

Transposição Didática De Método De Tratamento De Água Com Carvão Ativado Para Separação De Estradiol

Didactic Transposition Of Treatment Method Of Water With Activated Carbon For Estradiol Separation

Transposición Didáctica Del Método De Tratamiento De Aguas Con Carbono Activado Para Separación De Estradiol

Rhuan Gabriel Cesario Farias (gabrielrhuan74@gmail.com)
Universidade Federal de Mato Grosso, MT, Brasil
<https://orcid.org/0000-0002-4177-2328>

Patrícia Rosinke (patricia.rosinke@ufmt.br)
Universidade Federal de Mato Grosso, MT, Brasil
<https://orcid.org/0000-0003-0433-7113>

Resumo

Esta produção refere-se a uma proposta para ensino de Química, viabilizado por meio de uma sequência didática (SD), que envolve o Carbo activatus como método de adsorção, proporcionando remoção de disruptores endócrinos - os hormônios femininos 17 β -estradiol e 17 α - etinilestradiol, presentes em águas residuárias. A detecção de disruptores endócrinos tem se tornado cada vez mais evidente em pesquisas relacionadas à água, aumentando o interesse em conhecer os efeitos destas substâncias em organismos vivos e a modos de realizar o tratamento destes no meio. Os estudos atuais relacionados aos disruptores mostram a presença destes em meio aquoso, e já cogitam a possibilidade, mesmo que em pequenas quantidades, de interferir tanto na saúde da fauna aquática quanto na humana. Os dados para construção da proposta de sequência didática foram estabelecidos em pesquisa realizada no ano de 2017, culminando na proposta elaborada em 2023 e apresentada neste artigo. Sendo assim, considera-se o processo de transposição didática a possibilidade do saber científico ser problematizado em saber ensinado, tomando-se por base métodos e técnicas de pesquisa e dados técnicos analíticos.

Palavras-chave: Transposição didática; Adsorção; Ensino de química.

Abstract

This production deals with a didactic transposition for teaching Chemistry, as a proposal for a didactic sequence (SD), which involves Carbo activatus as an adsorption method, providing removal of endocrine disruptors - the female hormones 17 β -estradiol and 17 α -ethinylestradiol, present in wastewater. The detection of endocrine disruptors has become increasingly evident in research related to water, increasing the interest in knowing the effects of these substances on living organisms and ways to perform their treatment in the environment. Current studies related to disruptors show their presence in an aqueous medium, and already consider the possibility, even in small amounts, of interfering with both the health of aquatic and human fauna. The data for the construction of the didactic

sequence proposal were established in a survey carried out in 2017 and which culminated in the proposal presented in this article. Therefore, the process of didactic transposition is considered the possibility of scientific knowledge being problematized in taught knowledge, based on research methods and techniques and analytical technical data.

Keywords: Didactic transposition; Adsorption; Chemistry teaching.

Resumen

Esta producción trata de una transposición didáctica para la enseñanza de la Química, como propuesta de secuencia didáctica (SD), que involucra al Carbo activatus como método de adsorción, proporcionando la eliminación de disruptores endocrinos - las hormonas femeninas 17β -estradiol y 17α -etinilestradiol, presentes en aguas residuales. La detección de disruptores endocrinos se ha hecho cada vez más evidente en las investigaciones relacionadas con el agua, aumentando el interés por conocer los efectos de estas sustancias en los organismos vivos y las formas de realizar su tratamiento en el medio ambiente. Los estudios actuales relacionados con los disruptores muestran su presencia en un medio acuoso, y ya consideran la posibilidad, incluso en pequeñas cantidades, de interferir tanto en la salud de la fauna acuática como humana. Los datos para la construcción de la propuesta de secuencia didáctica se establecieron en una encuesta realizada en 2017 y que culminó con la propuesta que se presenta en este artículo. Por lo tanto, el proceso de transposición didáctica se considera la posibilidad de que el conocimiento científico sea problematizado en el conocimiento enseñado, a partir de métodos y técnicas de investigación y datos técnicos analíticos.

Palabras-clave: Transposición didáctica; Adsorción; Enseñanza de química.

INTRODUÇÃO

Ao longo do tempo o ser humano tem buscado dominar a natureza e seus recursos, porém os avanços tecnológicos e científicos têm afastado cada vez mais a possibilidade de adaptações biológicas (Martin, 2010). A exploração de ambientes inóspitos tem sido possível graças à tecnologia, mas muitas vezes não se percebe o impacto nos recursos naturais e o desequilíbrio ecológico resultante. Portanto, é essencial conscientizar os jovens sobre a responsabilidade com o meio ambiente, por meio de técnicas que minimizem esses impactos.

