as discussões da Eco-92 foram em relação a construção de um modelo de crescimento econômico, menos consumistas e mais preocupado com questões ambientais

Já a Conferência de Johannesburgo foi realizada na África, em 2002. Ficou conhecida como Rio+10, pois ocorreu 10 anos após a Rio-92. Reuniu representantes de mais de 150 países, grandes empresas, associações setoriais, organizações não-governamentais entre outros.

Na Rio+10 foi criado o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), onde teve como destaque a importância da compreensão da urgência de adotarmos um novo posicionamento diante das questões ambientais.

Segundo Sequinel (2002, p. 13) o objetivo principal dessa Conferência seria:

[...] rever as metas propostas pela Agenda 21 e direcionar as realizações às áreas que requerem um esforço adicional para sua implementação, assim como refletir sobre outros acordos e tratados da Rio-92. Essa nova Conferência Mundial levaria à definição de um plano de ação global, capaz de conciliar as necessidades legítimas de desenvolvimento econômico e social da humanidade, com a obrigação de manter o planeta habitável para as gerações futuras.

Muitas foram as frustrações quanto as perspectivas positivas da Rio-92, mas o avanço foi o reconhecimento do DS como uma possível aceitável solução para os problemas ambientais e sociais enfrentados pelo mundo.

As Conferências aqui destacadas, entre outros eventos, desenvolveram discussões, debates, documentos que beneficiam o crescimento científico, tecnológico e social consciente.

CONTRIBUIÇÕES DA ABORDAGEM CTS PARA O ENSINO DE QUÍMICA

As questões sobre o meio ambiente e a saúde humana estão sendo cada vez mais estudadas, principalmente a partir da Revolução Industrial, que correspondeu ao conjunto de mudanças que aconteceram na Europa nos séculos XVIII e XIX. O principal destaque foi a substituição do trabalho artesanal pelo assalariado e com uso de máquinas. Ao mesmo tempo que a Revolução beneficiou vários países economicamente, como consequência tivemos o agravamento das catástrofes ambientais.

Sabe-se que a Ciência e a Tecnologia continuarão avançando, pois todos preferem um computador atualizado, um celular novo, novos tratamentos e exames que sejam mais eficazes e etc. Porém, agir com responsabilidade perante essas modificações constantes é essencial, já que atitudes inconscientes e mal planejadas podem provocar prejuízos ao meio ambiente e a saúde humana, logo, essas mudanças podem iniciar na formação de um indivíduo enquanto cidadão.

Devido ao agravamento dos problemas ambientais, os quais atingem também a saúde humana, bem como a necessidade de haver mais discussões sobre o conhecimento científico em uma perspectiva social, é que a abordagem CTS

passou a crescer em nível mundial. Esse movimento permite-nos refletir sobre as possíveis relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Tendo por base tais demandas, a partir de 1970 iniciou-se um movimento de reelaboração dos currículos do ensino de ciências com o objetivo de inserir conteúdos de CTS. Inicialmente, foram os países do Primeiro Mundo (Inglaterra, Canadá, Austrália, EUA e Holanda) que tomaram a iniciativa, desenvolvendo projetos relevantes para a área (CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2001).

Dessa forma, a abordagem CTS quando inserida na educação em ciências tem como finalidade promover o conhecimento científico e tecnológico, porém de maneira que auxilie o estudante a desenvolver conhecimentos e habilidades que o oriente à tomar decisões sobre questões relacionadas a ciência e a tecnologia e as relações destas com a sociedade.

Chassot (1990), destaca que o Ensino de Química não tem contribuído de maneira significativa para que tenhamos estudantes críticos formados. O autor até afirma que da maneira como o ensino se encontra é algo que tem resultado “inútil”. Para Chassot (1990), o ensino de química deve propiciar a formação de um ser questionador, crítico perante o desenvolvimento mundial. Nesse sentido o enfoque CTS pode e deve ser utilizado no ensino de química, pois esse supera as resistências dos estudantes quanto a disciplina, e ainda, favorece o ensino, pois são vários os temas nos quais são possíveis direcionar os questionamentos dos estudantes, de modo a favorecer o despertar da criticidade destes.

