

CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE NO ENSINO DE QUÍMICA SOBRE A ADSORÇÃO DE METAIS

LIMA, Sara Nepomuceno Patriota¹

Ru: 3233653

MANGINI, Lígia Fernanda Kaefers²

RESUMO

O meio ambiente vem sendo contaminado por metais há décadas e a principal fonte são as indústrias. Essa contaminação causa sérios problemas na fauna, na flora e nos seres humanos e, por isso, faz-se necessária a descontaminação dos solos e águas contaminadas. Assim, a adsorção que é um processo físico-químico conhecido no tratamento de efluentes surge como uma alternativa eficiente e de baixo custo. Resíduo agroindustrial comumente chamada de biomassa possui destaque no tratamento de águas contaminadas por ser renovável e barato quando comparado a adsorventes convencionais como carvão ativado. A importância do enfoque CTS no ensino de Química é estudada a fim de contribuir para o conhecimento científico e tecnológico diante dos questionamentos críticos dos estudantes. Nesse sentido, esse trabalho tem como objetivo apresentar uma sequência didática para trabalhar o tema Adsorção no 2º ano do ensino médio, na disciplina de Química, dentro do enfoque CTS. Para tanto, será discutido o enfoque ciência, tecnologia, sociedade e sua importância na formação de cidadãos críticos. Também será apresentada a problemática da contaminação ambiental e os recursos para descontaminação. Alegamos a importância de desenvolver aulas de Química com temas relevantes que promovam maior participação dos discentes favorecendo processo de aprendizagem

Palavras-chave: Enfoque CTS. Educação. Adsorção.

1 INTRODUÇÃO

O ensino de química desenvolvido em sala de aula com temas contextualizados vem sendo apontado como uma esperançosa possibilidade de romper o ensino pautado na simples transmissão de conhecimento.

A abordagem com enfoque em ciência, tecnologia e sociedade CTS, o ensino deixa de ser pautado em conceitos. Logo, a educação científica traz resultados quando acontece a partir do estudo envolvendo questões sociais

relevantes, relacionando-as aos domínios tecnológico e científico (RODRIGUES; QUADROS, 2019).

Várias pesquisas indicam que o ensino envolvendo CTS pode aumentar o engajamento estudantil para o estudo de ciências. Levando isso em consideração, será utilizado o estudo sobre remoção de metais em águas contaminadas – adsorção a partir de materiais de baixo custo, como base do artigo para aproximar conceitos teóricos à prática de ciência química.

A contaminação dos recursos hídricos naturais é ocasionada, principalmente, pelas atividades industriais. Setores industriais como o têxtil, papel e celulose, impressão, tintas, solventes, entre outros, consomem grandes volumes de água e no final do processo industrial grande parte dessa água contaminada (efluente industrial) é rejeitada sem nenhum controle depreciando o meio ambiente (BARROS et al., 2017).

A presença de íons metálicos em excesso em corpos d' água **é bastante prejudicial, pois os metais** são altamente móveis e bioacumulativos na cadeia alimentar, além de ser uma ameaça à vida dos seres vivos, pois muitos desses metais são tóxicos e possuem natureza carcinogênica (MOREIRA et al., 2009).

Chumbo, mercúrio, cádmio, cromo, cobre e arsênio são exemplos de metais tóxicos e cancerígenos que podem estar presentes em efluentes industriais (BARROS et al., 2017).

Faz-se, então, necessário o tratamento ambiental que possui técnicas diversas como precipitação, coagulação, troca-iônica. Porém, algumas dessas técnicas possuem grande investimento e pouca eficiência, além de produzirem mais resíduos (DA SILVA et al., 2014). Dentre os diversos métodos, o processo de adsorção é um dos métodos eficazes usados para remoção de metais tóxicos a partir de solução aquosa (OZCAN *et al.*, 2004). Esse método é baseado na capacidade de ligação entre o metal e o adsorvente, sendo que este último pode ser biomassa, bactérias, fungos e algas (DA SILVA et al., 2014).

