

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE QUÍMICA  
LICENCIATURA EM QUÍMICA  
**NATHÁLIA CARVALHO DA SILVA**

PROPOSTA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO DE  
QUÍMICA: a água como tema gerador utilizando biossorventes

RIO DE JANEIRO

2024

Nathália Carvalho da Silva

PROPOSTA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO DE  
QUÍMICA: a água como tema gerador utilizando biossorventes

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Química, na modalidade semipresencial, do Instituto de Química (IQ), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Licenciado em Química.

**Orientadora:** Profa. D.Sc Grazieli Simões

**Coorientadora:** Profa. D.Sc. Priscila Tamiasso-Martinhon

RIO DE JANEIRO

2024

Nathália Carvalho da Silva

**PROPOSTA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO DE  
QUÍMICA: a água como tema gerador utilizando biossorventes**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Química, na modalidade Semipresencial, do Instituto de Química (IQ), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Licenciado em Química.

Aprovada em 05 de janeiro de 2024.

**BANCA EXAMINADORA**

Profa. D.Sc. Grazieli Simões (Orientadora)  
Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Profa. D.Sc. Priscila Tamiasso-Martinhon (Coorientadora)  
Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof. D.Sc. Célia Regina Sousa da Silva  
Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Profa. D.Sc. Suyane David Sá de Alvarenga  
Centro Federal de Educação Tecnológica (CEFET-RJ)

RIO DE JANEIRO

2024

## FICHA CATALOGRÁFICA

### CIP - Catalogação na Publicação

dl11p da Silva, Nathália Carvalho  
PROPOSTA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO DE  
QUÍMICA: a água como tema gerador utilizando  
biossorventes / Nathália Carvalho da Silva. -- Rio  
de Janeiro, 2024.  
143 f.

Orientadora: Grazieli Simões.  
Coorientadora: Priscila Tamiasso-Martinhon.  
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -  
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto  
Multidisciplinar de Química, Licenciado em Química,  
2024.

1. Educação Ambiental. 2. Carvão ativado de casca  
de banana. 3. Biossorção. I. Simões, Grazieli ,  
orient. II. Tamiasso-Martinhon, Priscila, coorient.  
III. Título.

*Dedico este trabalho ao meu pai e  
à minha mãe (in memoriam) pelo  
apoio que me deram para que eu  
chegasse até aqui.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus por ter me sustentado até aqui, me dando saúde, força e coragem para concluir este trabalho.

Ao meu pai por todo o apoio e incentivo durante essa jornada que foi o CEDERJ.

À minha mãe (*in memoriam*) por todos os ensinamentos deixados e por ser uma mãe super presente em minha vida, sempre disposta a me ouvir e me ajudar enquanto estive ao meu lado.

À minha família pela paciência e compreensão nos momentos em que precisei estar ausente.

À minha orientadora Grazieli Simões e coorientadora Priscila Tamiasso-Martinhon pela ajuda e orientação possibilitando que este trabalho fosse concluído.

À coordenadora do curso de licenciatura em Química Célia Regina de Sousa da Silva, que sempre estive à disposição para resolução de qualquer contratempo.

Aos meus amigos do CEDERJ do polo de Pirai e também aos amigos de outros polos que fiz durante a pandemia por toda força, apoio, ajuda e companheirismo nas horas em que precisei.

"Educar verdadeiramente não é ensinar fatos novos ou enumerar fórmulas prontas, mas sim preparar a mente para pensar."

(Albert Einstein)

## RESUMO

SILVA, Nathália Carvalho da. **PROPOSTA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO DE QUÍMICA: a água como tema gerador utilizando biossorventes.** Orientadoras: Prof. Dr. Grazieli Simões; e Prof. Dr. Priscila Tamiasso-Martinhon, 2024. 116 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2024.