Santos e Mortimer (2002, p. 10) apresentam oito áreas que são abordadas com maior frequência nas abordagens CTS: “saúde; alimentação e agricultura; recursos energéticos; terra, água e recursos minerais; indústria e tecnologia; ambiente; transferência de informação e tecnologia; ética e responsabilidade social”.

Nesse sentido, Freire (2007) afirma que compreender uma determinada situação que faz parte da realidade dos estudantes, apenas fundamentado no conhecimento puramente científico não é o suficiente. A ideia, é que o estudante seja educado a ponto de se tornar mais conhecedor e atuante em questões sociais, as quais envolvem Ciência e Tecnologia, ou seja:

[...] independentemente do referencial teórico adotado, há que se ter em mente a necessidade de enfatizar a dimensão social do conhecimento científico tecnológico e seu potencial transformador. A prática docente precisa intermediar a discussão desses saberes para aproximar os conteúdos disciplinares da realidade vivida pelos estudantes e desconstruir a ideia de que esses conhecimentos são desprovidos de utilidade fora do ambiente escolar (OLVEIRA; GUIMARÃES; LORENZETTI, 2016, p. 123).

Importante considerar que a disciplina de química nunca foi a preferida da maioria dos estudantes. Porém, para tornar o ensino de química mais atraente, uma das propostas de Silva (2011) é sempre que possível, levantar discussões de temas atuais, como por exemplo meio ambiente, desenvolvimento sustentável e química verde, podendo relaciona-los durante as aulas.

Nessa mesma perspectiva, Schnetzler (2004) argumenta que para se aprender química os alunos precisam ser introduzidos numa forma diferente de pensar sobre o mundo natural e compreendê-lo, podendo agir de maneira sustentável.

Os autores Auler e Bazzo (2001) Santos e Mortimer (2002), afirmam que quando a abordagem CTS é inserida no contexto escolar, como proposta de trabalho a qual contempla a relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, a mesma proporciona um maior significado das disciplinas de Ciências, nesse caso de Química, capacitando os estudantes a questionar os impactos causados pelo desenvolvimento científico e tecnológico no seu contexto social, percebendo que certas atitudes podem ser corrigidas.

O enfoque CTS tem sido apresentado como uma possibilidade para a abordagem de questões envolvendo a natureza do conhecimento científico e tecnológico e seus papéis/implicações na sociedade. Sob este enfoque, os conhecimentos de modo geral, e os conhecimentos ligados ao ambiente em particular, forneceriam aos educandos meios que os auxiliariam na compreensão, reflexão, ações e tomadas de decisões no que diz respeito aos desdobramentos da ciência e da tecnologia na sociedade e no ambiente (ROLOFF; MARQUES, 2014, p. 554).

A abordagem CTS, quando direcionado para o ensino de Ciências, aponta para:

Um ensino que ultrapasse a meta de uma aprendizagem de conceitos e de teorias relacionadas com conteúdos canônicos, em direção a um ensino que tenha uma validade cultural, para além da validade científica. Tem como alvo, ensinar a cada cidadão comum o essencial para chegar a sê-lo de fato, aproveitando os contributos de uma educação científica e tecnológica (SANTOS, 1999 apud NASCIMENTO; LINSINGEN, 2006, p. 101).

Tendo como tema o Meio Ambiente e o conceito de QV os quais, por meio dos seus princípios, visam “proteger” o ambiente e também a saúde humana, e, aliado a estes, a abordagem CTS, consideramos ser possível um ensino de química que possibilite o desenvolvimento do exercício da cidadania. Ou seja, tal abordagem pode contribuir para que o conceito QV seja inserido no ensino, visto que, o enfoque CTS objetiva:

Promover o interesse dos estudantes em relacionar a ciência com as aplicações tecnológicas e os fenômenos da vida cotidiana e abordar o estudo daqueles fatos e aplicações científicas que tenham uma maior relevância social; abordar as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da tecnologia e adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico (NASCIMENTO; LINSINGEN, 2006, p. 101).