Diferentes tipos de adsorventes são utilizados na remoção de metais tóxicos. Os adsorventes são substâncias porosas que têm uma área superficial elevada para uma dada massa. A utilização de adsorventes nativa de resíduos agroindustriais, algas, microorganismos vivos ou mortos como bactérias, fungos ou leveduras são caracterizados como processo de biossorção, que

consiste na adsorção de metais pesados por meio de biossorbentes (PEREIRA, 2021).

A adsorção foi escolhida por ser um tema bastante atual e usual no mundo científico, onde há a possibilidade de utilizar materiais de baixo custo e materiais que seriam descartados sem nenhuma utilização, ajudando assim na preservação do meio ambiente. A adsorção é um fenômeno que acontece de forma natural, mas algumas indústrias a aperfeiçoaram e estão usando para limpar resíduos tóxicos ou no tratamento da água.

Este artigo tem como **objetivo apresentar uma sequência didática para trabalhar o tema Adsorção no 2º ano do ensino médio, na disciplina de Química, dentro do enfoque CTS.**

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ENFOQUE CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE: UMA BREVE APRESENTAÇÃO

A sociedade antes da segunda guerra mundial tinha uma visão salvacionista sobre a ciência. Para a grande maioria da população, a ciência poderia ser a salvação de todos os males e problemas sociais. Diante disso, surgiu o determinismo tecnológico que insinuaria que o desenvolvimento científico levaria a sociedade ao desenvolvimento tecnológico, que ocasionaria o desenvolvimento econômico levando ao desenvolvimento social e no bem estar social (AULER; DELIZOICOV, 2006).

Em meados do século XX, o CTS que é um movimento social ganhou espaço. O desenvolvimento científico colocou em prova a visão salvacionista. Em dado momento a sociedade começou a se ter um sentimento desconfortável em relação ao desenvolvimento científico. A microeletrônica, a microbiologia e a energia nuclear abalaram as relações da sociedade com a ciência e a tecnologia, potencializando o debate sobre o lado positivo e o negativo da produção científica (RODRIGUES et al., 2017).

O CTS é um movimento onde desenvolvimento científico e tecnológico é (i) um processo social, uma vez que depende da produção humana e, portanto, não é um processo neutro, livre de ideologias, e (ii) as mudanças

científicas e tecnológicas causam impactos positivos e negativos na sociedade e, portanto, as decisões sobre os rumos da Ciência e da tecnologia devem ser de cunho democrático, em detrimento da tecnocracia normalmente empregada (RODRIGUES et al., 2017).

O movimento CTS se tornou mais evidente no Brasil a partir da década de 1990, principalmente no campo de pesquisa sobre educação científica e tecnológica com o objetivo de despertar o interesse dos estudantes quanto às questões científico-tecnológicas, relacionando os fatos da vida cotidiana, a ciência e a tecnologia, problematizar as questões sociais e éticas relacionadas a uso da tecnologia, favorecer a compreensão da natureza da ciência e do trabalho dos cientistas, contribuir para a formação cidadão, para a tomada consciente de decisões responsáveis (DO NASCIMENTO et al., 2016).

Dessa forma, a importância de discutir com os alunos os avanços da ciência e tecnologia, suas causas, consequências, os interesses econômicos e políticos, de forma contextualizada, está no fato de que devemos conceber a ciência como fruto da criação humana. A Educação Tecnológica tende para o enfoque CTS, que vem sendo muito difundido, principalmente no ensino de ciências (PINHEIRO et al., 2007).

O desafio de construir uma educação científica e tecnológica crítica passa, igualmente, pela elaboração e consecução de atividades didáticas interessantes para o estudante, em uma perspectiva que alie: (1) o enfoque CTS, (2) a interdisciplinaridade e (3) a complexidade (SIQUEIRA-BATISTA et al., 2010).