Os problemas ambientais antropogênicos - causados pela ação humana - vem causando preocupações aos profissionais da química, empresas e, até mesmo, aos cidadãos; preocupação esta que não se limita ao Brasil, mas se estende ao mundo todo. Pode-se associar tal problemática às indústrias, sejam agrícolas ou urbanas, que ocasionam o desperdício de recursos hídricos e poluição do ar atmosférico, despontando em problemas com a fauna e flora nacionais, contaminação de solos e mudanças climáticas. Dessa forma, incluir ações nas práticas educativas escolares podem ser de grande valia e um bom caminho para que seja possível fornecer bases para a formação e para a ampliação de um dimensão ambiental, considerando a perspectiva social, política, econômica e cultural presentes no mundo globalizado em que a sociedade se encontra. Dentre os problemas socioambientais que mais causam inquietação são representados pela contaminação das águas por efluentes descartados indevidamente, sem o tratamento adequado para a remoção dos mais diversos compostos tóxicos, como metais pesados, corantes e orgânicos decompostos, causando riscos não só ao meio ambiente mas à saúde das pessoas que utilizam os recursos da área contaminada. Utilizando esta inquietação como ponto de partida, o presente trabalho tem como objetivo integrar as visões socioambientais com conteúdo de química, problematizando a educação ambiental, através dos impactos causados pelo descarte impróprio de resíduos doméstico, principalmente cascas de banana, que podem ser reutilizadas para a produção de carvão ativado a ser utilizado em filtros, introduzindo os obstáculos ambientais aos conceitos de misturas e seus métodos de separação, como filtração, decantação e adsorção, no tratamento de águas residuais por meio de uma oficina para os alunos do ensino médio.

**Palavras-chave:** Educação Ambiental; Carvão Ativado de Casca de Banana; Biossorção.

## ABSTRACT

SILVA, N. C. da. **PROPOSAL FOR ENVIRONMENTAL EDUCATION IN CHEMISTRY TEACHING: water as a generating theme using biosorbents.** Advisors: Prof. Dr.Sc. Grazieli Simões; Prof. Dr.Sc. Priscila Tamiasso-Martinhon, 2023. 116 p. Course Completion Work (Chemistry Graduation) - Institute of Chemistry, Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

Anthropogenic environmental problems - caused by human action - have been causing concern to chemistry professionals, companies and even citizens; This concern is not limited to Brazil, but extends to the entire world. This problem can be associated with industries, whether agricultural or urban, which cause the waste of water resources and atmospheric air pollution, resulting in problems with the national fauna and flora, soil contamination and climate change. In this scenario, it is clear that the unrestrained extraction of natural resources has been compromising their availability in the world we live in, reinforcing the need for socio-environmental awareness, through actions that enable changes in behavior and that allow the minimization of these environmental impacts. Therefore, including these actions in school educational practices can be of great value and a good way to provide bases for the formation and expansion of an environmental dimension, considering the social, political, economic and cultural perspective present in the world. globalization in which society finds itself. Among the socio-environmental problems that cause the most concern are represented by the contamination of water by improperly discarded effluents, without adequate treatment to remove the most diverse toxic compounds, such as heavy metals, dyes and decomposed organics, causing risks not only to the environment but to health of people who use resources in the contaminated area. Using this concern as a starting point, the present work aims to integrate socio-environmental views with chemistry content, problematizing environmental education, through the impacts caused by the improper disposal of domestic waste, mainly banana peels, which can be reused for production of activated carbon to be used in filters, introducing environmental obstacles to the concepts of mixtures and their separation methods, such as filtration, decantation and adsorption, in wastewater treatment through a workshop for high school students.