Em síntese, a relação entre tais temáticas possibilita formar pessoas mais envolvidas e mais participativas nas questões relacionadas à ciência e a tecnologia, bem como aos impactos destas à sociedade e ao meio ambiente. Para tanto, é necessário promover uma educação que permita tais reflexões.

CONTRIBUIÇÕES DA QUÍMICA VERDE PARA O ENSINO DE QUÍMICA

A disciplina de Química, para uma considerável parcela de estudantes, é encarada como uma barreira, sobressaindo-se a ideia de que é muito difícil e que nunca iremos entendê-la (UHEARA, 2005). Essa disciplina, muitas vezes é ministrada de tal forma que distancia os conteúdos da realidade dos estudantes, uma vez que não é apresentado seu contexto social, histórico e/ou tecnológico. Tal distanciamento dificulta o processo ensino/aprendizagem já que os alunos não conseguem aplicar seus conhecimentos químicos no cotidiano.

Outro aspecto relevante a ser considerado sobre o desinteresse dos alunos em relação à química, diz respeito ao papel da Química na sociedade, uma vez que, conforme já foi argumentado, há muito tempo a química é vista como responsável pelos problemas ambientais causados pela utilização indiscriminada de produtos químicos industriais, assim como pelo despejo inadequado de produtos químicos utilizados em nossas residências, afetando um rio perto de nossas casas, um bairro, uma cidade, uma população.

Tais problemáticas têm gerado inúmeras discussões na área do ensino química.

Conforme também já foi argumentado, é neste contexto dos graves problemas ambientais causados pela química que a QV vem, principalmente no Brasil, se fortalecendo como área de pesquisa, bem como, conquistando seu espaço dentro das salas de aula, uma vez que hoje começamos a perceber mudanças nas aulas de química, embora ainda tímidas bem como no olhar do estudante para com esta ciência.

E é no sentido de valorizar estas tímidas mudanças que consideramos que o ensino de química possui um papel fundamental pois este possibilita ao estudante uma formação que cumpre com os conteúdos básicos e necessários, porém associado ao seu cotidiano, a sua realidade, desenvolvendo assim uma visão crítica, a qual busca por mudanças para que vivamos em uma sociedade melhor.

Especificamente sobre o conceito de QV, este tem como proposta 12 princípios (1- Prevenção, 2- Economia de átomos, 3-Síntese de produtos menos perigosos, 4- Desenvolvimento de compostos seguros, 5- Diminuição de solventes e auxiliares, 6- Eficiência energética, 7- uso de substâncias recicladas, 8- redução de derivativos, 9- Catálise, 10- Desenho para a Degradação, 11- Análise em Tempo Real para a Prevenção da Poluição e 12- Química Intrinsecamente Segura para a Prevenção de Acidentes), sendo que, quando empregados é possível antecipar os problemas de poluição no meio ambiente, ou seja, é possível atuar de forma preventiva, tendo como objetivo que é melhor prevenir do que remediar (PRADO, 2003).

A QV não precisa ser aplicada somente dentro das indústrias, embora a química tenha se tornado a vilã principalmente pelas ações cometidas no âmbito industrial. Zuin et al (2015, p. 1) mencionam que a conscientização deve iniciar dentro da sala de aula, ou seja, “[..] a QV tem potencial para formar sujeitos mais críticos, capazes de se posicionarem frente aos problemas sócio ambientais e apreciadores de tecnologias mais sustentáveis”. Coelho e Marques (2007) apontam que a QV quando inserida no ensino pode contribuir na formação geral e profissional do cidadão. Ainda,

Os ‘temas químicos sociais’, quando introduzidos, estabelecem uma relação entre o conhecimento químico com problemas de relevância para a sociedade e a rompem a visão hegemônica de uma pretensa neutralidade do conhecimento químico e de seu ensino (COELHO; MARQUES, 2007, p. 9).