2.1.1 CIÊNCIA QUÍMICA COM ENFOQUE EM CTS

Ferreira e colaboradores (2018) utilizando o estudo de corantes com enfoque em CTS relatam a experiência e aplicação como uma intervenção didática. Realizaram experimentos com POA de forma qualitativa. Utilizaram questionários e construção de texto dissertativo argumentativo. Ao final da intervenção, perceberam uma assimilação de conceitos científicos como: ampliação da capacidade argumentativa e criticidade em relação ao uso dos corantes, o que favorece uma atuação cidadã.

Siqueira-Batista e coautores (2010) inseriram nanociência e nanotecnologia, temas abordados de forma interdisciplinar. Empregaram o tema para o ensino de ciências a partir da revisão de literatura com enfoque em CTSA. Compreenderam que a Educação científica e tecnologia (ECT) são de suma importância no CTSA por criar espaços democráticos para o debate em sala de aula, concorrendo para a formação de cidadãos mais responsáveis com o próximo, com a sociedade e com o meio ambiente.

Silva (2019) propõe uma técnica de organização de sala de aula que é a sequência didática (SD). Nela estabelece um ensino investigativo, com a problematização, a organização dos conteúdos e aplicação de conhecimento. Elaborou uma SD com enfoque em CTSA contextualizando o conteúdo de eletroquímica. Resultados apontam que o planejamento de atividades por SD baseado em CTSA, indica uma facilidade de compreensão do conteúdo e por consequência maior interação por parte dos alunos.

De Carvalho Costa e colaboradores (2021) utilizaram jogo como recurso didático a partir de uma SD com enfoque em CTS. O jogo “tratando a água” é um quis inspirado no programa de televisão de nome “Passa ou repassa”. A última fase trata-se de um esquema de uma estação de tratamento de água ETA, que deve ser montada com as peças em ordem correta para garantir pontuação no jogo, que por sua vez foi inspirada em um jogo intitulado “Quebra-cabeça”. Constatou-se que a abordagem CTS associada à utilização do jogo didático, contribui de forma significativa para o ensino de química, aproximando os alunos do conteúdo e motivando-os a construir o conhecimento de forma lúdica e eficiente.

Niezer e assistentes (2015), utilizando uma estratégia de ensino aplicada aos alunos da 2ª Série do Ensino Médio sobre soluções químicas no estudo de tratamento de água com enfoque em CTS. Os alunos fizeram uma visita técnica a uma ETA com orientações sobre cada etapa do tratamento. Na visita os alunos foram participativos e questionadores. Observou-se que a ação contribuiu para a compreensão dos alunos sobre os conceitos relacionados ao estudo de Soluções químicas de maneira contextualizada. Os questionamentos e análises realizados pelos alunos demonstraram que a atividade ampliou seu foco de estudo levando-os a aprenderem e a reverem diversificados conceitos químicos conduzindo-os a conhecerem suas aplicações e implicações sociais

(políticas, econômicas tecnológicas, culturais), como propõe o enfoque CTS, a fim de promover a alfabetização científica e tecnológica.

Dos Santos e coautores (2021) analisaram o enfoque entre a CTS e a ABP (Aprendizagem baseada em problemas) a partir de características e objetivos em ambas possuem em comum. O estudo foi fundamentado na revisão de literatura em sites de busca como o Google acadêmico. Concluíram então que a CTS-ABP possuem pontos em comum como a interdisciplinaridade, contextualização, tomada de decisão, participação ativa do aluno, trabalho em grupo, abordagem temática e o desenvolvimento da autonomia dos discentes que podem contribuir para a ascensão da educação científica.

2.2 CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL POR METAL EM AMBIENTES AQUÁTICOS

O avanço das atividades industriais e o aumento populacional nas últimas décadas têm causado uma série de problemas ambientais em função da geração de resíduos contendo substâncias tóxicas e a sua bioacumulação no organismo de plantas e animais.

