 http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160050

Tratamento de água com coagulante biodegradável: uma proposta de atividade experimental

Danilo Oliveira do Nascimento de Andrade, Natália Bruzamarello Caon Branco e Fábio Peres Gonçalves

Ao longo dos anos, várias pesquisas têm apontado a possibilidade de se utilizar coagulantes biodegradáveis nos processos de tratamento de água. Nessa perspectiva, este trabalho apresenta uma proposta de atividade experimental que simula parte do processo de tratamento de água, substituindo coagulantes com alumínio por ácido tânico, que é biodegradável. A proposta foi avaliada por licenciandos em Química que apontaram sua potencialidade para favorecer discussões acerca das interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e também o ensino explicitamente articulado de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais.

▶ experimentação, tratamento de água, CTS ◀

Recebido em 12/10/2015, aceito em 16/06/2016

Problemas relacionados ao processo de ensino e aprendizagem acerca da temática "tratamento de água" têm sido apontados na literatura. Toquetto *et al.* (2012), ao investigarem o conhecimento de estudantes de Ensino Médio a respeito do tema, identificaram que eles possuem ideias contraditórias sobre o referido processo. Por exemplo, os alunos consideram que a adição de produtos químicos na água, em uma estação de tratamento, tornaria a água tratada mais impura e imprópria para o consumo em relação à que chega à estação. Nisso subjaz, como ressalta Lake (2005), o entendimento de que o adjetivo químico está associado a algo que afeta indevidamente a pureza. De outra parte, o autor aponta também que os termos puro e natural podem ser vinculados àquilo que é "bom", de tal sorte que essa compreensão mereceria ser questionada em processos educativos, assim como aquela de que a Química altera sempre de forma indesejável a pureza.

Em outra pesquisa, sobre a abordagem da temática "tratamento de água" em livros didáticos de Química brasileiros, Toquetto e Gonçalves (2014) sinalizam a necessidade de se desenvolver, nesses materiais, abordagens relativas à temática, mas que se distanciem de uma ideia salvacionista da Ciência e da Tecnologia. De acordo com os autores, os livros didáticos, em geral, não questionam a utilização de sulfato de alumínio como coagulante no tratamento de água e as possíveis relações do seu uso com a incidência do Mal de Alzheimer — doença cerebral degenerativa e progressiva.

Face ao exposto, entende-se necessária a proposição de atividades que possam colaborar no enfrentamento desses problemas. Logo, o presente trabalho tem como objetivo expor uma proposta de experimento sobre tratamento de água que utiliza um coagulante biodegradável. A proposta foi desenvolvida com licenciandos em Química que avaliaram a potencialidade do experimento para abordar interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). A análise da avaliação será aqui apresentada.

Abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade

O estudo das relações CTS tem sido fomentado no âmbito do Ensino de Ciências da Natureza. Uma das contribuições desse estudo reside na formação de estudantes para o exercício da cidadania (Santos; Mortimer, 2001) e para compreender a Ciência como constituinte da cultura (Santos, 2009).

Entende-se também que a abordagem CTS pode subsidiar o questionamento de construções históricas sobre a atividade científica e tecnológica, a saber: a visão salvacionista; a superioridade do modelo de decisões tecnocráticas; o determinismo tecnológico (Auler; Delizoicov, 2006). De forma sintética, a

A seção "Experimentação no ensino de Química" descreve experimentos cuja implementação e interpretação contribuem para a construção de conceitos científicos por parte dos alunos. Os materiais e reagentes usados são facilmente encontráveis, permitindo a realização dos experimentos em qualquer escola.

perspectiva salvacionista se caracteriza pela crença na Ciência e na Tecnologia como promotoras incondicionais do progresso e da solução dos problemas da humanidade. No modelo de decisões tecnocráticas, a responsabilidade exclusiva na tomada de decisão sobre assuntos que envolvem conhecimentos científicos e tecnológicos recai sobre os especialistas. Já a tese do determinismo tecnológico está associada à compreensão de que a mudança tecnológica é causa da transformação social, enquanto a tecnologia é autônoma. De outra parte, é importante reconhecer, como salientam Auler, Dalmolin e Fenalti (2009), que os trabalhos fundamentados em abordagem CTS se articulam com diferentes bases teóricas.