**Keywords:** Environmental education; Banana Peel Activated Charcoal; Biosorption.

## PRELÚDIO

O primeiro contato que tive com a disciplina de Química foi na oitava série do Ensino Fundamental conhecida atualmente como nono ano. E desde então, me interessei pela mesma, pois era uma disciplina que me despertava a curiosidade de entender como os fenômenos acontecem de forma geral. Meus pais sempre fizeram de tudo para que eu tivesse uma boa educação então sempre estudei em escola particular e nessa escola, tinha um pequeno laboratório de Química, e quando passei para o primeiro ano do Ensino Médio passei a ter mais contato com a parte experimental da disciplina, fazendo com que eu me apaixonasse mais ainda pela mesma. Sempre tive afinidade com a disciplina, porém sempre tive que estudar para obter boas notas. No primeiro ano do Ensino Médio comecei a pesquisar as opções de profissões que tinham para eu já começar a pensar no vestibular, e claro, a profissão na minha cabeça tinha que ter algo relacionado à Química. Pesquisando as opções no mercado de trabalho, a que mais me interessou foi a Engenharia Química. Embora eu não tivesse tanta facilidade assim com a Matemática, pesquisei e li bastante sobre como a profissão estava inserida no mercado de trabalho e me interessei em vista do amplo campo que eu poderia estar exercendo ao me formar como engenheira, um engenheiro químico poderia trabalhar em diversos ramos envolvendo a química, principalmente com o objetivo de cuidar do meio ambiente e o cuidado com o meio ambiente sempre foi um tema que me preocupou. Então decidi que iria colocar Engenharia Química como a primeira opção no vestibular e escolhi Farmácia e Bioquímica como segunda opção, visto que vi que Farmácia tinha muita coisa relacionada à Química também e Bioquímica, era a junção de Biologia e Química e eu sempre tive muita facilidade com Biologia na escola, até mais do que em Química. Ainda no Ensino Médio, ao conversar com algumas pessoas que atuavam na área de engenharia química descobri que na ementa do curso não tinha tanta Química assim, era mais matemática e física e que no dia-a-dia da profissão também não tinha, mas mesmo assim continuei firme na minha decisão em tentar fazer o curso. Ao terminar o ensino médio (final de 2010), os meus planos eram entrar em um cursinho pré-vestibular para tentar o processo seletivo em uma universidade pública, porém, 2 meses após eu terminar meus estudos na escola (fevereiro de 2011), sofri um acidente de carro com meus pais e minha mãe veio a falecer.

Com isso, tive que ficar 4 meses de repouso, sendo 2 em repouso absoluto pois tive uma fissura na bacia no lado esquerdo além de ter sofrido fraturas e ferimentos em

outras partes do corpo me impossibilitando de poder realizar as minhas atividades. Devido a isso, perdi a metade do ano no cursinho, meu pai já havia feito a minha matrícula, mas não pude frequentar as aulas. Em junho de 2011, consegui retomar as minhas atividades e comecei a frequentar as aulas do cursinho, me dedicando ao máximo e desde então, tentei todas as possibilidades que tinham para eu fazer engenharia química. Porém o curso estava com uma concorrência bem elevada e eu não consegui passar em nenhum vestibular que eu tentei. O meu pai preocupado com a minha situação, queria que eu fizesse uma faculdade a todo custo, então pesquisou e viu que na Universidade Severino Sombra em Vassouras, cidade próxima da cidade onde eu residia (Barra do Piraí), tinha o curso de Química Industrial, que era um pouco “parecido” com Engenharia Química e conversou comigo para que eu tentasse. Eu estava inconformada com a situação, pois o tempo para fazer o vestibular já tinha passado e eu teria que fazer o que eles chamam de Prova agendada, que na época era uma redação. Eu estava inconformada porque havia estudado tanto para chegar no final fazer uma simples redação e entrar na faculdade, visto que meu objetivo era estudar em uma universidade pública e não em uma particular como a Universidade Severino Sombra, atual Universidade de Vassouras. Mas fui, fiz a redação passei, entrei. Comecei o curso de Química Industrial, conheci novas pessoas, fiz novas amizades, enfim, comecei uma nova etapa da minha vida. Em março de 2012, um mês depois de eu ter entrado na faculdade, um amigo me falou que eu estava pagando faculdade atoa porque eu havia passado na Rural para fazer Engenharia Química. Não acreditei porque eu havia acompanhado todas as reclassificações e meu nome não estava na lista, mas por incrível que pareça, o meu nome estava lá, na última reclassificação da Rural. Porém o prazo para a matrícula já havia terminado, eu e meu pai chegamos a ligar para lá, mas a secretaria nos informou que eu havia perdido o direito à vaga, que só no meio do ano que eu poderia tentar novamente se ainda houvesse chamada. Então continuei meus estudos na Universidade de Vassouras e logo um ano depois a universidade abriu o curso de Engenharia Química, porém eu não fiz a transferência, continuei na Química e no segundo período do curso eu decidi procurar aonde tinha a licenciatura em Química, pois seria mais uma opção para eu poder atuar no mercado de trabalho no futuro. Na época, o coordenador do meu curso me indicou o CEDERJ como opção no polo de Piraí, já que eu morava em Barra do Piraí e era perto. Eu ainda estava com minha nota do ENEM ativa e me inscrevi no processo e minha nota foi suficiente para eu passar sem eu precisar fazer a prova. E com isso, embarquei na jornada de fazer duas faculdades ao mesmo tempo, Química industrial presencial durante a semana e