Esses contaminantes contendo metais potencialmente tóxicos sem tratamento adequado influenciam na qualidade de ambientes aquáticos, terrestres e atmosféricos gerando impacto ambiental com possíveis danos irreparáveis. A presença de íons metálicos em excesso nos corpos d'água é uma ameaça potencial à saúde pública, à fauna e à flora, pois muitos são conhecidos pela natureza mutagênica (LIMA, 2017).

Embora alguns metais sejam biogênicos, ou seja, sua presença é essencial para a manutenção de rotas metabólicas, a maioria dos metais se ingerido em excesso são nocivos e acumulativos no organismo (PATRIOTA et al., 2010).

Efluentes domésticos e industriais, substâncias químicas de pesticidas e fungicidas utilizados na agricultura e rejeitos da exploração mineral são grandes fontes de metais para o sistema aquático (LIMA et al., 2015)

Há alguns anos, a questão ambiental tem se tornado mais evidente devido à população mundial estar se conscientizando sobre a importância da preservação do meio ambiente a fim de garantir as próximas gerações um ambiente mais benéfico para se viver.

O desenvolvimento de instrumentos e técnicas mais eficientes se torna cada vez mais necessário para tratamento e ou remoção completa desses metais em ambientes aquáticos.

Dentre os diversos métodos, o processo de adsorção é um dos métodos eficazes usados para remoção de metais tóxicos a partir de solução aquosa (OZCAN et al., 2004). Além do mais, a adsorção pode remover e/ou minimizar diferentes tipos de íons metálicos e possui uma maior aplicabilidade no controle da poluição da água.

2.3 BIOSORÇÃO DE METAIS

A biossorção é capacidade da biomassa em adsorver poluentes em sua superfície através de grupos funcionais carboxílicos e fenólicos, que em pH neutro capaz de remover os cátions em solução por meio de processos como complexação, troca-iônica e adsorção. O método de biossorção surgiu como uma opção aos métodos convencionais para remoção de metais pesados de soluções diluídas, como processo complementar ao tratamento convencional de efluentes (LIMA, 2017).

Diversos tipos de biomassas naturais disponíveis em grande quantidade no meio ambiente foram identificados com elevado potencial para serem empregadas como biossorventes, devido sua elevada capacidade em adsorver metais pesados contidos em soluções aquosas (DEMIRBAS, 2008). Foi demonstrado que cascas de coco (KADIRVELU E NAMASIVAYAM, 2003), amendoim (OLIVEIRA et al., 2009), laranja (AJMAL et al., 2000), arroz (TARLEY et al., 2004), resíduos de café (MINAMISAWA et al., 2005), folhas de chá (AHLUWALIA; GOYAL, 2005) e pecíolos de Buriti (PATRIOTA et al., 2020) têm elevada capacidade de adsorver metais na superfície da biomassa, servindo como biossorventes com potencial para serem empregados no tratamento de efluentes contaminados com metais tóxicos.

O interesse na biossorção está na utilização desses materiais na descontaminação de efluentes líquidos a fim de garantir um baixo custo do processo (LIMA, 2017).

A remoção de metais (catiônicas ou aniônicas) fundamentada em técnicas de sorção, empregando biomassa (chamada de biossorção), vem se apresentando como uma alternativa promissora para a resolução da problemática, em decorrência da afinidade natural que compostos biológicos (biomassas) têm por elementos metálicos.

A adsorção é um fenômeno físico-químico de grande importância devido a suas múltiplas aplicações na indústria. A adsorção se diferencia da absorção, em que a absorção implica no acúmulo da substância absorvida em todo o volume do adsorvente enquanto na adsorção o fenômeno ocorre na superfície do adsorvente (PATRIOTA et al., 2010).