Nessa diversidade, é possível encontrar na literatura trabalhos que apresentam propostas de experimentos relacionadas a diversas abordagens. Por exemplo, pode-se citar Paixão *et al.* (2006), que relatam o desenvolvimento de um projeto na componente curricular Química, com estudantes portugueses, abrangendo o tema "tingimento tradicional e tingimento oriundo de processo industrial". O projeto envolveu a realização de experimentos associados ao tingimento, cujo processo se articula com discussões sobre as interações CTS. Em outro trabalho, Paixão (2004) propõe igualmente uma proposta de experimento articulada com abordagem CTS relacionada a conteúdos de Química no âmbito da educação portuguesa. Em ambas as propostas se procura tratar de problemáticas locais que se relacionam com conhecimentos científicos e tecnológicos.

Portanto, a promoção de atividades experimentais, em sintonia com abordagens CTS, pode colaborar para o Ensino de Química e, logo, para a formação de sujeitos críticos quanto a problemáticas presentes na sociedade, que envolvam conhecimentos científicos e tecnológicos.

Proposta de experimento

Geralmente, utiliza-se o sulfato de alumínio como coagulante no tratamento de água (Grassi, 2001). Todavia, pesquisas apontam que altas concentrações de alumínio na água, decorrentes, por exemplo, do processo de tratamento em estações, podem estar relacionadas com a incidência do Mal de Alzheimer (Freitas; Brilhante; Almeida, 2001). Portanto, a utilização do sulfato de alumínio precisa ser discutida, bem como possíveis alternativas ao uso dessa substância. Uma alternativa apontada na literatura são os taninos (Mangrich *et al.*, 2014).

Diante disso, se elaborou e desenvolveu uma proposta de experimento com ácido tânico (tanino) no processo de coagulação e floculação, com embasamento em trabalhos já realizados sobre atividades experimentais relativas ao tratamento de água com sulfato de alumínio/sulfato duplo de alumínio e potássio (Maia; Oliveira; Osório, 2003), bem como a respeito da utilização de taninos nesse tratamento (Mangrich *et al.*, 2014).

Além disso, foram considerados aspectos importantes

Quadro A: Proposta de atividade experimental

Tratamento de água: o papel do coagulante biodegradável
Questões de estudo
- Como promover o tratamento de água para a obtenção de água potável?
- Qual é a importância do tratamento de água?
- Quais as vantagens e desvantagens do uso de sulfato de alumínio no tratamento de água?
- Você saberia dizer se existe(m) outro(s) reagente(s) que desempenha(m) o mesmo papel do sulfato de alumínio? Caso afirmativo, cite.

Responda individualmente, e por escrito, as questões acima e, em seguida, discuta as respostas em pequenos grupos (até quatro integrantes), no tempo estipulado pelo professor. Por fim, cada grupo socializará as suas respostas em uma discussão com toda a turma.

Leia o texto abaixo.

Adaptado de: http://diariocatarinense.clicrbs.com.br/sc/noticia/2008/09/exames-apontam-excesso-de-aluminio-na-agua-em-cinco-pontos-de-florianopolis-2170796.html

Exames apontam excesso de alumínio na água em cinco pontos de Florianópolis

A água consumida por moradores de cinco regiões de Florianópolis está com uma quantidade de alumínio superior ao permitido por lei. Os resultados das análises da Vigilância Sanitária do Estado foram divulgados nesta terça-feira.

Os exames foram feitos na segunda-feira, por determinação do Ministério Público, depois que moradores de um condomínio no bairro Agronômica denunciaram o excesso de alumínio na água fornecida pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (Casan).

O limite da substância na água é de 0,20 mg por litro. Nas análises feitas pela Vigilância Sanitária, todos os pontos apresentaram concentração maior que o permitido.

No bairro Saco Grande, foi registrado 0,42 mg por litro. Na Avenida Irineu Bornhausen, onde fica o condomínio, 0,50. Na Rua João Pio Duarte Silva, no bairro Pantanal, foram encontrados 0,33 mg por litro. Na Rua Deputado Antônio Edu Vieira, 0,40, e na Rua Visconde de Ouro Preto, na Trindade, 0,34.

Especialistas estudam relação entre alumínio e doenças neurodegenerativas.

Segundo a farmacêutica bioquímica e responsável pelo laboratório de Imunohistoquímica do Hospital Universitário, Cláudia Figueiredo, além de problemas de gastrite, os pesquisadores estudam se existe relação entre o consumo excessivo de alumínio e o desenvolvimento de doenças neurodegenerativas, como Parkinson e Alzheimer.

