

Pressupostos teóricos da abordagem experimental na perspectiva CTS: avaliando a mediação e apropriação desta proposta por licenciandos de Química

Marlene Rios Melo*¹ (PQ), Ana Lícia Melo Silva² (PG), Ieda de Oliveira Costa³ (FM); Tatiana Santos Andrade⁴ (PQ) marlenemelo@furg.br.

¹ Universidade Federal de Rio Grande – FURG – Av. Marechal Floriano Peixoto, 2236, Centro - CEP: 96170-000, São Lourenço do Sul, Rio Grande do Sul.

² Universidade Federal de Rio Grande – FURG – Av. Itália, km 8, Carreiros, CEP: 96203-900 – Rio Grande – Rio Grande do Sul.

Universidade Federal do Rio Grande – FURG

³ Secretária Estadual de Educação de Sergipe – SEED, Av. Presidente Kennedy, s/n, Lagarto-Sergipe.

⁴ Universidade Federal da Bahia (UFBA), Campus Universitário de Ondina, CEP: 40210-340, Salvador-Bahia.

Palavras-Chave: Experimentação; CTS; Mediação.

RESUMO: Objetivamos apresentar os pressupostos teóricos de uma proposta experimental na perspectiva CTS, bem como analisar os resultados atingidos por 22 licenciandos, quando solicitados a planejar e aplicar tal proposta em escolas públicas. Esta intervenção experimental se constituiu a partir dos referenciais teóricos da: Química verde; perspectiva CTS; Sociedade de Risco e a Metodologia de Mediação Dialética. Os dados foram coletados tanto a partir dos trabalhos escritos, como das transcrições das atuações dos licenciandos nas escolas estaduais. A análise dos dados foi feita utilizando categorias pré-estabelecidas que contemplavam: a) o domínio sobre o conhecimento científico; b) os limites em relacionar o conhecimento tecnocientífico com os problemas socioambientais e c) o comprometimento profissional com a perspectiva curricular CTS. Nossas análises apontam avanços interessantes sobre a apropriação da perspectiva CTS, bem como algumas dificuldades.

INTRODUÇÃO

Na maioria dos cursos de licenciatura em química, a formação de professores é resultado de um ensino comprometido com uma formação científica apoiado no modelo de ensino transmissivo-receptivo, sem comprometimento com a contextualização, com o desenvolvimento cognitivo, muito menos com a formação cidadã. No entanto, vivemos em uma sociedade envolvida e comprometida com a tecnologia, o que exige uma formação de professores que os capacite a entender, elaborar e criticar propostas que envolvam de forma inter-relacionada ciência, tecnologia e sociedade, já que as ações científicas e tecnológicas geram reflexos socioambientais.

A perspectiva curricular para o ensino de ciências que leva em consideração estas inter-relações é chamada Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Esta abordagem propicia uma transformação nos papéis desenvolvidos pelo professor e aluno durante o processo de ensino e aprendizagem, pois preocupa-se com a formação da cidadania, na qual:

[...] o estudante como cidadão em formação deve reconhecer o conhecimento científico e tecnológico não somente na sua lógica interna (corpos teóricos, conceitos, metodologias e produtos) como também, suas implicações sociais e ambientais (PÉREZ; PENÁL; VILLAMIL, 2007, p.1, tradução nossa).

O objetivo da educação CTS é desenvolver nos aprendizes a capacidade de entender o mundo, através da compreensão das múltiplas relações ciência-tecnologia-sociedade, permitindo que estes avaliem os riscos aos quais estão dispostos, ou não, a se expor a partir da proposição de uma dada tecnologia, propiciando uma ação e atuação crítica social e o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão: “Essa relaciona-se à solução de problemas da vida real que envolvem aspectos sociais, tecnológicos, econômicos e políticos, o que significa preparar o indivíduo para participar ativamente na sociedade democrática.” (SANTOS ; SCHNETZLER, 2003, p. 68).

Uma possibilidade de abordagem do conteúdo, que pode permitir o desenvolvimento dessa capacidade de tomada de decisão, é através de temas socioambientais. As Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006), sugerem que os conteúdos de química sejam abordados por meio de temas sociais e situações reais, que atendam as condições e os interesses da comunidade escolar.