A adsorção pode ser avaliada quantitativamente através das isotermas de adsorção que expressam a relação entre a quantidade do poluente que é adsorvido por unidade de massa do biossorvente e a concentração do poluente em solução no equilíbrio a uma determinada temperatura (DA SILVA, 2014). O valor da máxima capacidade de adsorção é uma característica importante para conhecer o desempenho da biomassa a altas concentrações do sorvente (COELHO et al., 2014). A análise dos dados da isoterma por diferentes modelos é um passo essencial para encontrar um modelo que mais se adéqua aos dados experimentais. A aplicabilidade do modelo de isoterma é feita comparando os valores dos coeficientes de determinação (R^2) (LIMA, 2017).

A isoterma de Langmiur foi o primeiro modelo de descrição de processos de adsorção e assume as seguintes hipóteses: as espécies adsorvidas somente com um sítio definido, cada sítio acomoda apenas uma molécula (monocamada), não interações entre moléculas dos sítios vizinhos e a energia de adsorção de cada sítio é igual, e as moléculas que foram adsorvidas se aderem na superfície do adsorvente em sítios ativos bem definidos e localizados (PEREIRA, 2021).

2.3.1 ADSORÇÃO UTILIZANDO BIOMASSA PARA REMOÇÃO DE METAIS

Tarley *et al.* (2004) observou que a casca do arroz possuía uma grande eficiência na remoção do Cd e Pb. Notou-se que o pH ótimo de remoção foi 4, com uma retenção de 4,23 mg/g para Pb e de 1,42 mg/g para Cd. A maior capacidade de adsorção do chumbo em relação ao cádmio foi devida a diferença de eletronegatividade entre estes metais.

Resíduos de café tem sido estudado por Minamisawa *et al.* (2005) como adsorventes para tratamento de água. Para adsorver metais pesados, os resíduos de grãos de café foram suspensos em soluções aquosas contendo Cu (II) e Cd (II). Os resultados mostram que a porcentagem de adsorção dos íons de metais pesados foi acima de 90% para os grãos de café examinados. Além disso, as capacidades de adsorção de Cu (II) e Cd (II) para os íons de café eram de cerca de 2,0 mg/g.

As cascas de amendoim foram estudadas por Oliveira *et al.* (2009) para remoção de cobre e chumbo. A máxima capacidade de adsorção obtida a partir do modelo de Langmuir foi de 0,21 e 0,18 mmol/g de cobre e chumbo, respectivamente.

Kadirvelu e Namasivayam (2003) utilizaram carvão preparado de fibras de coco para adsorção de cádmio em solução aquosas. Em condições de pH 5,0 e temperatura de 30°C, a capacidade de adsorção 93,4 mg/g.

Ajmal *et al.* (2000) analisaram a casca de laranja para remoção de Ni (II) em águas residuais de galvanoplastia. Verificou-se que a remoção de Ni(II) é dependente da concentração inicial do metal, o pH e da temperatura. A adsorção máxima de 96% a 50 °C para uma concentração inicial de 50 mg/L, a pH 6.

Ahluwalia e Goyal (2005) utilizaram os resíduos das folhas de chá para a remoção de chumbo, ferro, zinco e níquel em água. A partir de 20 mg/L de solução metálica por biomassa de folhas de chá seca, as capacidades máximas de adsorção foram 2,096 mg/g Pb; 79,526 mg/g Fe; 785,549 mg/g Zn e 515,037 mg/g Ni.

Patriota e colaboradores (2020) estudaram a adsorção dos pecíolos de Buriti em solução aquosa contendo Cu(II). A capacidade máxima de adsorção foi de 14,2mg/g no pH de 4,5. Os resultados mostraram que a quantidade adsorvida foi dependente do pH da solução, sendo que a mesma aumenta com o aumento do pH.

Com a grande capacidade de adsorver metais perigosos, o uso de resíduos agroindustriais vem sendo estudado e explorado principalmente pelo seu baixo custo, rapidez e eficiência na biossorção.

2.4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA PROPOSTA

A experimentação é uma forma de transformar o ensino de Química em uma ciência mais concreta, real. Nesse sentido, podemos confirmar as teorias tão difundidas em sala de aula.