Considerando a presente pesquisa sobre a qualidade da água residual, especialmente os níveis de hormônios, decidiu-se retomar esse tema por meio de uma sequência didática (SD) para o ensino médio e superior, propondo o uso de carvão ativado como adsorvente no tratamento de água. A proposta é a transposição didática de materiais e métodos de pesquisa em Química para o desenvolvimento da SD interdisciplinar, com ênfase no ensino de Ciências e Química, relacionada a problemas ambientais causados pelo progresso humano.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS DA PROPOSTA DIDÁTICA

O tratamento de águas e esgotos é extremamente relevante para a saúde, garantir que os processos utilizados neste tratamento sejam eficientes é de grande importância para a população.

A maior parte dos disruptores endócrinos são compostos orgânicos, como por exemplo, os hormônios, que ao chegarem ao meio ambiente, ficam disponíveis por meio de fontes pontuais, como descargas diretas do corpo humano vão para Estações de Tratamento de Esgoto (ETE's), onde não recebem um tratamento totalmente eficiente, e acabam contaminando a água que é distribuída para consumo. Os principais disruptores encontrados nas águas do Brasil são os hormônios femininos (17 β -estradiol e 17 α -etinilestradiol) (Goulart, 2015).

DISRUPTORES ENDÓCRINOS

Os disruptores endócrinos são compostos químicos que alteram o funcionamento das glândulas endócrinas, causando danos à saúde humana e animal, mesmo em baixas concentrações (Bila, 2007). Diversos compostos, como hormônios naturais e sintéticos, cosméticos, poluentes orgânicos persistentes e metais pesados, são classificados como disruptores hormonais (Fontenele, Et Al., 2010).

Esses disruptores podem agir de duas maneiras diferentes ao se comunicarem com os receptores hormonais. Eles podem se conectar ao receptor e imitar a ação de um hormônio, causando resposta, chamada de efeito agonista. Por outro lado, se o composto se ligar ao receptor, mas não causar nenhuma resposta, ele atua como um bloqueador, inibindo a interação entre o hormônio e seu receptor, denominado efeito antagonista (Ghisele E Jardim, 2007).

No ambiente, esses disruptores afetam o funcionamento dos organismos, causando danos à fauna marinha e de água doce. Isso inclui o surgimento de características femininas em peixes machos, hermafroditismo, diminuição da capacidade reprodutiva de moluscos, peixes, aves e mamíferos, alterações na sobrevivência de descendentes, imunidade de aves e mamíferos e redução na produção de ovos de diferentes espécies.

Esses danos estão associados à disfunção de glândulas endócrinas específicas (Viali, 2014).

Estudos mostram que os disruptores endócrinos são encontrados principalmente em estações de tratamento de água e em corpos d'água superficiais e subterrâneos, devido à remoção parcial desses compostos durante o tratamento de água (Ferreira, 2012). Os hormônios estradiol, estrona e 17β -estradiol são os mais predominantes em mamíferos, expressando características femininas e controlando o ciclo reprodutivo, além de influenciar o crescimento e comportamento de organismos vivos. O hormônio sintético mais comum é o 17α -etinilestradiol, amplamente utilizado como contraceptivo. Em homens, altas concentrações desses hormônios podem levar ao desenvolvimento de características femininas (Sodré, 2012).

O TRATAMENTO QUÍMICO COM ADSORVENTES

Muitos tratamentos são usados, no entanto os mais comuns não dispõem de boa efetividade e descartam substâncias nocivas no meio ambiente (Johnson Et Al., 2000). São continuamente colocados na natureza em concentrações consideráveis, as quais podem afetar a qualidade da água, a saúde dos ecossistemas e potencialmente influenciar o suprimento de água potável, podendo afetar também a saúde humana (Bila, 2007). Nas estações de tratamento, os processos biológicos, ganham um papel de centralização, em comparação com os processos de biotransformação, biodegradação, adsorção de hormônios, interferentes endócrinos, com relação a eficácia, tempo que leva para a execução do processo e o seu custo (Burkhardt-Holm, 2016).

A efetividade dos procedimentos de tratamento submete-se a idade do Iodo ativado, ao tempo de retenção hidráulica, ao tamanho da rede de coleta e ao número de habitantes acompanhados cotidianamente pelo sistema de base de tratamento. Tais fatores poderão influenciar positivamente ou negativamente a depender da ocasião no tratamento desses efluentes (Kummrow, 2016).