No entanto, a abordagem curricular CTS não é facilmente inserida no universo escolar. Delizoicov e Auler (2006) apontam que esta dificuldade pode, também, estar relacionada às concepções alternativas dos professores sobre Ciência-Tecnologia e Sociedade. Por outro lado, Roso (2014) destacou a necessidade de superar a não problematização do consumismo, valor vinculado ao capitalismo, e ainda, o reducionismo metodológico atribuído ao CTS quando, por exemplo, na seleção dos temas sociais os professores os utilizavam prioritariamente para o desenvolvimento dos conteúdos científicos pré-estabelecidos, por um currículo escolar engessado, e não propriamente para o desenvolvimento de um olhar crítico da realidade presente na vida do aluno, o que estimularia a discussão das contradições locais. Pedretti e col. (2006) revelaram que embora os licenciandos, de uma Universidade Canadense, demonstrassem motivação e confiança em relação à educação baseada na perspectiva CTS, sentiram-se inseguros em adotar essa perspectiva nos seus primeiros anos de atuação docente, após observarem documentário sobre a aplicação em salas de aula da educação baseada em questões CTSA.

Dificuldades para a elaboração de propostas de ensino de química, com abordagem curricular CTS, foram encontradas em curso de formação de professores, tanto em Instituição Particular de Ensino Superior no Estado de São Paulo (MELO, 2010), quanto em Instituição Federal de Ensino Superior do Nordeste (IFESN) (MELO; COSTA, 2012).

Em função da constatação de algumas limitações dos licenciandos na aprendizagem desta abordagem curricular, optamos por solicitar um tipo pontual de intervenção didática, ou seja, propusemos aos professores em formação de uma IFESN, que elaborassem e mediassem propostas experimentais com abordagem curricular CTS.

Algumas questões sugeriram como consequência dessa solicitação: Como seria uma discussão experimental com abordagem CTS? De que forma orientar a mediação de um experimento envolvendo as múltiplas relações CTS? Como minimizar tanto as dificuldades subjetivas e objetivas dos licenciandos, levantadas por diversos

pesquisadores, da incorporação desta perspectiva? A tentativa de produzir respostas para essas questões resultou na elaboração deste trabalho.

Apresentamos a seguir, os pressupostos teóricos de uma abordagem experimental na perspectiva CTS. Em seguida, efetivamos a análise dos trabalhos planejados e mediados por 22 licenciandos de química da IFESN, que contemplaram esta proposta experimental.

PRESSUPOSTOS TEÓRICOS DA ABORDAGEM EXPERIMENTAL NA PERSPECTIVA CTS.

Consideramos como experimentação, tanto aquela realizada em laboratórios e espaços escolares, quanto à realizada fora deste espaço, como considera Silva, Machado e Tunes (2013, p. 244):

Nessa ampliação cabem como atividades experimentais aquelas realizadas em espaços tais como a própria sala de aula, o próprio laboratório, o jardim da escola (a horta, a caixa d'água, a cantina e a cozinha da escola; além dos espaços existentes no seu entorno, como parques, praças, jardins e estabelecimentos comerciais. [...] Também podem se inserir nessas atividades visitas planejadas a museus, estações de tratamento de água e esgoto, indústrias, etc.

No entanto, a visão que a maioria dos licenciandos tem da experimentação é romântica, não contemplando a necessidade de uma abordagem experimental que discuta a ciência como algo em constante evolução. E ainda, professores em formação apresentam dificuldades em mediar o experimento, de tal forma a estimular em seus futuros alunos a formação do pensamento crítico, o desenvolvimento de um pensar científico, compatível com um mundo comprometido com questões tecnocientíficas e consequentes impactos socioambientais.

Em função da constatação das dificuldades dos licenciandos em entenderem a experimentação além da reprodução de uma rota sintética, nossa proposta experimental contempla alguns referenciais teóricos utilizados na orientação, planejamento e mediação das atividades experimentais, tais como: a fundamentação de um ensino comprometido com a compreensão das múltiplas relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTS); a filosofia da Química Verde (QV) (ANASTAS; WILLIAMSON, 1996) que contempla, também, a compreensão da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) (ANASTAS; LANKEY, 1998) e a concepção de Sociedade de Risco (BECK, 2010).

A abordagem curricular, baseada na perspectiva CTS, objetiva intervenções que estimulem nos estudantes a capacidade de relacionar os aspectos tecnocientíficos aos socioambientais, para habilitá-los a avaliar as implicações sociais e ambientais do uso da ciência e da tecnologia no mundo em que vivem, propiciando a formação de cidadãos alfabetizados cientificamente, capacitados para a tomada de decisão sobre questões tecnocientíficas, bem como o desenvolvimento do pensamento crítico e da autonomia intelectual. (SOLBES; VILCHES, 2004; EDWARDS et. al., 2004; PRAIA et. al., 2007; AIKENHEAD e SOLOMON 1994; AULER, 2007).