A experimentação com discussão, análise de dados e resultados a partir de pesquisas práticas e/ou bibliográficas estimula o senso crítico, construção de ideias, além do desenvolvimento cognitivo dos alunos. Assim a Adsorção pode ser um tema inserido na sala de aula, através de experimentos práticos e leitura de artigos. Pode-se utilizar de visita técnica e palestras sobre os efluentes industriais e seus perigos se lançados na natureza sem tratamento prévio. Com o tema Adsorção podem-se empregar vários conceitos científicos como: cálculo de pH, análise de gráficos, tratamento de água e esgoto, ligações químicas, separação de misturas, reações químicas, química orgânica entre outros.

Um saber popular sobre o uso da adsorção no dia a dia é colocar carvão dentro da geladeira para remover odores desagradáveis. Esse mesmo carvão que pode ser tanto o vegetal como o ativado (encontrados em lojas de produtos para aquários) pode ser utilizado em experiências com estudantes do Ensino Médio sobre o tema Adsorção na intenção de auxiliar a aprendizagem dos conceitos acima citados.

Um experimento simples e de baixo custo seria a utilização de carvão vegetal e o ativado na remoção de corantes.

Materiais:

Carvão vegetal

Carvão ativado

Pilão de alumínio

Refresco em pó (uva, morango) para melhor efeito visual da adsorção

Colheres de chá

Funil ou filtro de coar café
Papel filtro de coar café
Um jarro para preparar 1L de suco em pó
Copos descartáveis de 250 ml
Copo medidor
Canetinha

Procedimentos:

Prepare o suco em pó (1L) no jarro próprio de acordo com as instruções da embalagem. Triture separadamente os dois tipos de carvão a fim de obter uma granulometria semelhante e reserve. Adicione 1 colher de chá de cada carvão em copos descartáveis distintos com os respectivos nomes. Em seguida adicione 100 ml do suco. Agite com a colher por aproximadamente 3 minutos. Após o tempo filtre a solução obtida para separar o carvão do suco. Compare a coloração das 2 soluções.

Após a experiência, um questionário seria aplicado com as seguintes questões:

1. Você gosta da disciplina de Química? Justifique
2. Qual conteúdo dentro da disciplina de Química você mais gosta? Justifique
3. Você acha importante ter aulas práticas? Justifique
4. Com o experimento observamos a diminuição da coloração inicial. Por que isso aconteceu?
5. Qual das soluções (carvão vegetal ou carvão ativado) a coloração teve maior redução? Por que?
6. Por que os 2 tipos de carvão conseguem remover o corante?
7. Você considera que a experiência ajudou na compreensão do conteúdo? Justifique

3 METODOLOGIA

O presente trabalho estabelece uma investigação teórica com base na revisão de literatura, utilizando o *Google Acadêmico*. Na busca do site foram

empregados: adsorção por metais tóxicos, adsorção utilizando biomassa, adsorção de metais com enfoque em CTS.

Após a leitura dos artigos pertinentes ao tema, obteve-se uma síntese dos manuscritos que foram divididas em dois eixos principais: adsorção utilizando biomassa para remoção de metais em soluções aquosas e adsorção com enfoque em CTS.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da pesquisa encontrada no campo de bioadsorventes para a remoção de poluentes metálicos presentes em águas e efluentes, **compreendeu-se que há** um grande potencial nesta área de estudo. A revisão bibliográfica permitiu constatar que as mais variadas biomassas podem ser empregadas para um processo de sustentabilidade na remoção de poluentes que nossa própria sociedade produz.

Além do mais, podemos conseguir inúmeros resultados ambientais como: reaproveitamento de resíduos que antes irão parar no lixo, diminuição da quantidade de resíduos em aterros, dentre outros.

Observou-se que os íons metálicos mais analisados foram Cu(II), Cd(II) e Pb(II) e Zn(II), isso porque a quantidade desses íons no meio ambiente é enorme e também por serem utilizados em diversas áreas industriais.