Há necessidade de retirada deste hormônio da água pois, tem pode afetar os ecossistemas, causando adversidades no sistema reprodutivo de organismos aquáticos,

por exemplo, a feminilização de peixes machos presentes em rios contaminados, anormalidade e deterioração e a normativa nos organismos expostos (Schiavini, 2011).

AÇÃO DE ADSORVENTES EM TRATAMENTO DE ÁGUAS: O USO DE CARVÃO ATIVADO

A adsorção é um método de remoção de substâncias presentes em líquidos ou gases usando um material sólido capaz de armazenar esses compostos em suas camadas externas, como o carvão ativado (Uhorn, 2011). Existem duas variações da adsorção: química, quando ocorre a reação entre o material adsorvente e o composto a ser adsorvido, e física, que utiliza outras interações, como as de Van der Waals (Mimura; Sales; Pinheiro, 2009). O carvão ativado é frequentemente utilizado em filtros para o tratamento de efluentes, devido às suas características de retenção de compostos contaminantes por adsorção (Freitas; Bueno, 2014). É produzido sem a presença de oxigênio, por meio da combustão incompleta de materiais ricos em carbono, utilizando altas temperaturas e processos de oxidação (Colin, 2011). A ativação do carvão aumenta significativamente sua área superficial, chegando a valores cem vezes maiores, especialmente nos carvões (Tomasella, 2013).

Existem dois tipos de carvão ativado: o Carvão Ativado em Pó (CAP), que é pulverizado, e o Carvão Ativado Granular (CAG), que é composto por grãos. Ambos são utilizados como adsorventes, principalmente em ETA's (Di Bernardo; Di Bernardo; Filho, 2002). O CAP é mais utilizado no tratamento de água no Brasil, principalmente para remoção de cheiros e sabores, embora seu uso seja insignificante em comparação com outros países, como os EUA, onde é usado também para remover outros poluentes (Macedo, 2007).

Entre todos os adsorventes possíveis, o carvão ativado foi escolhido devido ao seu bom custo-benefício, sendo um material barato e de fácil obtenção, com boa capacidade de adsorção, especialmente em relação ao carvão não ativado, interagindo principalmente com moléculas orgânicas apolares, conforme descrito em outros estudos na literatura.

MATERIAIS E MÉTODOS

Recebido em: 11/08/2023

608

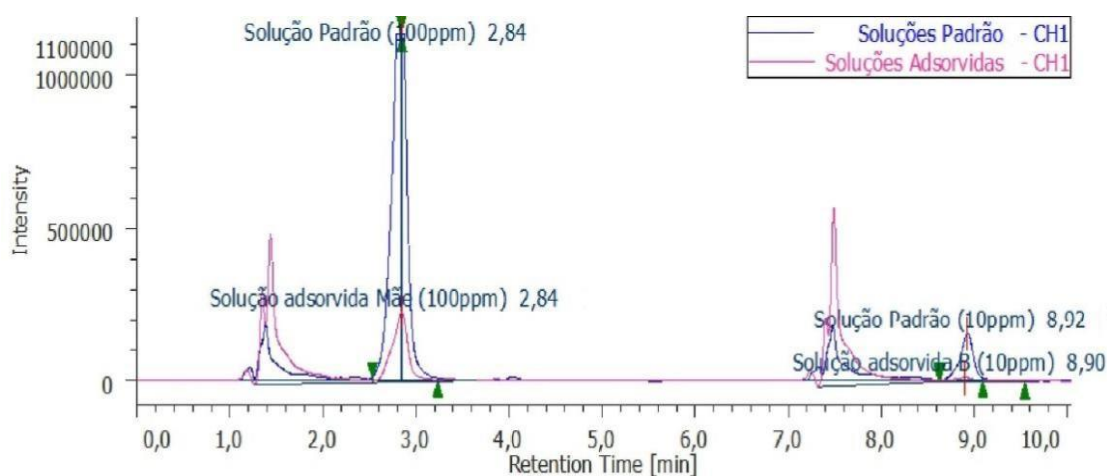
Aceito em: 20/05/2024

A metodologia utilizada na proposta iniciou em 2017, e finalizou neste ano de 2023, num trabalho de conclusão de curso de graduação, baseada em adaptação experimental já realizada na dissertação de Cornelius Unruh sobre a adsorção de hormônio 17α -etinilestradiol - Curitiba, 2011, com ajustes pertinentes aos materiais disponíveis. Para as análises, utilizaram-se soluções de 100mL produzidas com 0,1g de estradiol fornecido pela DERMOVIDA FÓRMULAS[®], preparou-se, inicialmente, a solução mãe, chamada de A com a concentração de 100ppm, pesando 0,05g de estradiol, e diluindo para 500mL, desta extraiu-se a amostra de 10mL, que fora diluída em 100mL produzindo a solução B.