Abordar a filosofia QV nas aulas, pode fazer com que os estudantes desenvolvam o poder da argumentação, da criticidade, além de proporcionar debates, momentos de reflexões, troca de ideias e até mesmo de experiências. A QV favorece por meio dos seus princípios a aplicação do seu conceito e promove a contextualização dos conteúdos abordados, como por exemplo:

Através dos estudos de fenômenos químicos e físicos ocorridos na natureza como processos endotérmicos e exotérmicos, mudanças de estados físicos da matéria, evapotranspiração e fotossíntese, é possível apontar onde a química verde pode ser inserida dentro do contexto do ensino da química de forma continuada (MARQUEZ; SILVA, 2008, p. 1).

Assim, se faz fundamental que sejam desenvolvidas mais pesquisas nessa área, tendo em vista que podem estar nelas a solução para os problemas ambientais, bem como do ensino de química. Segundo Coelho e Marques (2007), pesquisas na área da QV podem explorar novas formas de energia, com mais eficiência energética, gerando menos volumes de efluentes, materiais que permite eficiência em todos os setores industriais. Em relação ao ensino de Química, atualmente existem pesquisas sob a temática da educação para a cidadania e que têm como principal objetivo preparar o cidadão para o mundo científico-tecnológico (SANTOS, 1999; SCHNETZLER, 2004; SANTOS; MORTIMER, 2002).

A QV por meio de seus princípios traz como alternativa tecnologias que na prática não produzam resíduos tóxicos. Portanto, a QV quando inserida no ensino, partindo de uma reflexão ética e consciente, pode possibilitar a formação de indivíduos com atitudes mais conscientes perante a sociedade e ao ambiente.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho constitui-se uma de revisão bibliográfica, para a qual inicialmente foi realizado um estudo sobre alguns dos principais autores nas áreas.

Quanto a abordagem CTS, buscou-se primeiramente os trabalhos discutidos na disciplina relativa à CTS do PPGECM/UFPR, sendo estes de Auler e Bazzo (2001), Santos e Mortimer (2002), Nascimento e Linsinger (2006) e Santos e Schnetzler (1997).

A busca por outros textos sobre a abordagem CTS foi realizada na ferramenta Google Acadêmico, para a qual utilizou-se as palavras-chave: CTS, CTS no ensino de Química. Esses trabalhos nos auxiliaram na identificação dos fundamentos teóricos, assim como nos resultados apresentados como “Relação entre a abordagem CTS e o conceito Química Verde”.

Sobre QV, os primeiros artigos selecionados foram os utilizados em um trabalho mais amplo que vem sendo desenvolvido no âmbito do mestrado. Os artigos são de: Coelho e Marques (2007), Aguiar et al (2014), Marquez e Silva (2008) e Zuin et al (2015).

Outros trabalhos sobre QV foram pesquisados na ferramenta Google Acadêmico, através das palavras-chave: Química Verde, Meio Ambiente e Ensino de Ciências/Química, Química Verde no ensino de Química.

Os trabalhos encontrados, tanto sobre abordagem CTS, quanto sobre o conceito Química Verde são dos periódicos: Química Nova, Química Nova na Escola, Revista Ciência e Educação, Revista Ciência e Ensino. Porém, de acordo com as palavras-chave acima mencionadas, pode-se encontrar trabalhos como: dissertação de mestrado e tese de doutorado, da universidade Federal de Santa Catarina e da Universidade de São Paulo.

Os critérios de inclusão para os estudos encontrados foram em relação a relevância que a abordagem CTS, o tema Meio Ambiente e o Conceito QV podem oferecer ao Ensino de Química. Em seguida, buscou-se estudar e compreender os conceitos e os benefícios que os mesmos trazem quando empregados no Ensino de Ciências/Química.