A partir dessa revisão, constatou-se que biomassas de diferentes tipos (cascas, folhas, pecíolos) são extraordinários materiais para a remoção de poluentes metálicos.

Conclui-se então que a biossorção é uma método eficiente na remoção de metais tóxicos águas residuais. Quando há a comparação da biossorção com outras técnicas de tratamento, a biossorção oferece a vantagem de alta eficiência de remoção e por ser de baixo custo, e ainda tem a possibilidade de aproveitar resíduos agroindustriais como biossorventes que antes seriam descartados.

Assim sendo, a busca por novos materiais adsorventes que sejam viáveis para a remoção de contaminantes continua em alta, visando não apenas os resíduos agroindustriais mais também procurando alternativas em algas, fungos, bactérias e outros.

Precisa-se agora estudar a implementação desses adsorventes em escala industrial e verificar a melhor forma de adquirir os adsorventes e também se há a possibilidade de reutilização, caso não haja, como serão descartado esses materiais com alto teor de metais em sua superfície.

Os resultados obtidos a partir da análise de manuscritos sobre o ensino com enfoque em CTS mostra-se bastante contextualizada. Os alunos que são o foco principal se mostraram mais participativos, questionadores e interessados também pelo conceito do tema.

Os professores que utilizam CTS ampliaram sua visão quanto ao modo de ensinar, argumentando, sendo mais críticos e valorizando a participação dos estudantes.

A utilização do enfoque CTS no ensino traz mudanças na metodologia educativa, no qual o objetivo é promover uma atitude criativa e crítica no discente, ao invés de ter um ensino baseado na transmissão de conhecimento e de memorização. Para então que o enfoque em CTS seja atingido busca-se uma nova atitude diante dos conteúdos tendo a participação do estudante incentivada cada vez mais.

Nessa perspectiva, o docente precisa de uma postura diferenciada que, proporcione autocrítica sobre o desenvolvimento científico e tecnológico de forma consciente e responsável.

Uma abordagem CTS precisa ocupar uma posição de maior destaque no nos currículos de ensino Química, favorecendo processo de aprendizagem de conceitos científicos e a articulação desses em diferentes situações.

REFERÊNCIAS

AHLUWALIA, S. S.; GOYAL, D. Removal of heavy metals by waste tea leaves from aqueous solution. **Engineering in life Sciences**, v. 5, n. 2, 158-162, 2005.

AJMAL, M. et al. Adsorption studies on Citrus reticulata (fruit peel of orange): removal and recovery of Ni (II) from electroplating wastewater. **Journal of Hazardous Materials**, v. 79, n. 1, 117- 131, 2000.

AULER, D; DELIZOICOV, D. Educação CTS: articulação entre pressupostos do educador Paulo Freire e referenciais ligados ao movimento CTS. Seminário Ibérico CTS no ensino das ciências: las relaciones CTS en la Educación Científica, v. 4, 2006, p. 1-7.

BARROS, D. C.; CARVALHO, G.; RIBEIRO, M. A. Processo de biossorção para remoção de metais pesados por meio de resíduos agroindustriais: uma revisão. **Revista Biotecnologia & Ciência**, v. 6, n. 1, p. 01-15, 2017.

COELHO, G. F et al. Uso de técnicas de Adsorção utilizando resíduos agroindustriais na remoção de contaminantes em água. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.3, n. especial, p. 291-317, 2014.

DA SILVA, J. L. B. C. et al. Biossorção de metais pesados: uma revisão. **Revista Saúde & Ciência Online**, v. 3, n. 3, p. 137-149, 2014.

DE CARVALHO COSTA, W. G; DA SILVA, M. R. A; DA SILVA, L. C. “Tratando a água”: Um jogo didático para o ensino de química com enfoque na abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade-CTS. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, p. e35210414237-e35210414237, 2021.

DEMIRBAS, A. “Heavy metal adsorption onto agro-based waste materials:A review.” **J. Hazard. Mater.** 157 (2–3): 220–229, 2008.