Em um Erlenmeyer de 250mL que se encontrava sob um agitador magnético, com a barra magnética em seu interior, adicionou-se 25mL da solução mãe (100ppm) junto a 0,3g de carvão em pó (CAP) com variação de 0,0005g. Ligou-se o agitador magnético, deixando a solução em contato com o carvão por 900s, em temperatura ambiente de 17°C. Após o tempo de contato para a adsorção, realizou-se a filtração a vácuo da solução utilizando de um filtro de papel qualitativo Sartorius[®] para reter o carvão e posteriormente realizar a análise quantitativa em Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC), o mesmo processo foi realizado com a solução B, com concentração de 10ppm. Para confirmar a adsorção proporcionada utilizou-se o HPLC (Jasco Pu-4180 HPLC Pump, UV-4070 UV/VIS Pector LC-NET II/ADC interface box) com a fase móvel composta de 70% acetonitrila (padrão cromatográfico) e 30% de água deionizada, no comprimento de onda de 202 nm.

RESULTADOS DA AVALIAÇÃO CROMATOGRÁFICA E EFICIÊNCIA COM USO DO CARVÃO ATIVADO

Na figura 1 pode-se observar as análises realizadas em HPLC das soluções contendo estradiol (Soluções Padrão), assim também após a adsorção (Soluções adsorvidas).



Fonte: Autoria Própria, 2017.

Figura 1 - Cromatograma das análises realizadas antes e após as adsorções

Demonstra-se, na análise boa repetibilidade, os primeiros picos apresentados antes dos desejados aparecem em ambas as amostras, sendo assim considerados interferentes. Notou-se grande diferença nos picos antes e após a adsorção com o carvão ativado, e por meio de informações como a altura (Height) dos picos, apresentados na figura 2, junto com os valores de concentração estimados das soluções de estradiol, foi possível calcular aproximadamente a porcentagem adsorvida deste em cada amostra.

Quadro 1 – Informações dos Picos

Soluções Padrão -CH1

| # | Peak Name | CH | tR [min] | Area [μ V-sec] | Height [μ V] |
|---|-------------------------|----|----------|---------------------|-------------------|
| 1 | Solução Padrão (100ppm) | 1 | 2.84 | 203822 | 1132349 |
| 2 | Solução Padrão (10ppm) | 1 | 8.92 | 1619872 | 155128 |

Soluções Adsorvidas -CH1

| # | Peak Name | CH | tR [min] | Area [μ V-sec] | Height [μ V] |
|---|--------------------------------|----|----------|---------------------|-------------------|
| 1 | Solução adsorvida Mãe (100ppm) | 1 | 2.84 | 2779358 | 231573 |
| 2 | Solução adsorvida B (10ppm) | 1 | 8.90 | 146424 | 10632 |

Fonte: Autoria Própria, 2017.

A solução padrão ou solução mãe, feita para ter concentração de 100ppm, apresentou um pico de 1.132.349 (μ V) antes da adsorção, e outro de 231.573 (μ V) após

a adsorção, estimou-se assim que foram retirados cerca de 79,55% do estradiol na amostra. A solução B, feita para ter concentração de 10ppm, apresentou um pico de 155.128 (μV) antes da adsorção, e outro de 10.632 (μV) após a adsorção, o que indica a porcentagem de 93,2% de retirada de estradiol da amostra. O teor restante na solução mãe e na solução B após as adsorções foi de 20ppm e 0,68ppm, respectivamente.