Os pacientes que têm doenças neurodegenerativas têm uma quantidade maior de alumínio nas células do sistema nervoso que as pessoas que não tem este tipo de doença. Mas ainda não há uma comprovação de que o teor elevado é provocado pelo consumo ou pelo próprio metabolismo das células.

- Já existem pesquisas tentando relacionar o excesso do consumo de alumínio a longo prazo, principalmente na água, com a ocorrência desse tipo de doença neurodegenerativa.

Além de ingerido pela água, o alumínio também pode ser absorvido pelo corpo na alimentação e através da pele, no banho. Também existem ambientes em que as pessoas trabalham mais expostos à substância.

Somando tudo isso, mais o consumo na água, poderia ser um fator predisponente ao desenvolvimento de doenças.

Atividade
- Explicite os seus comentários sobre o texto e os discuta com a turma, sob a orientação do professor.
Atividade extraclasse
- Cada dupla deverá trazer 2 (dois) filtros de papel para café (qualquer tamanho) para a realização do experimento.
Materiais e reagentes
a) 2 béqueres de aproximadamente 180 mL (recipiente de plástico);
b) 1 funil de vidro (funil de plástico);
c) 2 filtros de papel para café;
d) 1 pipeta de 1 mL (seringa);
e) 1 béquer de 50 mL (recipiente de plástico);
f) 1 bastão de vidro (colher);
g) 1 garra em forma de argola (gargalo de garrafa PET);
h) 1 suporte universal (garrafa PET cortada ao meio);
i) água a ser clarificada, obtida dispersando 1 g (aproximadamente uma colher pequena) de terra em 100 mL água da torneira (visando evitar acidentes ou contaminações, não se recomenda o emprego de água turva natural de rio ou represa);
j) solução aquosa de $Ca(OH)_2$ (0,02 mol L^{-1}), preparada a partir de cal virgem (cal comercial);
k) solução de ácido tânico (20 g L^{-1}). No preparo da solução, é indicado o valor de 2% de massa em 100% de volume, ou seja, medir a massa de 2 g de ácido tânico para preparar 100 mL de solução;
l) carvão ativado;
m) algodão;
n) areia seca.
Procedimento experimental
a) misturar 1 g (aproximadamente uma colher pequena) de terra em 100 mL de água da torneira;
b) filtrar a água barrenta a ser clarificada, utilizando papel filtro de café;
c) adicionar 1 mL (aproximadamente 4 gotas) de solução de ácido tânico ao filtrado. Agitar;
d) em seguida, acrescentar 10 mL (aproximadamente uma tampa de garrafa PET) de solução $Ca(OH)_2$;
e) agitar brandamente e deixar em repouso, observando o sistema;
f) após cerca de 10 minutos, filtrar o conteúdo em um funil que deverá ser construído da seguinte forma:
i: coloque um pedaço de algodão bem amassado em toda a parte cilíndrica do funil; ii: sobre o algodão, acrescente pequenos pedregulhos, e sobre os pedregulhos, uma camada de areia seca (pode ser da praia) de aproximadamente 2 cm de espessura; iii: sobre o item "ii", acrescente um papel filtro de café, e dentro do mesmo acrescente aproximadamente 2 g de carvão ativado (aproximadamente uma tampa de garrafa PET);
g) despeje a água que está sendo tratada nesse funil que foi preparado conforme o item "f", e agite brandamente. Aguarde a filtração total.
h) compare a amostra inicial com a final.
Resíduos: Os papéis filtro de café e a terra excedente devem ser descartados diretamente no lixo comum, pois não apresentam risco. Já o papel filtro utilizado na filtragem da solução com carvão ativado deve ser reservado até sua total secagem, pois o carvão, os pedregulhos e a areia poderão ser reutilizados. A água clarificada pode ser descartada na pia.
Questões para discussão
Responda, por escrito, as três primeiras questões em dupla, e a última individualmente, para posterior discussão com a turma sob a orientação do professor.
- Explique o que aconteceu durante o experimento.
- Aponte vantagens e desvantagens da utilização do ácido tânico como coagulante.
- Por que se utilizou carvão ativado na última etapa do experimento?
- Se a decisão entre utilizar sulfato de alumínio ou ácido tânico fosse uma responsabilidade sua em uma estação de tratamento de água, qual seria a sua decisão? Justifique a sua resposta.

da experimentação no Ensino de Química apontados por Gonçalves e Marques (2012, 2011), a exemplo da explicitação dos conhecimentos discentes, do ensino articulado de conceitos, procedimentos e atitudes, e como já defendido, da abordagem das interações CTS. Soma-se a isso a necessidade, destacada pelos autores, de se "incorporar", nas propostas de atividades experimentais disseminadas na literatura, aspectos importantes apontados pela pesquisa em Ensino de Ciências da Natureza. A proposta de atividade experimental, que não se reduz à apresentação de um roteiro, é apresentada no Quadro A.