Ressaltamos que discutiremos tecnologias químicas, portanto, nos apoiaremos na definição dada para Tecnologia por Simó e Pietro (1984, p. 4, apud SILVA, 2009, p. 21), como sendo: “a tecnologia é, de forma geral, a ciência que trata os métodos e os processos de transformação da matéria prima (produtos da natureza) em artigos de consumo e meios de produção”. Sendo assim, nossos experimentos têm por intenção modelar, real ou virtualmente, esses métodos e processos.

A preocupação em discutir com os licenciandos formas de produzir bens de consumo, comprometidos com o meio ambiente natural, nos fez adotar, também, como referencial teórico a filosofia da QV, já que esta contempla: “uma abordagem para a síntese, processamento e utilização de produtos químicos que reduz os riscos para os seres humanos e o Meio Ambiente” (ANASTAS; WILLIAMSON, p. 1, 1996, tradução nossa). Esse referencial foi utilizado para permitir aos licenciandos o planejamento, pesquisa e/ou elaboração de experimentos didáticos que reproduzissem tecnologias químicas. No entanto, para uma mesma tecnologia química deveria ocorrer duas abordagens, uma marrom (mais impactante) e outra verde (menos impactante).

A filosofia da Química Verde está apoiada em doze princípios norteadores. Estes deveriam ser utilizados pelos licenciandos para, a partir de um experimento didático reprodutor de uma tecnologia química impactante (marrom), pensar no planejamento de uma menos impactante (verde). A proposição da proposta experimental verde seria feita, por exemplo: substituindo um reagente mais impactante por um menos tóxico; modificando a fonte de energia (queima de combustível de fonte não renovável por combustível renovável); utilizando um catalisador em substituição a um reagente, e ainda, um comprometimento com o descarte oriundo da prática experimental.

A avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é um conceito advindo da Química verde. Este é utilizado para o dimensionamento dos impactos sociais e ambientais, produzidos tanto pela tecnologia marrom (a mais impactante), quanto pela verde (a menos impactante), pois contempla:

[...] a avaliação das cargas ambientais de um produto, processo ou atividade, através da quantificação da utilização dos recursos e emissões, da avaliação tanto do impacto ao meio ambiente natural quanto à saúde humana. E ainda, levanta a possibilidade de implementação de oportunidades para a melhoria desses processos ou atividades. (ANASTAS; LANKEY, 1998, p. 4499, tradução nossa).

No nosso caso, a ACV de ambas as tecnologias, modeladas pelos experimentos, inclui também os impactos sociais envolvidos nas mesmas. Pretendemos que o licenciando minimize a idealização da ciência, em especial da tecnologia verde, como aquela capaz de resolver todos os problemas advindos da produção de bens de consumo, aproximando o futuro professor da concepção de Sociedade de Risco (BECK, 2010), nosso referencial complementar que explicitaremos a seguir.

Para Beck (2010) uma sociedade comprometida com a utilização do conhecimento tecnocientífico, para a produção de bens de consumo, está também

comprometida com a distribuição de riscos socioambientais. E ainda, a maioria dos riscos, aos quais estamos expostos, não pode ser percebida pelos sentidos humanos, mas somente por equipamentos capazes de identificar concentrações de espécies químicas, exigindo: “[...] os “órgãos sensoriais” da ciência – teorias, experimentos, instrumentos de medição para que possam chegar a ser “visíveis” e interpretáveis como ameaça.” (BECK, 2010, p. 32).

A necessidade de estimular a formação de professores que contemplem também, a concepção de Sociedade de Risco, está relacionada com a importância da participação da sociedade civil no processo decisório sobre questões tecnocientíficas, com inerentes riscos socioambientais. Consequentemente, o futuro professor deve estar preparado para, instigar e defender que não somente os governantes e cientistas devem ser capazes de compreender e avaliar criticamente o discurso científico, mas também os integrantes de uma comunidade civil. A compreensão crítica deste discurso implica na capacidade de avaliação dos riscos inerentes a uma sociedade profundamente comprometida com questões tecnocientíficas.

A orientação para a mediação dos experimentos didáticos, que contemplam esses referenciais teóricos citados anteriormente, está apoiada na Metodologia da Mediação Dialética (MMD) proposta por Oliveira, Almeida e Arnoni (2007). A MMD propõe a problematização de situações capazes de gerar contradição entre um ponto de partida do processo, chamado imediato (Saber imediato ou cotidiano) e o ponto de chegada, chamado mediato (Saber mediato ou apreendido). A MMD é apresentada em quatro momentos pedagógicos (Resgatando; Problematizando; Sistematizando e Produzindo), utilizados pelos licenciandos para mediar suas propostas experimentais nas Escolas Públicas do Estado.