Como se observa nas análises, o carvão ativado mostrou-se eficiente na adsorção do estradiol na água, sendo o tempo de contato e a temperatura um fator muito importante para realizar este tipo de tratamento de maneira eficiente na água. Nos experimentos realizados por Cornelius Unruh o teor de estradiol após 30 minutos de contato mostrou-se inferior a 5%, logo, comparado a estes resultados, supõe-se que um tempo de contato e quantidade maior de carvão possa adsorver quantidade ainda maior do que o obtido, contudo a solução adsorvida no trabalho de Cornelius continha cerca de $3,2\text{mg.L}^{-1}$ de estradiol, quantidade inferior as utilizadas neste trabalho (100mg.L^{-1} e 10mg.L^{-1}), sendo assim os resultados que obtive-se mostram-se satisfatórios para confirmar a eficiência do carvão ativado em adsorver o estradiol, no tratamento da água.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA

A transposição didática neste trabalho é considerada como a passagem do saber científico da análise química desenvolvida com uso de método cromatográfico ao saber ensinado de métodos de separação de misturas do saber escolar. Para Chevallard (2013) a transição do conhecimento considerado como ferramenta a pôr em prática, para o conhecimento como algo a ser ensinado e aprendido, é o que denomina de *transposição didática* do conhecimento.

Para Guilherme Brockington e Maurício Pietrocola (2005) ao ser transposto para o ambiente escolar, o Saber transforma-se em um outro tipo de saber, passando a integrar novas demandas e ajustando-se a elas. Este saber deverá estar revestido de forma didática visando sua apresentação aos alunos. Segundo Silva:

Durante o processo de transposição ocorrem modificações significativas na estrutura do saber, tais como deformações, supressões, acréscimos e criações didáticas. Essas ações são importantes para que o saber em questão possa ser

ensinado e aprendido nas escolas. Todavia, é essencial uma postura cuidadosa na gestão dessas modificações, que podem ser prejudiciais ao processo, por desfigurar o saber original e criar obstáculos à aprendizagem. (2019, p. 202).

A possibilidade de problematizar um processo de investigação acadêmico sobre a realidade socioambiental da presença e extração de disruptores endócrinos, nesse projeto a transposição se relaciona com método instrumental, com uso de cromatografia contemporânea na análise físico-química da eficiência de ação de adsorção de disruptores endócrinos em carvão ativado.

O levantamento bibliográfico realizado por Ehrick Eduardo Martins Melzer, José Euzébio Simões Neto e Flávia Cristiane Vieira da Silva (Melzer et al., 2016) identificam e analisam pesquisas sobre transposição didática, segundo a noção apresentada por Chevallard, envolvendo conhecimentos químicos no Brasil, no qual o saber sofre transformações quando deixa a esfera científica e se aproxima da esfera escolar.

E neste contexto de transposição didática, considera-se saber sábio a esfera de conhecimentos de base, ou fundamentos, do processo teórico metodológico dos métodos cromatográficos, saber a ser ensinado proposto na SD com introdução a métodos de separação de misturas e o saber ensinado como possibilidade de contato, mesmo que teórico, para aprendizagem e desenvolvimento do pensar físico-quimicamente, questão relacionada a Ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

A PROPOSTA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A SD é um conjunto de atividades que visa estruturar e articular os objetivos educacionais, seguindo um ciclo completo (Zabala, 1998). Ela deve ser estruturada considerando o objetivo a ser alcançado e alinhando o conteúdo ao nível dos alunos. Segundo Filgueiras et al. “No planejamento da SD, pode-se intercalar diversas estratégias e recursos didáticos em que os conteúdos devem ser coerentemente articulados” (2023, p. 107).

A introdução da SD proporciona uma visão abrangente do conteúdo tanto para o professor quanto para o aluno, podendo ser aplicada em diferentes frequências (semanal, quinzenal, mensal, bimestral) para facilitar o desenvolvimento e avaliar a aprendizagem dos alunos e a eficácia da metodologia (Zabala, 1998). A SD é flexível e adaptável, de

acordo com o progresso das aulas, permitindo ramificações temáticas e um melhor entendimento do conteúdo pelos alunos.

Nessa abordagem, o ensino de Química busca trabalhar com temas relacionados ao contexto social dos estudantes, permitindo a organização não tradicional das aulas e a exploração de situações vivenciadas por eles.

Habilidades como possibilidades de aprendizado e desenvolvimento

A habilidade destacada (EM13CNT101), (Brasil, BNCC, 2018), possibilita analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos as transformações em sistemas que envolvam quantidade de matéria para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas. A tabela 1 apresenta a proposta para seguir o aprendizado no decorrer dos quatro encontros propostos na aplicação da SD.

Tabela 1 – Competências específicas e habilidades por encontro

| Aula/Conteúdo | Competências | Habilidades |
|----------------------|---------------------|--------------------|
| 1º Encontro | 1 | (EM13CNT101) |
| 2º Encontro | 1,3 | (EM13CNT101) |
| 3º Encontro | 3 | (EM13CNT101) |
| 4º Encontro | 1 | (EM13CNT101) |

Fonte: Próprio autor, 2023.