Grassi (2001)[1] apresenta uma explicação química para o processo de coagulação no tratamento de água com a utilização de sulfato de alumínio. De maneira resumida, pode-se destacar que as águas naturais turvas apresentam partículas coloidais de argilominerais que se repelem por estarem carregadas negativamente. O papel do coagulante é provocar a desestabilização dessas partículas coloidais, a fim de que se aglomerem para ocorrer a posterior decantação e filtração.

Mangrich *et al.* (2014)[2], por sua vez, explicam que taninos – sendo polímeros catiônicos orgânicos com cargas positivas – podem igualmente desestabilizar as partículas coloidais de águas naturais com cargas negativas, assim como o sulfato de alumínio ou outros coagulantes, como o sulfato duplo de alumínio e potássio e o sulfato férrico.

No Quadro A, a proposta de experimento se inicia com uma atividade de explicitação e discussão do conhecimento inicial dos estudantes sobre vantagens e desvantagens do sulfato de alumínio como coagulante, bem como acerca do tratamento de água. Entende-se que esta é uma característica da atividade experimental em sintonia com o que defendem referenciais associados com a abordagem das interações CTS.

Por exemplo, Nascimento e Linsingen (2006) realçam a valorização, dentro desses referenciais, de uma visão de educação que não trata o estudante como um sujeito passivo, uma *tabula rasa*. Além disso, questões como "Qual é a importância do tratamento de água?" podem favorecer o debate concernente às implicações sociais da Ciência e da Tecnologia, mais especificamente no que concerne às implicações sociais relativas aos processos de tratamento de água, ou à sua ausência.

Na sequência da proposta, antes de iniciar os procedimentos experimentais, é apresentado um texto para leitura

e discussão. A reportagem aborda o excesso de alumínio na água advinda de estação de tratamento. Em geral, como apontaram Toquetto e Gonçalves (2014), livros didáticos de Química para o ensino médio não colocam possíveis limitações que podem ocorrer a partir do processo de tratamento de água com sulfato de alumínio. Pelo contrário, há livros didáticos que apenas enaltecem esse processo, o que, segundo os autores, pode ser uma forma de incentivar a visão salvacionista da Ciência e da Tecnologia. Com a discussão inicial do texto, a proposta de atividade experimental pode colaborar para debater essa visão.

Do ponto de vista procedimental, o experimento inicia com a preparação de uma amostra de água barrenta (Figura 1).

Figura 1: Amostra inicial de água barrenta

O processo de coagulação e floculação com a utilização do ácido tânico – tanino hidrolisável, usado no experimento como coagulante – pode ser observado na Figura 2.

A etapa seguinte à decantação foi a filtração da solução, para a obtenção da amostra final (Figura 3). Para o desenvolvimento da atividade se utilizaram vidrarias e outros materiais convencionais de laboratório. No entanto, o roteiro também apresenta materiais alternativos. Alguns deles podem ser observados na Figura 4, com os quais se construiu o filtro, utilizando-se de garrafas de poli[tereftalato de etileno] (PET) com pequenos pedregulhos (usados na construção civil), areia seca, algodão, um filtro de café e carvão ativado. Na Figura 4 se identifica que foi mantida a tampa (com furo) para auxiliar na fixação do algodão.

Foram feitas análises não previstas no roteiro da atividade experimental, as quais reforçam o potencial do ácido tânico como coagulante. Para tanto, inicialmente, realizou-se uma análise qualitativa de acordo com o procedimento descrito por Brandão *et al.* (2008), que sugere a utilização de uma solução de cloreto férrico 5% e a adição de duas gotas na amostra final e duas gotas em uma amostra de água da torneira que sofreu o acréscimo do ácido tânico 20 g L^{-1} (amostra inicial).

A coloração amarela na amostra final (após a filtragem com carvão ativado) indica que não foi identificado tanino (Figura 5), enquanto que a coloração azul indica a presença de taninos hidrolisáveis na amostra de água da torneira na qual se adicionaram duas gotas de solução de ácido tânico 20 g L^{-1} (Figura 6). Para maiores informações sobre a química de complexação entre grupos fenólicos e íons Fe^{2+}/Fe^{3+}, responsável pela coloração azul (esverdeada), consultar Hagerman e Butler (1989).