Adaptamos as ideias propostas por Santos e Schentzler (2003) para uma sequência de ensino na perspectiva CTS, porém com a inclusão dos referenciais teóricos aqui explicitados, tornando-se necessário uma nova sistematização. Consequentemente, propomos algumas adaptações nessas etapas para a elaboração e/ou adequação de experimentos com abordagem CTS, com os quatro momentos pedagógicos propostos por Oliveira, Almeida e Arnoni (2007). A fusão dos quatro momentos pedagógicos da MMD, com os cinco passos de elaboração e/ou adequação experimental com abordagem CTS, gerou quatro novas etapas que compõem um ciclo aberto, são elas:

a) **Resgatando** – ocorre o levantamento das concepções prévias dos alunos, sobre a questão socioambiental proposta pelo licenciando; b) **Problematizando** - neste momento, o licenciando confronta dialeticamente os experimentos verde e marrom, reprodutores das tecnologias químicas, propiciando uma avaliação dos impactos socioambientais de cada uma delas, utilizando o estudo da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV); c) **Sistematizando** - aqui o licenciando relaciona de forma sistemática a questão socioambiental com o conhecimento tecnocientífico, levando em consideração a ACV, com conseqüente compreensão dos riscos advindos de cada uma das propostas e d) **Produzindo**- neste momento, o licenciando propõe uma avaliação para dimensionar o quanto o aluno apreendeu do discurso científico, permitindo uma visão mais crítica da questão socioambiental, ou seja, ele solicita que o aluno expresse o

quanto apreendeu das discussões ocorridas no problematizando e no sistematizando, com conseqüente enriquecimento do discurso inicial (Resgatando).

METODOLOGIA DE PESQUISA

Na disciplina ESEQ II do curso de licenciatura em Química da IFESN, vinte e dois licenciandos, organizados em dez grupos, foram orientados pela docente formadora sobre: a) os pressupostos teóricos da abordagem experimental na perspectiva CTS; b) mediação de leituras de artigos (Revista Química Nova na Escola – cadernos temáticos) para melhor estruturação conceitual, de forma contextualizada, sobre os temas escolhidos; c) busca e/ou elaboração dos experimentos, apoiando-se nos referenciais teóricos da abordagem curricular CTS, da Química Verde e da concepção de Sociedade de Risco, para o planejamento da versão verde e marrom. As propostas foram apresentadas aos alunos participantes da ESEQ II, utilizando a MMD. Ajustes foram feitos, para em seguida aplicarem nas Escolas públicas do Estado da região Nordeste do País.

REFERENCIAL DE ANÁLISE

O referencial de análise, para avaliar a atuação do licenciando na condução de sua intervenção didática, está apoiado em categorias a priori. Tais categorias foram criadas a partir dos dez indicadores de comprometimento socioambiental (MELO, 2010). As categorias consideradas foram:

Categoria I – contempla o domínio dos licenciandos sobre o conhecimento científico, evidenciando o grau de apreensão do conhecimento químico envolvido nas tecnologias relacionadas aos temas selecionados, bem como o uso adequado da linguagem científica, mediada de forma a não ser apenas uma reprodução da memorização conceitual, mas sim, uma construção do conhecimento científico envolvido na discussão/mediação dos experimentos modeladores destas tecnologias.

Categoria II – considera os limites dos licenciandos em relacionar o conhecimento tecnocientífico com os problemas socioambientais, evidenciando a capacidade dos licenciandos de superação dos modelos de ensino, vivenciados por eles durante toda a sua vida escolar. Nestes modelos, os conceitos químicos são abordados de forma linear, fragmentada e sem articulação com as questões socioambientais. Essa superação é percebida quando o licenciando considera a adequada Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), relacionada ao tema por ele trabalhado, bem como o confronto, com base em argumentos quimicamente convincentes, dos experimentos reprodutores das tecnologias verde e marrom, demonstrando ser capaz de estimular a compreensão, de forma inter-relacionada, das questões tecnocientíficas com os impactos socioambientais, propiciando a formação da cidadania para a tomada de decisão (AIKENHEAD; SOLOMON, 1994), fundamentada na concepção de uma Sociedade de Risco (BECK, 2010).

Categoria III - refere-se ao comprometimento do licenciando com a perspectiva curricular CTS, durante a sua atuação profissional, apontando para a superação de uma atuação docente alienada das questões socioambientais, incluindo um

comprometimento pessoal e profissional com as mesmas. Conseqüentemente, o licenciando deve adotar não somente um discurso consciente sobre essas questões, mas também uma ação comprometida, percebida pelo empenho do licenciando ao planejar sua ação, utilizando os quatro momentos pedagógicos da MMD, privilegiando questionamentos que gerem discussões, desencadeiem inquietações, propiciem novos posicionamentos (individuais e coletivos) frente a questões como: consumo responsável; sociedade sustentável; impactos socioambientais; implementação de tecnologias químicas, etc. E ainda, o envolvimento pessoal e profissional será avaliado pela seleção de experimentos que: utilizem materiais e reagentes de fácil aquisição, que não ofereçam riscos à saúde de quem os manuseia; com formação de produtos que possam ser reutilizados ou, se descartados, facilmente degradados ambientalmente. E finalmente, as avaliações, propostas pelos licenciandos, devem contemplar indagações, que propiciem o estímulo da formação da capacidade de tomada de decisão, com a incorporação da concepção de Sociedade de Risco, frente à problemática estudada.

COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Os dados foram coletados tanto através do material escrito e produzido pelos licenciandos, sobre a intervenção experimental a ser aplicada nas Escolas Públicas do Estado, quanto durante a mediação dos experimentos nessas escolas. As atuações nas escolas foram gravadas em áudio e vídeo e posteriormente transcritas, categorizadas e analisadas para o delineamento dos avanços e dificuldades dos licenciandos, no planejamento e na mediação dos seus experimentos.

A seguir discutiremos dois dos dez trabalhos para compreender o processo de análise, são eles: **Tratamento de Esgotos**, com a presença das três categorias, demonstrando um comprometimento próximo do desejado com a perspectiva curricular CTS e **Polímeros**, com ausência das três categorias e, portanto um não comprometimento nem profissional, nem pessoal com a perspectiva CTS.

Nossa análise levou em consideração o tempo permitido para a discussão dos temas, bem como o fato de serem professores em formação. Nessa avaliação a presença ou não de uma dada categoria foi comparativa, ou seja, nos trabalhos nos quais a categoria foi considerada presente (P), ela estava de uma forma nitidamente mais completa em relação aos outros trabalhos, mas não ideal.

O trabalho envolvendo o tema **Tratamento de Esgoto** propunha alertar sobre o impacto gerado pelas atividades humanas sobre as reservas de água do planeta, especificamente o descarte de esgoto residencial, por meio do conhecimento científico e tecnológico. Os licenciandos pretendiam que o aluno refletisse sobre suas práticas de descarte de esgoto, formas de tratamento possíveis, bem como avaliação do comprometimento dos governantes com a preservação destas reservas. Para tanto, mediaram dois experimentos que modelavam tratamento de esgotos: a) reator biológico anaeróbico, utilizando lodo oriundo de matadouros (KONDO; ROSA, 2007) e b) tratamento por agente químico – hipoclorito de sódio.

Consideramos que o trabalho contemplou a categoria I, pois os licenciandos souberam selecionar e mediar conhecimentos pertinentes e necessários para a compreensão dessas tecnologias, tais como: reações químicas, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO), embora não tenham esclarecido a razão para a escolha do hipoclorito de sódio como agente oxidante, frente a outros, com potencial de redução suficiente para serem adotados como tal neste contexto (ozônio; ferrato; permanganato; peróxidos, etc.).

Com relação à categoria II, os licenciandos fizeram uma boa avaliação dos ciclos de vida das tecnologias envolvendo tratamento de esgotos, já que consideraram desde a geração dos efluentes, até o descarte dos resíduos desse tratamento. O confronto das tecnologias permitiu, aos seus alunos, uma avaliação de impactos gerados pelas duas tecnologias, sem a idealização de soluções para a problemática do esgoto doméstico, propiciando a formação de condições para a tomada de decisão (AIKENHEAD; SOLOMON, 1994) apoiada na concepção de Sociedade de Risco (BECK, 2010). Essas ações são percebidas na fala do licenciando: “[...] *não adianta ‘quebrar’ as substâncias em outras nocivas, se eu ‘quebrar’ as substâncias e transformá-las em outras que prejudiquem a minha saúde, eu não estarei limpando a água, estarei poluindo. Eu preciso limpar a água de forma que não prejudique a minha vida e o meio ambiente, então poderemos analisar qual tecnologia é menos impactante no tratamento de efluentes domésticos.*”

Consideramos a presença parcial da categoria III, pois ocorreu uma adequada mediação da MMD, já que no resgatando selecionaram questões que estimularam a busca pela informação, pois, 90% da população local não tem saneamento básico. No momento problematizando, estimularam o diálogo, com participação espontânea dos alunos. O planejamento dos experimentos ocorreu com a utilização de materiais de fácil acesso e preocupação, compartilhada com os alunos, sobre o descarte dos resíduos experimentais (como o lodo e o hipoclorito). No entanto, no momento produzindo, a avaliação que os licenciandos propuseram, contemplava questões que propiciavam discussões de caráter socioambiental (*Podemos viver em um mundo sem poluição? Qual a melhor tecnologia do ponto de vista ambiental? Por que o reator biológico não pode ser utilizado no tratamento de água para consumo doméstico?*), sem a contextualização com o conhecimento científico, propiciando respostas pouco fundamentadas em aspectos tecnocientíficos.