RELAÇÃO ENTRE A ABORDAGEM CTS E O CONCEITO QUÍMICA VERDE

Para abordar a relação entre a abordagem CTS e o conceito QV, além dos artigos utilizados na fundamentação teórica, outros trabalhos como artigos, dissertações de mestrado e teses de doutorado contribuíram para o desenvolvimento. Selecionou-se uma tese de doutorado da Universidade Federal de Santa Catarina, uma dissertação de mestrado da Universidade de São Paulo. Ao selecionar os trabalhos, verificou-se se os mesmos contextualizam, relacionam e discutem sobre a relevância de CTS, QV e o tema Meio Ambiente quando inseridos no ensino de química.

Referente aos artigos, um é do periódico Ciência e Educação e outro da Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, esses abordaram sobre CTS. Relacionado a QV, artigos da Revista Química Nova e da Revista Brasileira de Ensino de Química foram selecionados.

Fazer com que as pessoas interfiram como cidadãos na sociedade, seja pela participação pública nas tomadas de decisões, as quais envolvem Ciência e Tecnologia, é algo que a abordagem CTS e o conceito QV no contexto educacional podem proporcionar.

O enfoque CTS, conforme já mencionado surgiu em meados dos anos 70 do século XX, e teve como objetivo trazer em:

[...] um de seus lemas a necessidade do cidadão de conhecer os direitos e obrigações de cada um, de pensar por si próprio e ter uma visão crítica da sociedade onde vive, especialmente a disposição de transformar a realidade para melhor. Apesar de esse movimento não ter sua origem no contexto educacional, as reflexões nessa área vêm aumentando significativamente, por entender que a escola é um espaço propício para que as mudanças comecem a acontecer (PINHEIRO, 2005, p. 28).

Segundo Auler e Bazzo (2001) e Santos e Mortimer (2002) trabalhar com os alunos problemas reais, os quais envolvem Ciência e Tecnologia, contribui significativamente para a formação de cidadãos mais críticos no que se refere às relações entre ciência, tecnologia e a sociedade, por isso a importância de se desenvolver um ensino que desperte nos estudantes o interesse por este tipo de reflexão.

Nesse sentido, argumentamos que relacionar a abordagem CTS à QV no ensino de química, pode contribuir significativamente para o desenvolvimento dessa postura desse cidadão crítico, uma vez que a QV, além de proporcionar conhecimentos científicos puros, também possibilita que os alunos a tenham uma visão mais crítica do mundo. Assim, para Zuin et al (2015) a QV pode ter um papel importante nesse processo, ela vai além dos conhecimentos científicos, pois permite que esses inúmeros conteúdos sejam ensinados dentro de uma situação real, por exemplo, o tema meio ambiente.

Por isso, quando temos o enfoque CTS inserido no ensino de Química, especificamente, quando trabalhado o tema ambiente por meio do conceito QV, permite aos estudantes conhecimentos necessários para se posicionarem criticamente frente as situações problemáticas, sejam ambientais ou até mesmo relacionadas à saúde humana.

Para Silva (2007) promover a abordagem CTS no ensino desenvolve a formação do estudante, como cidadão apto a tomar decisões importantes. Mas para isso é necessário fazer com que o aluno compreenda as interações Ciência, Tecnologia e Sociedade. Um determinado conteúdo deve fornecer questões que perpassem por conhecimentos dessas três áreas Ciência, Tecnologia e Sociedade, ainda, deve partir de uma questão social que tenha relação direta com conhecimentos tecnológicos e científicos, sendo que o conhecimento científico é definido em função do tema e da tecnologia.

Por meio dos problemas ambientais, que são considerados uma questão social, quando relacionados aos conteúdos químicos e, juntamente com a QV, pode ser uma iniciativa no sentido de promover a compreensão e contextualização do conhecimento científico.

Ainda, segundo Silva (2007), os conhecimentos científicos quando compreendidos em relação a questão social e ao conhecimento tecnológico, facilitam a compreensão dos aspectos tecnológicos e, com embasamento dos conhecimentos científicos e tecnológicos é possível retomar a questão social, que possibilita a formação daquele cidadão crítico, objetivo das abordagens e temáticas discutidas neste trabalho.