As amostras iniciais e finais foram submetidas também à análise dos seguintes parâmetros: pH, sólidos suspensos, sólidos dissolvidos, sólidos totais. O pH da amostra inicial (água barrenta) foi de 5,75, e o da final, de 7,21. Já os valores de sólidos suspensos, sólidos dissolvidos e sólidos totais, na amostra inicial, foram de 569,0 mg L^{-1}, 79,9 mg L^{-1} e 648 mg L^{-1}, respectivamente. Para a amostra final, os valores foram de 300 mg L^{-1} de sólidos dissolvidos. O aumento da concentração de sólidos dissolvidos é proveniente da utilização do hidróxido de cálcio. Já os sólidos suspensos não foram detectados, resultando, assim, em um valor de sólidos totais de 300 mg L^{-1}. As análises foram desenvolvidas pela Central de Análises Químicas da instituição em que o trabalho foi desenvolvido (UFSC).

Após a realização dos procedimentos, a proposta de atividade experimental se encerra com questões para discussão. Mais uma vez, entende-se que o incentivo ao debate sobre o que foi realizado no experimento é uma forma de enfrentar uma compreensão de ensino e aprendizagem que coloca o estudante como um sujeito passivo, ao inverso do que defendem referenciais que advogam em favor da abordagem das interações CTS (Nascimento; Linsingen, 2006). Ademais, a questão que sugere uma "tomada de decisão" sobre a utilização de sulfato de alumínio ou ácido tânico como coagulante em uma estação de tratamento foi elaborada com o objetivo de incentivar discussões que se contrapõem aos pressupostos da visão tecnocrática, exposta inicialmente no trabalho.

Entende-se que nessa atividade que fomenta discussões sobre processos de "tomada de decisão" se valorizam conteúdos atitudinais (valores e atitudes associados ao meio

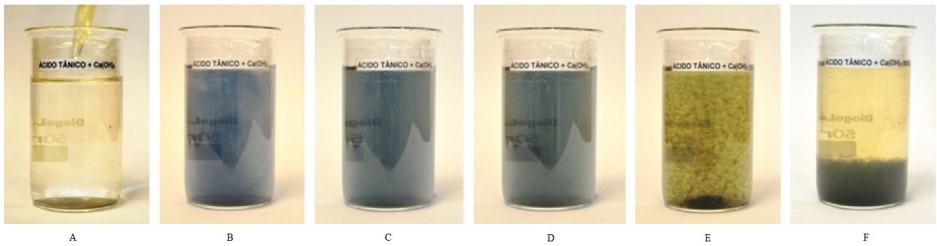

Figura 2:. Processo de adição da solução de ácido tânico e hidróxido de cálcio, após a filtração da amostra inicial de água barrenta até a decantação da matéria orgânica. Na imagem A se apresenta a adição de ácido tânico; na B, a adição de hidróxido de cálcio e o início do processo de coagulação; nas C e D, o processo de coagulação; na E, o processo de floculação; e na imagem F, a decantação.

Figura 3: Amostra final

Figura 4: Materiais alternativos

ambiente, por exemplo), relevantes em uma abordagem das interações CTS, como destaca Santos (2007). Somam-se a esses conteúdos os conceituais e procedimentais. Entre os conceitos que podem ser explorados estão os de reações químicas, ácidos e bases, pH, coloides e solubilidade. Entre os conteúdos procedimentais se destacam os processos de separação de misturas.

Compartilha-se da compreensão de Pozo (2003) de que esses três tipos de conteúdos (conceituais, procedimentais e atitudinais) são interdependentes. Assim, identificar e selecionar os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais que os estudantes podem aprender são formas de tornar explícitas suas articulações. Ressalta-se, ainda, que o ensino explícito desses tipos de conteúdo é recomendado nas discussões sobre abordagem das interações CTS no Ensino de Ciências (Santos, 2007).

Para avaliar a proposta de experimento, utilizou-se um questionário contendo dez afirmativas, com escala *Likert* de cinco pontos, com as seguintes alternativas: Concordo Fortemente (CF), Concordo (C), Indeciso (I), Discordo (D) e Discordo Fortemente (DF). O instrumento foi respondido por licenciandos em Química que participaram do experimento.