Licenciatura em Química pelo CEDERJ aos finais de semana presencial e à distância. Quando concluí o Bacharel, a primeira oportunidade de emprego que me apareceu foi a de lecionar em cursinho pré-vestibular e mesmo sem nunca ter lecionado antes e ser bacharel eu agarrei a oportunidade e gostei bastante da experiência em sala de aula, o que me despertou mais ainda o interesse para concluir a licenciatura. Ao longo da minha trajetória concluí o mestrado em Engenharia Metalúrgica pela UFF e hoje estou no doutorado em Química na PUC-Rio. Só tenho a agradecer as pessoas que apareceram no meu caminho durante esse tempo e a todas as experiências que vivi pois foram fundamentais para meu crescimento pessoal e profissional. Não vivi o sonho de fazer a engenharia química, de fazer a primeira graduação em uma universidade federal conforme eu gostaria na época mas obtive muitas conquistas que foram valiosas para que eu conseguisse chegar aonde eu cheguei. Hoje me sinto realizada pois consegui vencer vários obstáculos que contribuíram para a minha evolução em diversos aspectos da minha vida.

## LISTA DE FIGURAS

	página
Figura 1 - Modelo possível para a Aprendizagem Significativa.....	22
Figura 2 - Fluxograma com as três pedagogias progressistas.....	23
Figura 3 - Modelo esquemático da estrutura de elaboração de uma oficina temática.....	32
Figura 4 - Gráfico da distribuição política de água no mundo.....	36
Figura 5 - Índice de distribuição política de água no Brasil, no ano de 2018.....	37
Figura 6 - ETA Magé: primeira ETA da Águas do Rio.....	37
Figura 7 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), da Agenda 2030 da ONU.....	39
Figura 8 - Etapas do tratamento de água.....	42
Figura 9 - Tanque decantador com raspador de lodo automático.....	43
Figura 10 - Filtros de uma ETA da Águas de Guariroba.....	44
Figura 11 - Processo de sorção.....	46
Figura 12 - Adsorção física.....	47
Figura 13 - Adsorção Química.....	47
Figura 14 - Bioissorvente de Sargassum sp. (Alga Marinha).....	52
Figura 15 - Diagrama esquemático de um processo de bioissorção.....	54
Figura 16 - Interações majoritárias entre o íon metálico e os grupos presentes na casca de banana (a) carboxila, (b) hidroxilas e (c) grupos fosfatos.....	54
Figura 17 - Procedimento de preparo do bioissorvente.....	55
Figura 18 - Métodos de Separação de misturas sólido-líquido: (a) Filtração; (b) Decantação.....	70
Figura 19 - Esquema de montagem de um filtro caseiro.....	71
Figura 20 - Fluxograma do processo de obtenção do carvão ativado.....	75

## LISTA DE QUADROS

	página
Quadro 1 - Descrição dos encontros envolvidos na SD proposta.....	60
Quadro 2 - Detalhamento das atividades do 1º encontro.....	64
Quadro 3 - Detalhamento das atividades do 2º encontro.....	67
Quadro 4 - Detalhamento das atividades do 3º encontro.....	69
Quadro 5 - Detalhamento das atividades do 4º encontro.....	73

## LISTA DE TABELAS

	página
Tabela 1 - Parâmetros Físico-Químicos Aceitos pela Portaria Vigente.....	38
Tabela 2 - Valores máximos permitidos (VMP*) de metais em água e em lançamentos de efluentes.....	40
Tabela 3 - Biossorventes mais utilizados na remoção de metais de águas residuais.....	53
Tabela 4 - Trabalhos que utilizaram a casca da banana como biossorvente para metais em águas residuais.....	56
Tabela 5 - Trabalhos que utilizaram o carvão ativado como biossorvente para a remoção de metais em efluentes.....	57