Sendo assim, argumentamos que as relações entre CTS e QV quando trabalhadas a partir de algum tema do cotidiano dos alunos, possibilitam perceber uma mudança significativa durante as aulas, uma vez que os estudantes se sentem mais encorajados a participarem ativamente das discussões, se sentem valorizados e confiantes, podendo expressar suas opiniões e concepções sobre determinado conhecimento. E ainda, com esta forma de abordagem, estaremos também contribuindo para a formação de estudantes mais seguros para expor suas decisões perante os problemas encontrados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo desenvolvido teve como objetivo apresentar as contribuições trazidas pelos principais referenciais teóricos quanto a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e o conceito Química Verde (QV), para o ensino de química, por meio de uma revisão bibliográfica.

Defendemos que o enfoque CTS e o conceito QV podem ser considerados como estratégias para o ensino de química, ao abordar questões ambientais. Através da abordagem CTS e da QV, os estudantes desenvolvem a criticidade, aprendem a argumentar, questionar sobre os impactos negativos causados pelo avanço científico-tecnológico, assim como, quais os seus deveres e direitos enquanto cidadãos.

De acordo com o levantamento bibliográfico, a contribuição mais importante que a abordagem CTS e o conceito QV podem trazer para o ensino de Química seja referente ao desenvolvimento dos estudantes enquanto cidadãos. Os autores

referenciados neste trabalho, revelam em suas pesquisas que quando proporcionadas aulas com tais abordagens, os alunos demonstram ser capazes de desenvolver a criticidade, formando um pensamento criterioso e ao mesmo tempo cuidadoso em relação à ciência e seus impactos no ambiente e seres vivos, bem como, desenvolvem o poder de argumentação e de tomar decisões.

Ao relacionar a abordagem CTS e o conceito QV consideramos que seja possível ministrar aulas destacando a importância dos conteúdos ensinados e construir com os estudantes reflexões significativas a respeito de um determinado conhecimento, nesse caso, o meio ambiente, mostrando as implicações da Ciência e da Tecnologia na sociedade. Assim, podemos ter como resultados, alunos mais motivados para aprender química e com melhor formação para atuar como cidadão.

STS Approach and the Green Chemistry Concept: Possible Contributions to Chemistry Teaching

ABSTRACT

The theme Environment, increasingly is the agenda of discussions, since most environmental problems are related to the scientific-technological development. This article aims to present the contributions brought by the major theoretical referential about Science approach, technology and society (CTS) and the Green Chemistry concept (GC), to the teaching of chemistry, through a bibliographical review. Discusses that the CTS approach, when inserted in the teaching of chemistry, can provide greater meaning to the content, developing the criticality before the scientific-technological development in a social context. The GC, in addition to bringing in their potential contributions to minimize the environmental problems, it also gives students the criticality making it able to position themselves in front of problems relating to the environment. The larger perspective in this study, seeks understanding the relationship that the CTS approach and the GC concept can have when approached the theme Environment.

KEYWORDS: Environment. CTS. Green Chemistry. Chemistry teaching

REFERÊNCIAS

AGUIAR, E. F. S.; et al. Química verde: a evolução de um conceito. **Revista Química Nova**, São Paulo, v. 37, n. 7, p. 1257-1261, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v37n7/v37n7a24.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2017.

AULER, D; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Revista Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132001000100001. Acesso em: 01 jan. 2017.

BRIDER, I. O ver-de-novo. **Educação Pública**, Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/quimica/0002.html>. Acesso em: 27 out. 2017.

CARIOCA, J. O. B.; ALMEIDA, M. de F. L. Desenvolvimento da química verde no Brasil. **Artigo de Opinião**. RQI - 1º trimestre 2011. Disponível em: <http://www.abq.org.br/rqi/2011/730/RQI-730-pagina3-Desenvolvimento-da-Quimica-Verde-no-Brasil.pdf>. Acesso em: 27 out. 2017.

CHASSOT, A. I. **A educação no ensino da Química**. Ijuí: INIJUÍ, 1990.