Propriedades e usos do carvão ativado como adsorvente

Existem diferentes substâncias e produtos químicos presente em nosso cotidiano, que possuem propriedades diversificadas umas das outras, principalmente quando se trata de adsorvida, se destaca o "Carvão Ativado que é uma forma de carbono puro de grande porosidade, apresenta notáveis propriedades atribuídas à sua área superficial, entre elas, a remoção de impurezas dissolvidas em solução. Pode ser empregado em pó ou granulado, conforme a utilização. Este produto é adquirido a partir da queima responsável de

madeiras, que pode variar entre temperaturas de 800°C a 1000°C, todo este cuidado é importante para evitar que ocorra a queima total e perda da porosidade do carvão.

Este produto tem o potencial de coletar de forma superficial os líquidos, impurezas e até mesmo gases no interior dos seus poros, sendo por isso vastamente utilizado em sistemas de filtragem. Sendo alguma de suas aplicações no tratamento de água: o carvão cumpre a função de adsorvente, pois retém em seus poros certos tipos de impurezas, partículas grandes que causam coloração, sabor ou odor indesejável na água. Essas partículas permanecem fixadas ao carvão ativado por forças físicas (aderência). Tratamento de efluentes: neste caso o carvão é usado para clarificação, desodorização e purificação de líquidos efluentes (esgotos). Adsorção de gases: o carvão ativado é usado para filtrar gases tóxicos resultantes de processos industriais.

A utilização de experimentos físico/químicos com técnicas que possibilitem a separação de misturas sobretudo a separação de estradiol da água partir da adsorção do carvão ativado que pode realizar dentro de qualquer sala de aula/ laboratório, tomando todas medidas de segurança cabíveis e a devida supervisão do responsável pelo local, caso a aula seja feita dentro do laboratório, visto que é um ambiente propício a acidentes.

Roteiro de sequências experimentais

O roteiro de sequências experimentais oferece para os alunos possibilidades maiores de construção de conhecimentos em Química com ênfase nas inter-relações de análise da adsorção do estradiol a partir do carvão ativado. O ensino de Ciências por meio da elaboração de métodos de adsorção é aquele apto de buscar ideias pretendidas recorrendo das argumentações entre os alunos. Ausentando-se um pouco do processo curricular exaustivo. Trata-se de descobrir respostas a partir de problemas reais.

A utilização de roteiros práticos no estudo dos disruptores endócrinos objetiva entender a sua importância para investigação científica no processo de ensino de química a partir dos resultados obtidos com as práticas, então para que os alunos encontrem suas próprias respostas é importante que explorem sua capacidade de desvendar as mais variadas formas de adsorção a partir do embasamento teórico oferecido pelo professor.

PLANOS DE AULA E SEQUÊNCIA DOS ENCONTROS PROPOSTOS

Recebido em: 11/08/2023

614

Aceito em: 20/05/2024

A SD conta com quatro Planos de aula descritos abaixo e neles se abordam os assuntos tratados e discutidos em cada encontro que segue:

1° - Primeiro encontro

No primeiro momento se fará a contextualização dos métodos de separação de misturas com ênfase no carvão ativado, formação, e aplicações dele no cotidiano, além de discutir características e propriedades que levam a entender a sua estabilidade e tipos de técnicas para adsorção, principalmente as classificações que distingue os métodos de análise convencional dos analíticos que são mais precisos. Com isso, além de produzir um texto com tema presente no Anexo – 1, que apresenta múltiplas formas de adsorção do carvão ativado e aplicação dele em nosso cotidiano. Discutir-se à com os alunos os roteiros de cada aula de cunho teórico para que compreendam os fenômenos presentes na adsorção e os métodos de separação, para a aula seguinte.

2° - Segundo encontro

No segundo momento descreve-se o contexto dos disruptores endócrinos, formação, diferenças e sua importância para os seres vivo, além de breve explicação sobre as distinções e importância para o corpo humano, com foco na produção dos hormônios sintéticos e presença destes na água, além de suas influências sobre o sistema endócrino. Contando com os entendimentos das teorias trazidas em Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), os alunos responderão o Anexo 2 – atividade avaliativa.