Figura 5: Não Identificação do tanino na amostra final

Figura 6: Identificação do tanino na amostra inicial

Os estudantes cursavam duas componentes curriculares diferentes da área do Ensino de Química, e foram convidados para participar da avaliação da proposta porque, nessas componentes curriculares, estudavam a abordagem das interações CTS no Ensino de Química. Os licenciandos estavam em diferentes fases do curso de Licenciatura em Química. Os pré-requisitos para matrícula nas componentes curriculares em questão estavam associados à aprovação em certas componentes curriculares, e não à conclusão específica de determinadas fases. Entre as referências estudadas pelos licenciandos sobre CTS e Ensino de Ciências estão Silva e Mortimer (2012), Auler, Dalmolin e Fenalti (2009), Santos (2007) e Cruz e Zylbersztajn (2005).

No total, responderam ao questionário dezoito licenciandos, que assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Cada estudante recebeu uma cópia do roteiro do experimento para que pudesse avaliar a proposta. Para a análise das respostas, as afirmativas foram divididas em três categorias: 1) potencial da atividade experimental para favorecer a apropriação de conhecimentos relativos às interações CTS; 2) potencial da atividade experimental para favorecer a aprendizagem de conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais; 3) potencial da atividade experimental para favorecer a participação ativa dos estudantes.

Nas figuras 7 e 8 são apresentadas as respostas dos licenciandos enquadradas, respectivamente, nas duas primeiras categorias.