COELHO, J. C.; MARQUES, C. A. Contribuições freireanas para a contextualização no ensino de Química. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 09, n. 1, p. 1-17. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v9n1/1983-2117-epec-9-01-00059.pdf>. Acesso em: 27 out. 2017.

CRUZ, S. M. S. C.; ZYLBERSZTAJN, A. O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a aprendizagem centrada em eventos. In: PIETROCOLA, M. (Org.). **Ensino de Física: conteúdo e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001. p. 171-196.

DIEGUES, A. C. **Sociedades e comunidades sustentáveis**. São Paulo: NUPAUB/USP, 2003. Disponível em: <http://nupaub.fflch.usp.br/sites/nupaub.fflch.usp.br/files/color/comsust.pdf>>. Acesso em: 01 mai. 2017.

FARIAS, C. R. de O.; FREITAS, D. de. Educação ambiental e relações CTS: uma perspectiva integradora. **Revista Ciência & Ensino**, v. 1, nº especial, p. 1-13, nov. 2007. Disponível em: <http://files.cca-usp.net.br/200000966-91af792aa3/2015-DIDCIENC-AULA14-TEXT001%20DE%20REFER%C3%8ANCIA.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2017.

FREIRE, L. I. F. **Pensamento crítico, enfoque educacional CTS e o ensino de química**. 175 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2007. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/89901/245569.pdf?sequence>. Acesso em: 20 fev. 2017.

LENARDÃO, E. J. et al. “Green Chemistry” – os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de Ensino e pesquisa. **Revista Química Nova**, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 123-129. 2003. Disponível em: http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol26No1_123_19.pdf. Acesso em: 28 out. 2017.

MARQUES, C. A. et al. Visões de meio ambiente e suas implicações pedagógicas no ensino de química na escola média. **Revista Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 8, p. 2043-2052. 2007. Disponível em: http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol30No8_2043_42-ED06378.pdf. Acesso em: 27 jan. 2017.

MARQUEZ, K. S. G.; SILVA, P. C. da. A Importância dos Conceitos de Química Verde no Ensino de Química. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, XIV. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2008. Disponível em: http://www.ciencia.iao.usp.br/dados/eneq/_aimportanciadosconceitosdequimicaverdenoensinodequimicakaremsoraiagarciamarquezpriscilacitondasilvaxivencontronacionaldeensinodequimica2008.trabalho.pdf. Acesso em: 27 jan. 2017.

NASCIMENTO, T. G.; LINSINGEN, I. V. Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de Ciências. **Convergência**, Toluca – México, v. 13, n. 42, p. 95-116, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.org.mx/pdf/conver/v13n42/v13n42a6.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2017.

OLIVEIRA, S. de; GUIMARÃES, O. M.; LORENZETTI, L. O Enfoque CTS e as Concepções de Tecnologia de Alunos do Ensino Médio. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 9, n.2, p.121-147, nov. 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2016v9n2p121/32839>. Acesso em: 02 fev. 2017.

OLIVEIRA, L. D. Entre a Ideologia e a utopia: reflexões sobre a geopolítica do desenvolvimento sustentável. **REDE – Revista Eletrônica do PROEMA**, v. 9, n.1, p. 07-20, jan/jun. 2015. Disponível em: www.revistarede.ufc.br/revista/index.php/red/article/download/288/69.. Acesso em: 28 out. 2017.

PRADO, A. G. S. Química Verde, os desafios da química do novo milênio. **Química Nova**, São Paulo, v. 26, n. 5, p.738-744, mar. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v26n5/17210.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2017.

PINHEIRO, N. A. M. **Educação crítico-reflexiva para um ensino médio científico-tecnológico**: a contribuição do enfoque CTS para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático. 306 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/101921/222011.pdf?sequence=1>. Acesso em: 20 fev. 2017.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. O contexto científico-tecnológico e social acerca de uma abordagem crítico-reflexiva: perspectiva e enfoque. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 49, p. 1-25, mar. 2009. Disponível em: <http://cienciaparaeducacao.org/eng/publicacao/pinheiro-n-a-m-silveira-r-m-c-bazzo-w-a-o-contexto-cientifico-tecnologico-e-social-acerca-de-uma-abordagem-critico-reflexiva-perspectiva-e-enfoque-revista-iberoamericana-de-educacio/>. Acesso em: 20 abr. 2017.