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BNCC	-	Base Nacional Comum Curricular
CONAMA	-	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CTS	-	Ciência-Tecnologia-Sociedade
DBO	-	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	-	Demanda Química de Oxigênio
EA	-	Educação Ambiental
E.M.	-	Ensino Médio
EMBRAPA	-	Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias
ENEM	-	Exame Nacional do Ensino Médio
ETA	-	Estação de Tratamento de Água
IFPB	-	Instituto Federal da Paraíba
MEC	-	Ministério da Educação
MS	-	Ministério da Saúde
ONU	-	Organização das Nações Unidas
ODS	-	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PCN	-	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	-	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PET	-	Polietileno Tereftalato
pH	-	Potencial Hidrogeniônico
pH <sub>PCZ</sub>	-	Potencial Hidrogeniônico no Ponto de Carga Zero
pKa	-	Constante de Dissociação Ácida
PNEA	-	Política Nacional de Educação Ambiental
SD	-	Sequência Didática
VMP	-	Valores Máximos Permitidos

## SUMÁRIO

	página
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO..... 16</b>
1.1	JUSTIFICATIVA..... 19
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS..... 20</b>
2.1	<b>Objetivo geral..... 20</b>
2.2	<b>Objetivos específicos..... 20</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E ABORDAGEM PEDAGÓGICA..... 20</b>
3.1	A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL..... 21
3.2	PEDAGOGIA FREIRIANA..... 23
3.3	A CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA..... 25
3.4	A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO DE QUÍMICA..... 27
3.5	RECURSOS DIDÁTICOS ALTERNATIVOS PARA O ENSINO DE QUÍMICA..... 30
3.5.1	<b>Oficinas temáticas..... 30</b>
3.5.2	<b>As sequências didáticas..... 32</b>
3.5.3	<b>Temas geradores no ensino de química..... 33</b>
3.6	CONCEITO DE MISTURAS E MÉTODOS DE SEPARAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA..... 34
<b>4</b>	<b>A POLUIÇÃO DA ÁGUA E O MEIO AMBIENTE..... 36</b>
4.1	TRATAMENTO DE ÁGUA..... 41
4.2	ADSORÇÃO..... 45
4.2.1	<b>A adsorção e o processo de separação de misturas..... 48</b>
4.3	BIOSSORÇÃO..... 50
4.3.1	Casca de banana..... 54
4.3.2	Carvão ativado de casca de banana..... 57
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA..... 58</b>

5.1	PESQUISA BIBLIOGRÁFICA SOBRE A TEMÁTICA ABORDADA....	59
5.2	ELABORAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	59
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>61</b>
6.1	PRESENÇA DA TEMÁTICA EM EVENTOS CIENTÍFICOS.....	61
6.2	SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	61
<b>6.2.1</b>	<b>Encontros.....</b>	<b>63</b>
6.2.1.1	<i>Primeiro encontro.....</i>	63
6.2.1.2	<i>Segundo encontro.....</i>	66
6.2.1.3	<i>Terceiro encontro.....</i>	68
6.2.1.4	<i>Quarto encontro.....</i>	72
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>76</b>
<b>8</b>	<b>PERSPECTIVAS.....</b>	<b>77</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>78</b>
	<b>APÊNDICE A - Questionário do mapeamento de conhecimentos prévios.....</b>	<b>99</b>
	<b>APÊNDICE B - Modelo de Relatório.....</b>	<b>100</b>
	<b>APÊNDICE C - Metodologia para o preparo do carvão ativado de casca de banana.....</b>	<b>102</b>
	<b>APÊNDICE D - Roteiro experimental: Oficina “O carvão ativado da casca de banana como componente filtrante”.....</b>	<b>104</b>
	<b>APÊNDICE E - Trabalho submetido para o IV Congresso Brasileiro Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia.....</b>	<b>106</b>
	<b>APÊNDICE F - Trabalho submetido para o 18º Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas.....</b>	<b>114</b>
	<b>APÊNDICE G - Trabalho submetido para o 18º Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas.....</b>	<b>119</b>
	<b>APÊNDICE H - Trabalho submetido para o Congresso Nacional de Práticas Interdisciplinares e Sustentabilidade.....</b>	<b>131</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A preocupação com os problemas provocados pelas atividades humanas sobre o meio ambiente tem sido crescente no Brasil e no mundo, tanto por parte dos cidadãos quanto pelas empresas e, em especial, pelos profissionais da química (Cortes Júnior; Corio; Fernandez, 2009). Esses problemas estão associados às atividades industriais, agrícolas e urbanas, dentre os quais pode-se citar a poluição da água e da atmosfera, o desaparecimento de espécies da fauna e flora, a contaminação e desgaste do solo assim como as mudanças climáticas, entre outros (Brasil, 2005).