Na temática “Polímeros” os licenciandos pretendiam: *“trabalhar o tema dentro de uma proposta sociointeracionista, levando em consideração as concepções prévias dos alunos sobre o assunto, estimulando a tomada de decisão e formação para a cidadania”*, para tanto iriam apresentar a produção de cola por dois métodos, *“um mais impactante e um menos” (conteúdo do material escrito)*, ou seja, produção de cola a partir da caseína do leite (LISBOA; BOSSALANI, 1997) e a partir do amido oriundo da mandioca (LEAL; NETO, 2012).

Os licenciandos demonstraram ter pouco domínio dos conteúdos químicos necessários, categoria I ausente, já que associaram o termo polímero única e exclusivamente à plásticos, sem contemplar a discussão sobre polímeros biodegradáveis, conteúdo fundamental para a mediação dos experimentos selecionados por eles, e ainda, apresentaram o etileno como a única matéria prima

fundamental para a produção de plásticos, uma contradição já que iriam produzir um 'filme plástico' partindo do amido da mandioca.

No momento pedagógico resgatando, os licenciandos questionaram sobre a importância de conhecer os diferentes tipos de plásticos, os alunos responderam que estava relacionado à separação do lixo, ideia reforçada pelos licenciandos: *'quando se conhece os tipos de plásticos, sabe-se separar o lixo, não causando danos ao meio ambiente. [...] "Se eu não sei identificar o tipo de plástico, não vou saber separá-lo"*. Como consequência dessa fala, esperava-se que os licenciandos estimulassem a discussão sobre o significado da identificação dos plásticos, expressos nos triângulos numerados estampados nas diferentes embalagens¹ plásticas, mas isso não ocorreu.

Consideramos também a ausência da categoria II, já que os licenciandos se limitaram a apresentar o experimento, destacando a técnica de produção, mas não estimulando o pensar sobre os conteúdos envolvidos (Por que aquecer? Por que a mandioca? Qual a vantagem da utilização desse polímero na produção de uma cola?). Não utilizaram o experimento para relacionar, de forma contextualizada, as questões tecnocientíficas (biodegradabilidade; produção de Compostos Orgânicos Voláteis (COV); formas de aumentar a duração dessas colas) (LEAL; NETO, 2012), com as socioambientais (baixo custo, disponibilidade de um recurso renovável; desenvolvimento sustentável, limitações do uso de uma cola biodegradável), consequentemente, não estimularam a formação da tomada de decisão na perspectiva de uma Sociedade de Risco.

A categoria III também foi considerada ausente, já que os licenciandos utilizaram a MMD de forma inadequada e sistemática. Apoiaram-se em um modelo de ensino receptivo transmissivo expresso, por exemplo, pela fala: *"O experimento é para comprovar a teoria"*, incompatível com uma proposta apoiada no modelo sociointeracionista, inicialmente anunciado pelos futuros professores. Não estimularam a formação da tomada de decisão, nem tão pouco consideraram a perspectiva de uma Sociedade de Risco. O compromisso dos licenciandos com a formação da cidadania esteve praticamente ausente.

Dos dez grupos somente um não fez duas propostas experimentais sobre o mesmo tema. Acreditamos que quando duas rotas são comparadas isso propicia a formação de um posicionamento crítico. Em dois trabalhos as três categorias estiveram ausentes, três com presença parcial das categorias, um com a presença das duas primeiras categorias e a presença parcial da terceira, dois com a primeira parcial e as duas últimas ausentes e dois com as três categorias presentes de forma parcial.

Quando comparamos as visões iniciais (no início das discussões e leituras para a elaboração do trabalho), com as finais (trabalho escrito e mediação da proposta), percebemos, de um modo geral, um avanço nas concepções científicas, bem como na capacidade de inter-relacionar questões tecnocientíficas com socioambientais.

¹A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através da norma regulamentar brasileira (NBR) 13230, estabelece os símbolos para identificação das resinas termoplásticas utilizadas na fabricação de embalagens e acondicionamentos plásticos, visando auxiliar na separação e posterior reciclagem dos materiais, de acordo com a sua composição. Disponível em <http://www.abnt.org.br/imagens/imprensa/Editais_e_afins_Boletim/Bol_122008_Encarte_Boletim_Normalizacao.pdf>. Acesso em 22/09/2013.

Notamos também um avanço na capacidade de mediar o conhecimento com a utilização da MMD, pois para os licenciandos, a MMD facilitou a organização da mediação do conhecimento, embora ela tenha sido um tanto formalizada, propiciando um prejuízo da dialogicidade. Percebemos, ainda, na maioria dos casos, dificuldades para diferenciar o momento pedagógico problematizando do sistematizado.