Na Figura 7, referente às respostas da primeira categoria

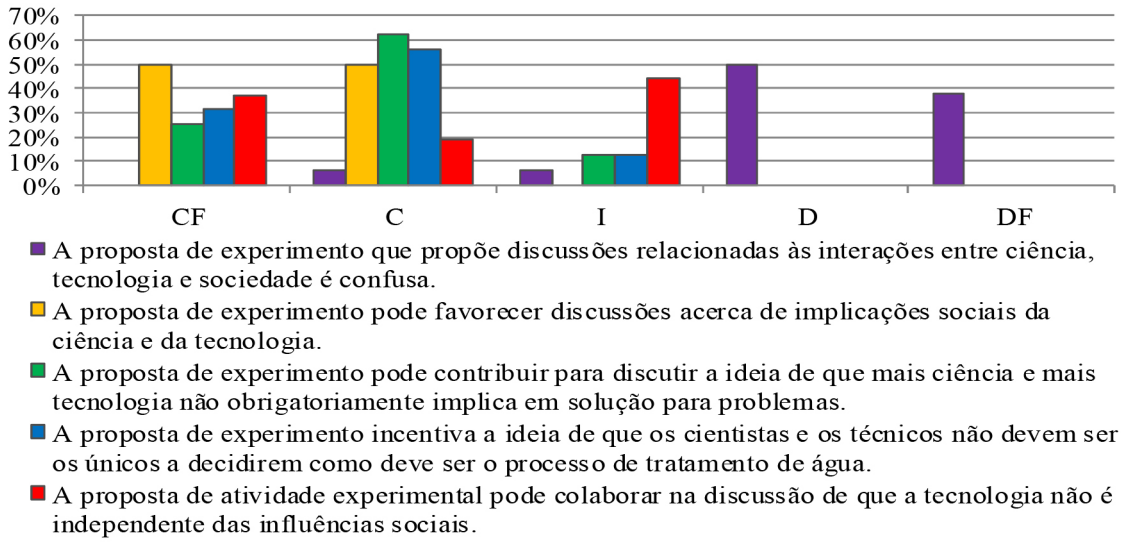

Figura 7: Gráfico referente à análise das respostas da primeira categoria

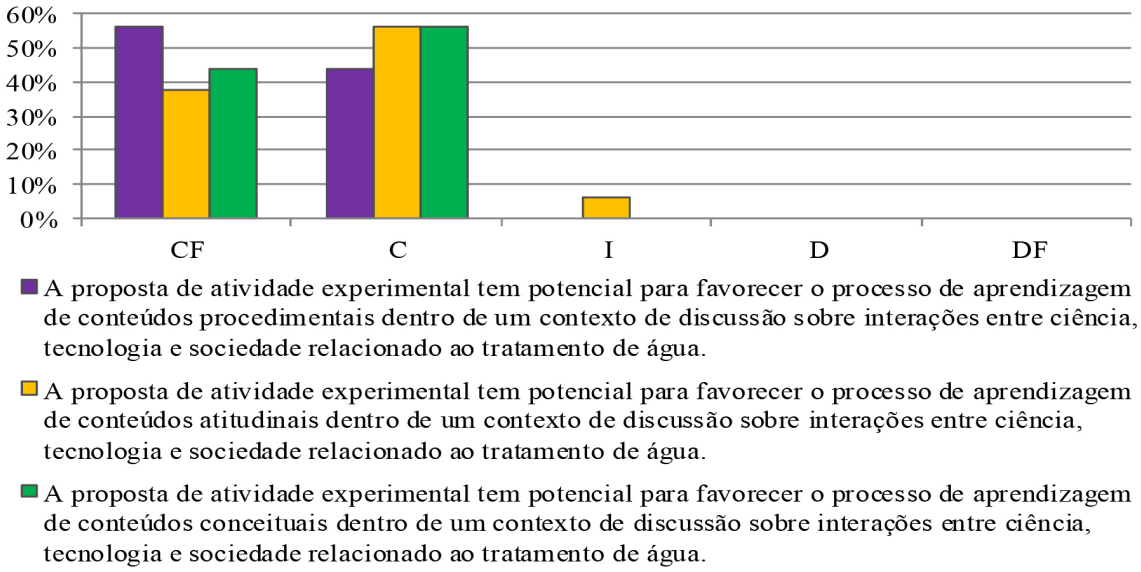

Figura 8: Gráfico referente à análise das respostas da segunda categoria

quanto ao potencial do experimento para favorecer a apropriação de conhecimentos relativos às interações CTS, destaca-se que a porcentagem de concordância (C e CF) foi predominante, tendo em vista que a única afirmativa que apresentava discordâncias (D e DF) remetia à ideia de que a proposta de atividade experimental era confusa. Dessa forma, as respostas apontam o potencial, segundo os licenciandos, do experimento para favorecer a apropriação de conhecimentos associados às interações CTS. De acordo com Auler e Delizoicov (2006), as decisões de caráter puramente tecnocrático, que seria o oposto da essência da quarta afirmativa da categoria, não contribuem para uma democratização nos processos decisórios.

Já as respostas enquadradas na segunda categoria, apresentadas na Figura 8, dão indicativos de que a proposta pode favorecer a aprendizagem de conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais. Há concordância elevada (C e CF) e apenas uma pequena porcentagem de indecisos. Entende-se que o processo de ensino e aprendizagem deva ser desenvolvido com a articulação explícita entre conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais.

Na Figura 9 constam as respostas dos licenciandos acerca da categoria "potencial da atividade experimental para favorecer a participação ativa dos estudantes", a qual apresenta, igualmente, elevada concordância (C e CF).

De acordo com Nascimento e Linsingen (2006), apoiados em literatura mais ampla, dentro de uma abordagem CTS o professor precisa fomentar a efetiva participação dos estudantes nas atividades.

Diante do exposto, é possível ressaltar que os licenciandos em Química avaliaram positivamente o potencial da atividade experimental para favorecer o ensino articulado de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, bem como acerca das interações CTS.

Figura 9: Gráfico referente à análise das respostas da terceira categoria

Considerações finais

A proposta de experimento apresentada, diante das análises realizadas, tem um procedimento experimental que se mostrou adequado, com a utilização do tanino como coagulante biodegradável. Ademais, tal proposta pode ser inserida na abordagem de determinadas temáticas que trabalhem de forma mais ampla as interações CTS.

Entende-se que é premente a necessidade de formar cidadãos que enriqueçam seus conhecimentos sobre as implicações sociais da Ciência e da Tecnologia. Ressalva-se que a avaliação dos licenciandos a respeito da proposta de atividade experimental não deve ser interpretada de forma absoluta, mas considerada com a devida parcimônia. Compreende-se que a proposta de atividade experimental pode colaborar em processos formativos mais alargados, que almejam o enriquecimento supracitado.

Notas

1. Recomenda-se a leitura dessa referência para entender o efeito do coagulante no processo de tratamento de água.

2. Sugere-se também a leitura do trabalho de Mangrich *et al.* (2014), para uma compreensão dos taninos como coagulantes no tratamento de água.

Danilo Oliveira do Nascimento de Andrade (danilu_andrad@hotmail.com), licenciado em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis, SC – BR. **Natália Bruzamarello Caon Branco** (nataliabcbranco@gmail.com), bacharel e licenciada em Química, mestre em Engenharia Química e doutoranda em Química pela UFSC, é química do Departamento de Química da UFSC. Florianópolis, SC – BR. **Fábio Peres Gonçalves** (fabio.pg@ufsc.br), licenciado em Química pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG), mestre e doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT) da UFSC, é docente do Departamento de Química e do PPGECT da UFSC. Florianópolis, SC – BR.