DO NASCIMENTO, A. S. G; RODRIGUES, M. F.; NUNES, A. O. A pertinência do enfoque ciência, tecnologia e sociedade (CTS) na educação profissional e tecnológica. **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica**, v. 2, n. 11, p. 117-129, 2016.

DOS SANTOS, F. L; DE BRITO, L. P; DE ALMEIDA, A. C. P. C. O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a metodologia da aprendizagem baseada em problemas: um ensaio sobre as possibilidades para a promoção da educação científica na Educação Básica. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v. 9, n. 20, p. 220-249, 2021.

FERREIRA, Wendel M. et al. Corantes: Uma abordagem com enfoque ciência, tecnologia e sociedade (CTS) usando processos oxidativos avançados. **Revista Química Nova na Escola, São Paulo**, v. 40, n. 4, p. 249-257, 2018.

KADIRVELU, K.; NAMASIVAYAM, C. Activated carbon from coconut coirpith as metal adsorbent: adsorption of Cd (II) from aqueous solution. **Advances in Environmental Research**, v. 7, n. 2, p. 471-478, 2003.

LIMA, D. P. et al. Contaminação por metais pesados em peixes e água da bacia do rio Cassiporé, Estado do Amapá, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 45, p. 405-414, 2015.

LIMA, S. N. P. Caracterização das fibras de buriti e sua aplicabilidade como adsorvente de metais e corantes. 2017.

MINAMISAWA, M. et al. Removal of copper (II) and cadmium(II) from water using roasted coffee beans. **Environmental Chemistry**, 259–265, 2005.

MOREIRA, S. A. et al. Remoção de Metais de solução aquosa usando bagaço de caju. **Química Nova**, v. 32, n 7, p. 1717– 1722, 2009.

NIEZER, T. M. et al. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino de soluções químicas: estudo sobre o tratamento da água. **Revista iberoamericana de educación**, 2015.

OLIVEIRA, F. D. *et al.* Copper and lead removal by peanut hulls: Equilibrium and kinetic studies. *Desalination*, v. 248, n. 1, 931-940, 2009.

OZCAN, A.S.; OZCAN, A. Adsorption of acid dyes from aqueous solutions onto acidactivated bentonite. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 276, n.1, p.39-46, 2004.

PATRIOTA, S. N et al. Potencial dos resíduos da agroindústria no desenvolvimento de adsorventes de metais pesados. **Periódico Tchê Química**, v. 6, n. 12 p.42-51, 2010.

PATRIOTA, S. N et al. Adsorption of Copper and Methylene Blue on an Agrowaste of Mauritia Flexuosa. **Journal of Environmental Engineering**, v. 146, n. 6, p. 04020039, 2020.

PEREIRA, K. B. Utilização de diferentes tipos de adsorventes na remoção de íons metálicos em efluentes: uma revisão. 2021.

PINHEIRO, N. A. M; SILVEIRA, R. M. C. F; BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 13, p. 71-84, 2007.

RODRIGUES, V. B; QUADROS, A. L. Contribuições do Ensino de Química na Perspectiva CTS para a Aprendizagem de Conceitos Científicos. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 5, n. 1, p. 45-58, 2019.

RODRIGUES, V. A. B; FELIX, M. A. C; QUADROS, A. L. Aprendizagem de conceitos científicos no ensino de ciências com abordagem CTS. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2017.

SILVA, B. M. **Uma estratégia de ensino e aprendizagem com o enfoque CTSA numa perspectiva contextualizada através do conteúdo de eletroquímica**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Brasil.

SIQUEIRA-BATISTA, Rodrigo et al. Nanociência e nanotecnologia como temáticas para discussão de ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 16, p. 479-490, 2010.

TARLEY, C.R.; ARRUDA, M.A.; Biosorption of heavy metals using rice milling by-products. Characterization and application for removal of metals from aqueous effluents, **Chemosphere**, v. 54, 987 -995, 2004.