A melhora na elaboração dos trabalhos escritos, pelos licenciandos, sem a utilização de plágios, pode ser justificada pelas propostas de leituras de fundamentação teórica, a maioria dos cadernos temáticos da Revista Química Nova na Escola, com posteriores discussões dialogadas e terminando com a elaboração de produções textuais sobre essas leituras, pois consideramos o papel fundamental da linguagem no processo de ensino e aprendizagem (MORAES, 2007).

Por termos conhecimento das limitações do modelo de ensino transmissivo receptivo (vivenciado por eles inclusive na Universidade), na apreensão do conhecimento, solicitamos a elaboração de produções textuais sobre as leituras realizadas, como uma alternativa para melhorar o processo de aprendizagem desses licenciandos já que:

Não aprendemos recebendo os conhecimentos prontos dos outros, mas nos apropriamos de conhecimentos sociais a partir da interação ativa com diferentes vozes. A linguagem exerce papel de grande importância no aprender, seja a linguagem falada, seja a escrita, além de outras. (MORAES, 2007, p. 28)

Embora tenhamos percebido que alguns licenciandos, quando das suas apresentações e elaboração destas produções escritas, ainda se concentraram na memorização de informações, notamos uma melhoria na capacidade de contextualização do conhecimento químico com a inserção das produções escritas.

CONCLUSÕES

As principais dificuldades e avanços encontrados nas produções e ações dos licenciandos foram: a) incompreensão da avaliação do ciclo de vida de uma tecnologia química, pois os licenciandos se concentram no processo de produção e no pós consumo, não levando em consideração a extração da matéria prima, ou mesmo, o que poderia ser feito no pré tratamento químico para minimizar impactos socioambientais; b) o comprometimento profissional e pessoal dos licenciandos melhorou em relação a semestres anteriores, já que pela primeira vez, a maioria dos grupos (7) de licenciandos contemplaram temas envolvendo problemáticas próximas e locais; c) a preocupação com o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão se mostrou relativamente profícua, já que em cinco trabalhos a categoria dois aparece de forma parcial, um presente e quatro ausente. Percebemos um estímulo na geração de questões e debates de problemas reais e contextualizados; c) as avaliações propostas pelos licenciandos ou se concentraram na discussão socioambiental, ou no tecnocientífica, mas isso pode ser justificado pela própria dificuldade que ainda apresentam em inter-relacionar conhecimento científico com aspectos socioambientais, já que em metade dos trabalhos isso se mostrou parcial e em 40% ausente; d) os licenciandos estimularam a formação da cidadania, mas de uma forma limitada ao pós consumo, ou seja, esse estímulo não contemplou os impactos da produção desde a extração, mas apenas o que fazer com o produto acabado após seu uso.

A adoção de uma intervenção didática experimental permitiu, quando comparado com produção de projetos, um acompanhamento e orientação mais pontual e produtiva, no tocante à formação conceitual contextualizada. Entretanto, entendemos ser um trabalho sempre inacabado, pois mudam os alunos, muda o contexto, mudam nossas ideias e tais mudanças permitem um processo reflexivo diário e necessário para evolução das nossas compreensões, e de nossos alunos, sobre o processo de ensino e aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- AIKENHEAD, G.; SOLOMON, J. **STS Education: International Perspectives on Reform**. Teachers College Press, New York, 1994. Disponível em <http://www.usask.ca/education/people/aikenheadQsts05.htm>. Acessado em 20/03/2016.
- ANASTAS, P.T.; LANKEY, R.L. Lyfe-Cycle Approaches for Assessing Green Chemistry Technologies. *Ind. Eng. Chem.* 41, p. 4498-4502, 1998.
- ANASTAS, P. T.; WILLIAMSOM, T. C., **Green Chemistry: An Overview**. In **Green Chemistry: Designing Chemistry for the Environment**. ACS Symposium Series 626; American Chemical Society: Washington, 1996, pp 1-17.
- AULER, D. **Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro**. *Ciência & Ensino*, v. 1, n. especial, p. 01-20, 2007. Disponível em <http://nutes2.nutes.ufjf.br/interage/download2.php?file=../arquivos/sitprob/CE/Auler2007_203.pdf>. Acesso em 23/09/2013.
- AULER, D; DELIZOICOV, D. **Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas pelos professores de ciências**. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 5, n. 2, p.337-355, 2006. Disponível em <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen5/ART8_Vol5_N2.pdf>. Acesso em 23/09/2013.
- ABN, Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma regulamentar brasileira (NBR) 13230. Publicada em 17 de Novembro de 2008. Estabelece os símbolos para identificação das resinas termoplásticas utilizadas na fabricação de embalagens e acondicionamentos plásticos, visando auxiliar na separação e posterior reciclagem dos materiais, de acordo com a sua composição. Disponível em<http://www.abnt.org.br/imagens/imprensa/Editais_e_afins_Boletim/Bol_122008_Encarte_Boletim_Normalizacao.pdf>. Acesso em 22/09/2013.
- MELO, M. R.. **Elaboração e análise de uma metodologia de ensino voltada para as questões socioambientais na formação de professores de química**. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. 191p. Tese de doutorado.
- MELO, M. R.; COSTA, E. L. **Transposição didática de metodologia de ensino com ênfase CTSA na licenciatura em química** . In: VI Colóquio Internacional de Educação e Contemporaneidade, p.1-13, 2012.
- BECK, U. **Sociedade de risco: Rumo a uma outra modernidade**.São Paulo:Editora 34, 2010.
- BRASIL. M. da E. **Orientações Curriculares do Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2006. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf> . Acesso em 22/09/2013.
- EDWARDS, M.; PÉREZ, D. G.; VILCHES, A.; PRAIA, J. **La atención a La situación Del mundo em La educación científica**. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 22, n. 1, p. 000-000, 2004. Disponível em <http://www.oei.es/catmexico/ensenanza_de_ciencias.pdf>. Acesso em 22/09/2013.