Referências

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 5, n. 2, p. 337-355, 2006.

AULER, D.; DALMOLIN, A. M. T; FENALTI, V. S. Abordagem temática: natureza dos temas em Freire e no enfoque CTS. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 2, n. 1, p. 67-84, 2009.

BRANDÃO, L. F. G.; COSTA, C. M. D.; LACERDA, D. P.; SIQUEIRA, J. M. Controle de qualidade do ácido tânico de algumas farmácias de manipulação de Campo Grande (MS), Brasil. *Revista Eletrônica de Farmácia*, v. 5, n. 3, p. 33-38, 2008.

CRUZ, S. M. S. S.; ZYLBERSZTAJN, A. O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a aprendizagem centrada em eventos. In: PIETROCOLA, M. (Org.). *Ensino de Física*: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Editora da UFSC, 2005. p. 171-196.

FREITAS, M. B; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 17, n. 3, p. 651-660, 2001.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. A problematização das atividades experimentais na educação superior em Química: uma pesquisa com produções textuais docentes - Parte II. *Química Nova*, v. 35, n. 4, p. 837-843, 2012.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. A problematização das atividades experimentais na educação superior em Química: uma pesquisa com produções textuais docentes. *Química Nova*, v. 34, n. 5, p. 899-904, 2011.

GRASSI, M. T. As Águas do Planeta Terra. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, n. 1, p. 31-40, 2001.

HAGERMAN, A. E.; BUTLER, L. G. Choosing appropriate methods and standards for assaying tannins. *Journal of Chemical Ecology*, v. 15, n. 6, p. 1795-1810, 1989.

LAKE, D. About being pure and natural: understandings of pre-service primary teachers. *International Journal of Science Education*, v. 27, n. 4, p. 487-506, 2005.

MAIA, A. S.; OLIVEIRA, W.; OSÓRIO, V. K. L. Da Água Turva à Água Clara: o Papel do Coagulante. *Química Nova na Escola*, n. 18, p. 49-51, 2003.

MANGRICH, A. S.; DOUMER, M. E.; MALLMANNN, A. S.; WOLF, C. R. Química Verde no tratamento de águas: uso de coagulante derivado de tanino de *Acacia mearnsii*. *Revista Virtual de Química*, v. 6, n. 1, p. 2-15, 2014.

NASCIMENTO, T. G.; LINSINGEN, I. 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.

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

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. 205-2012, 2004.

POZO, J. I. Aprendizagem de conteúdos e desenvolvimento de capacidades no ensino médio. In: COLL, C.; GOTZENS, C.; MONERO, C.; ONRUBIA,J.; POZO, J. I. (Org.). *Psicologia da aprendizagem no ensino médio*. Porto Alegre: Artmed, 2003. p.43-66.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para a ação social responsável no ensino de ciências. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, v. 1, p. 1-12, 2007.

SANTOS, W. L. P. Scientific literacy: a Freirean perspective as a radical view of humanistic science education. *Science Education*, v. 93, n. 2, p. 361-382, 2009.

SILVA, P. S.; MORTIMER, E. F. O Projeto Água em Foco como uma Proposta de Formação no PIBID. *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 4, p. 240-247, 2012.

TOQUETTO, A.; LOPES, D.; SZPOGANICZ, B. P.; GONÇALVES, F. P. O tratamento de água em narrativas discentes: uma pesquisa na formação inicial de professores de química. In: *XVI Encontro Nacional de Ensino de Química e X Encontro de Educação Química da Bahia*, Salvador/BA, 2012.

TOQUETTO, A.; GONCALVES, F. P. O tema "tratamento de água" em livros didáticos de química: uma análise à luz de uma abordagem CTS. In: *XVII Encontro Nacional de Ensino de Química*, Ouro Preto/MG, 2014.

Abstract: *Water treatment with a biodegradable coagulant: a proposal of experimental activity.* Over the years, many studies have pointed out the possibility of using biodegradable coagulants in water treatment processes. In this perspective, this paper presents a proposal for an experimental activity that simulates part of the water treatment process, replacing aluminum coagulants by tannic acid, which is biodegradable. The proposal was evaluated by undergraduates of an initial chemistry teacher training and pointed out that the experiment can favor discussions about the interactions between Science, Technology and Society (STS) and the explicitly articulated teaching of conceptual, procedural and attitudinal contents.
Keywords: experimentation, water treatment, STS.