3° - Terceiro encontro - aula experimental

No terceiro encontro com aula experimental no laboratório, os alunos organizados em grupos, quatro, a depender da quantidade de estudantes da turma, para os quais se disponibilizará amostras de misturas previamente apresentadas pelo professor e com estas porções, utilizar métodos de separação para cindir os reagentes presentes em cada unidades, conforme as teorias apresentadas e discutidas no 1° e 2° encontro. Após a efetivação desta etapa se fará o registro das substâncias, por meio de fotos e produção de um trabalho manuscrito a realizar em casa, na qual deve constar as imagens das

substâncias separadas e todas as características do composto, que podem ser encontradas na internet e/ou livros, o trabalho deverá ser entregue em sala de aula.

4º - Quarto encontro

O quarto encontro se dará mediante a entrega da proposta de atividade realizada na aula experimental sugerida para realizar em casa. Além da entrega do trabalho, se dará uma aula (teórica) voltada para métodos de identificação analítica com a utilização da Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC), partindo de um pressuposto que a instituição não tenha este aparelho. Caso tenha, o laboratório é o melhor lugar para apresentar aos alunos o funcionamento do aparelho e suas aplicações, além disso, retomar o assunto dos disruptores endócrinos presentes na água e seu tratamento a partir do carvão ativado, para que os alunos percebam que é possível identificar e quantificar a eficiência dos métodos de separação, principalmente quanto a utilização do carvão ativado.

RESULTADOS ESPERADOS E CONSIDERAÇÕES

A separação de misturas é um tema elementar nas áreas do conhecimento, como Química, Física e Biologia. Ao fazer a abordagem didática voltada para esse assunto, espera-se que os alunos aprimorem seus conceitos sobre as propriedades físicas e químicas das misturas e seus componentes individuais. Isso permite a identificação das técnicas de separação mais adequadas para cada caso, incluindo métodos eficazes em escala industrial e/ou laboratorial.

Ao compreender as técnicas utilizadas nesse processo, os alunos podem desenvolver técnicas de separação adequadas para diferentes tipos de misturas e configurações. Isso inclui a aplicação em problemas reais, como remediação de solos contaminados, tratamento de efluentes industriais e combate a contaminações causadas por agentes endócrinos. A habilidade de separar misturas é fundamental em várias áreas da ciência, como Química, Biologia e Engenharia de Materiais. Portanto, espera-se que os alunos desenvolvam a compreensão ampla do processo de separação de misturas e apliquem esse conhecimento em algumas áreas do conhecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Recebido em: 11/08/2023

616

Aceito em: 20/05/2024

BILA, D. M. **Desreguladores endócrinos no meio ambiente: efeitos e consequências.** Química Nova, vol. 30, n. 3, p. 651-666, 2007.

BORGES, R. R.; DE ASSIS, O. Z. M. **Avaliação cognitiva: contribuições para um melhor desempenho escolar. Aprender.** Caderno de Filosofia e Psicologia da Educação, v. 2, n. 9, 2007.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio.** Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.

BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M. **Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de física moderna?** Investigações em Ensino de Ciências, v. 10, n. 3, p. 387-404, 2005.

BURKHADT-HOLM, P. **Persistent organic pollutants in tissues of the white blooded Antarctic fish Champsocephalus gunnari and Champsocephalus aceratus.** University of Basel, Basel, Switzerland, 2016.

CHEVALLARD, Y. **Sobre a teoria da transposição didática: algumas considerações introdutórias.** Revista de Educação, Ciências e Matemática, v. 3, n. 2, mai/ago 2013. ISSN 2238-2380.

DI BERNARDO, L.; DI BERNARDO, A.; FILHO, P. L. C. **Ensaio de tratabilidade de água e dos resíduos gerados em estações de tratamento de água.** São Carlos, SP: RIMA, 2002.

MELZER, E. E. M.; NETO, J. E. S.; SILVA, F. C. V. **Analisando as pesquisas envolvendo transposição didática de conteúdos químicos publicadas no Brasil.** Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista, v. 6, n. 1, jan./jun. 2016.

FERREIRA, A. P. **Ocorrência e detecção de desreguladores endócrinos em estações de tratamento de esgoto: complicações ao meio ambiente.** Revista Brasileira de Farmácia, 2012.

FILGUEIRAS, J.; SILVEIRA, F.; VASCONCELOS, A. K. Uma Sequência Didática nos conceitos correlatos ao estudo da vitamina C presente nas polpas de frutas. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 6, n. 4, p. 97-120, 10 jul. 2023.