- KONDO, M. M.; ROSA, V. A. M. **Protótipo de reator anaeróbio: Tratamento de esgoto doméstico nas escolas.** Revista Química Nova na Escola, n.26, p33-36, 2007.
- LEAL, R. C.; NETO, J.M.M. **Amido: Entre a Ciência e a Cultura.** Revista Química Nova na Escola, v. 34, n. 4, p.1-4, 2012.
- LISBÔA, J. C. F.; BOSSOLANI, M. **Experiências Lácteas.** Revista Química Nova na Escola, n.6, p.30-32,1997.
- MORAES, R. **Aprender ciências: Reconstruído e ampliando saberes.** In: **Construção curricular em rede na educação em ciência – Uma aposta de pesquisa na sala de aula.** GALIAZZI, Maria do Carmos; AUTH, M.; MORAES, Roque.; MANCUSO, R. (Org) Ed. Unijuí Ijuí, 2007.
- OLIVEIRA, E. M. de; ALMEIDA, J. L. V. de; ARNONI, M. E. B. **Mediação dialética na educação escolar: teoria e prática.** São Paulo: Edições Loyola, 2007. PÉREZ, L. F. M.; PEÑAL, D. C.; VILLAMIL, Y. M. Relaciones ciencia, tecnología, sociedad y ambiente a partir de casos simulados: Una experiencia en la enseñanza de la química. Rev. Ciência & Ensino, v. 1, n. Especial. Disponível em <http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/151/104>. Acesso em 10/01/2013.
- PEDRETTI, E. G.; BENCZE, L.; HEWITT, J.; ROMKEY, L.; JIVRAJ, A. Promoting Issues-based STSE Perspectives in Science Teacher Education: Problems of Identity and Ideology. **Science and Education**, vol. 17, n. 8/9, p. 941-960, 2006.
- PRAIA, J. ; GIL-PÉREZ, D. ; VILCHES, A. **O Papel da natureza das ciências na educação para a cidadania.** Ciência & Educação, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007. Disponível em <[http:// www.scielo.br/pdf/ciedu/v13n2/v13n2a01.pdf](http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v13n2/v13n2a01.pdf)>. Acesso em 23/09/2013.
- ROSO, C. C. A participação na construção do currículo: Práticas educativas vinculadas ao movimento CTS. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2014.
- SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P.; **Educação em Química – compromisso com a cidadania.** Ed. Unijuí, Ijuí, RS. 2003.
- SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. **Experimentar sem medo de errar.** In: Santos, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org) Ensino de Química em Foco, Editora Unijui, Ijuí, RS, 2013.
- SILVA, M. G. L. **Repensando a tecnologia no ensino de química do nível médio: um olhar em direção aos saberes docentes na formação inicial.** Ed. da UFRN, Natal, Rio Grande do Norte, 2009.
- SIMÓ, J. P.; PRIETO, J. B. **Tecnologia Química.** Havana: Ed. Pueblo y Educació, 1984.
- SOLBES, J.; VILCHES, A. Papel de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente en la formación ciudadana. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 22, n. 3, p. 337-348, 2004. Disponível em <<http://ddd.uab.es/pub/edlc/02124521v22n3p337.pdf>>. Acesso em 22/09/2013.