ROLOFF, F. B.; MARQUES, C. A. Questões ambientais na voz dos formadores de professores de química em disciplinas de cunho ambiental. **Revista Química Nova**. São Paulo, v. 37, n. 3, p. 549-555, out. 2014. Disponível em: <http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/v37n3a27.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2017.

SANTOS, M. E. Encruzilhadas de mudança no limiar do século XXI: co-construção do saber científico e da cidadania via ensino CTS de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2., 1999, Valinhos. **Atas...** Valinhos, 1999. Disponível em: <http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/iienpec/Dados/trabalhos/A39.pdf>. Acesso em: 25 de jan. 2017.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem CT-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira. **Revista Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 1-23, Dez. 2002. Disponível em: <http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/view/21/52>. Acesso em: 25 jan. 2017.

SANTOS, W. L. P. dos; SCHNETZLER, R. P. A formação do cidadão e o ensino de CTS - ciência, tecnologia e sociedade. In: SANTOS, W. L. P. dos; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. Ijuí: Ed. Unijuí, 1997.

SCHNETZLER, R. P. A pesquisa no ensino de Química e a importância da Química Nova na Escola. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 20, p. 49-54, nov. 2004. Disponível em: <http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc20/v20a09.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2017.

SEQUINEL, M. C. M. Cúpula mundial sobre desenvolvimento sustentável - Joanesburgo: entre o sonho e o possível. **Análise Conjuntural**. v. 24, n.11-12, p.12-15, nov/dez. 2002. Disponível em: http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/bol_24_6e.pdf. Acesso em: 30 de jan. 2017.

SILVA, A. M. da. **Proposta para tornar o Ensino de Química mais atraente**. RQI - 2º trimestre 2011. Disponível em: <http://www.abq.org.br/rqi/2011/731/RQI-731-pagina7-Proposta-para-Tornar-o-Ensino-de-Quimica-mais-Atraente.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2017.

SILVA, E. L. da. **Contextualização no ensino de química**: ideias e proposições de um grupo de professores. 144 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade de São Paulo, 2007. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/marco2012/quimica_artigos/context_ens_quim_dissert.pdf. Acesso em: 26 jan. 2017.

SILVA, F. M.; LACERDA, P. S. B. de,; JUNIOR, J. J. Desenvolvimento Sustentável e Química Verde. **Revista Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 1, 2005, p. 103-110. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v28n1/23046.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2017.

STRIEDER, R. B. **Abordagem CTS e ensino médio**: espaços de articulação. 236 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-01072013-135158/en.php>. Acesso em: 27 jan. 2017.

UHEARA, F. M. G. **Refletindo dificuldades de aprendizagem de alunos do ensino médio no estudo de equilíbrio químico**. 235 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/16122/1/FabiaMGU.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2017.

ZUIN, et al. Desenvolvimento Sustentável, Química Verde e Educação Ambiental: o que revelam as publicações da SBQ. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 38, **Anais...** . Águas de Lindóia: Sociedade Brasileira de Química, 2015. Disponível em: <http://www.sbq.org.br/38ra/cdrom/resumos/T0015-1.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2017.

Recebido: 30 jul. 2017

Aprovado: 30 out. 2017

DOI: 10.3895/actio.v2n2.6825

Como citar:

MOREIRA, A. M.; AIRES, J. A.; LORENZETTI, L. Abordagem CTS e o conceito química verde: possíveis contribuições para o ensino de química. **Actio**, Curitiba, v. 2, n. 2, p. 193-210, jul./set. 2017. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/actio>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Amanda Magagnin Moreira

Rua Marcílio Dias 1215, apartamento 201, Santo Antônio, Joinville, Santa Catarina, Brasil.

Direito autorial: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