FONTENELE, E. G. P.; MARTINS, M. R. A.; QUIDUTE, A. R. P.; JÚNIOR, R. M. M. **Contaminantes ambientais e os interferentes endócrinos.** Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia, v. 54, n. 1, 2010.

FREITAG, B. **O livro didático em questão.** 3ª ed. São Paulo, SP: Cortez, 1997.

FREITAS, L. C.; BUENO, S. M. **Carvão ativado: breve histórico e estudo de sua eficiência na retenção de fármacos,** 2014.

GHISELLI, G.; JARDIM, W. F. **Interferentes Endócrinos no ambiente.** Química Nova, v. 30, n. 3, p. 695-706, 2007.

GIACOMINI, A.; MUENCHEN, C. **Os três momentos pedagógicos como organizadores de um processo formativo: algumas reflexões.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 15, n. 2, p. 339-355, 2015.

Recebido em: 11/08/2023

617

Aceito em: 20/05/2024

GOULART, M.; DE ASSIS, H. C. S. **Presença de disruptores endócrinos em estações de tratamento de esgoto e corpos d'água no Brasil.** Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, v. 40, n. 132, p. 39-45, 2015.

JOHNSON, A. C.; BELFROID, A.; Di CORCIA, A. **Estimating steroid estrogen inputs into activated sludge treatment works and observations on their removal from the effluent.** Science of The Total Environment, 2000.

JUSTINO, M. N. **Pesquisa e recursos didáticos na formação e prática docente.** Curitiba: IBPEX, 2011.

KUMMROW, F. **Contaminação da água por hormônios e interferentes endócrinos.** In: **IV Fórum de Recursos Hídricos - CRQ IV**, 2016.

MACEDO, J. A. B. **Águas & Águas.** 3ª ed. Belo Horizonte, MG: CRQ-MG, 2007. 1043p.

MIMURA, A. M. S.; SALES, J. R. C.; PINHEIRO, P. C. **Atividades Experimentais Simples Envolvendo Adsorção sobre Carvão.** Química Nova na Escola, v. 32, n. 1, p. 53-56, fev. 2010.

SCHIAVINI, J. A. **Desreguladores endócrinos no meio ambiente e o uso de potenciais bioindicadores.** 2011. 15f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Severino Sombra, São Paulo, 2011.

SCHMIDT, J. S. **Disruptores endócrinos: uma ameaça para a saúde pública.** **Revista do Instituto de Ciências da Saúde**, v. 35, n. 2, p. 109-116, 2017.

SILVA, C. B. R. **Farmacologia da metabologia e endocrinologia.** 2013. 69f. Monografia (Especialização) - Curso de Farmácia, Centro Universitário Planalto do Distrito Federal, Distrito Federal, 2013.

SILVA, P.; SOUZA, L.; SILVA, F.; SIMÕES NETO, J. E. A Transposição Didática do conteúdo Termodinâmica Química. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 2, n. 4, p. 198-218, 19 dez. 2019.

SIMÕES, A. P.; SILVA, M.; MANGE, N. **A presença de interferentes endócrinos em águas superficiais e de abastecimento: um problema da vida moderna?** 2013. 23f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Faculdades Oswaldo Cruz, São Paulo, 2013.

SODRÉ, F.; LOCATELLI, M.; MONTAGNER, C.; JARDIM, W. **Origem e destino de interferentes endócrinos em águas naturais.** Caderno Temático, Universidade Estadual de Campinas, v. 6, abr. 2007.

SODRÉ, F. F. **Interferentes Endócrinos como Contaminantes Emergentes: Uma questão de saúde pública.** Brasília, DF, 2012.

TOMASELLA, R. C. Avaliação do potencial de compostos naturais (argila, turfa e carvão) na remoção do chumbo (pb) e da toxicidade de um efluente industrial. 2013. 93 f. TCC (Graduação) - Curso de Geociências e Meio Ambiente, Universidade Estadual Paulista Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro - Sp, 2013.

UNRUH, C. **Adsorção do hormônio 17 α -etinilestradiol com uso de carvão ativado granular.** Curitiba, 2011.

VERONEZ, D. A. L.; VIEIRA, M. P. M. M.; REGATTIERI, N. A. T. **Abordagem morfofuncional do sistema endócrino. 2004.** 19f. TCC (Graduação) - Curso de Radiologia, Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2004.

VIALI, A. M. **Avaliação da eficiência de remoção de hormônios em estações de tratamento de efluentes.** Universidade de Juiz de Fora, Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, 2014.

ZABALA, A. **A prática educativa.** Porto Alegre: Penso, 1998.