O meio ambiente vem sofrendo com a exploração excessiva dos recursos naturais, comprometendo sua disponibilidade para as futuras gerações. Com isso, fica evidente a necessidade da conscientização ambiental e social, mediante as formas atuais de consumo, bem como a adoção de atitudes que minimizem estes impactos (Wuillda *et al.*, 2017). Sendo assim, a educação se configura como uma ação social capaz de fornecer elementos formativos que podem ampliar a dimensão ambiental, ao considerar as relações sociais, políticas, econômicas e culturais que constituem a situação ecológica no mundo globalizado (Cassiano; Echeverría, 2014).

Diante desse contexto e devido ao seu caráter complementar e transdisciplinar, a Educação Ambiental (EA) apresenta-se como um caminho rumo a tentativa de resgate da participação dos cidadãos na solução dos problemas ambientais, promovendo instrumentos de construção para uma visão crítica, estimulando os atores sociais a problematizar e pensar sobre o meio ambiente diretamente associado aos valores éticos, de modo a buscar uma melhoria no quadro atual de crise socioambiental (Jacobi, 2005).

A EA no Brasil constitui-se em um direito de todos os cidadãos e em um dever do Estado instituída legalmente como parte integrante da educação nacional desde 1980 (Santos, 2015) e diante disso, é exigido das escolas, como acesso ao conhecimento científico, que novas práticas sejam fundamentadas na formação da cidadania e caracterizadas como instrumentos capazes de fomentar o espírito crítico e promover a inserção do indivíduo em sociedade (Latini; Sousa, 2011). Porém, o que se verifica na prática são atividades pontuais e desconectadas da realidade vivida pelos alunos (Arrigo; Alexandre; Assai, 2018), e acredita-se que a causa dessa dificuldade esteja vinculada à organização curricular, que acaba fragmentando o conhecimento e à prática docente (Diniz *et al.*, 2021).

Portanto, de acordo com Vaitsman e Vaitsman (2006), aproveitar situações de impactos ambientais visando o processo ensino-aprendizagem dinâmico, interdisciplinar e contextualizado pode ser uma forma de o professor despertar nos alunos a consciência da importância da química e levá-los a construir conceitos significativos para a melhoria de sua qualidade de vida, independentemente da situação socioeconômica.

Dessa forma, desenvolver projetos ambientais na escola, promovendo a participação de todos, alunos, docentes, equipe técnica e comunidade, associando o problema ambiental com a realidade dos discentes, contribui com a permanência do aluno na escola e possibilita o trabalho coletivo, a interdisciplinaridade, a aprendizagem significativa, a conscientização ambiental e cidadã e o despertar do sentimento de pertencimento (Calazans *et al.*, 2022). E, sendo assim, esses projetos devem priorizar a abordagem de problemas ambientais da realidade dos alunos, o que implica em uma educação que esteja alinhada com a aprendizagem significativa.

O processo de aprendizagem que envolve a EA deve ser centrado no aluno, gradativo, contínuo, respeitador de sua cultura e sociedade, crítico, criativo e político, com a preocupação de construir conhecimentos a partir da discussão e envolvimento com os processos avaliativos dos problemas comunitários, assim como do olhar observador dos estudantes que exercem um importante papel de sensibilização social por meio de uma realidade individual e coletiva na comunidade em que vivem (Silveira; Ruas; Elias, 2021).

Tal exigência busca a consolidação da autonomia dos educandos e, para êxito, requer a adoção de ferramentas metodológicas que possam ajudar efetivamente no processo de aprendizagem significativa, principalmente aquelas capazes de priorizar o protagonismo dos educandos no desenvolvimento de seu processo crítico-reflexivo (Oliveira; Neiman, 2020).

Dentre os problemas que mais assombram o meio ambiente está a poluição da água. A qualidade da água em nosso planeta vem se deteriorando bastante com o passar dos anos. Problemas relacionados com a poluição da água aumentaram devido à industrialização, e dessa forma a questão da água transformou-se em um dos mais sérios desafios que a sociedade vem enfrentando a curto prazo (Torralbo; Marcondes, 2009).

Desde meados do século XX, a consciência ambiental relacionada à água vem crescendo e muitas sociedades passaram a desenvolver políticas públicas e leis ambientais para tentar equilibrar o crescimento econômico com a preservação deste recurso de suma importância à vida (Bortolotti, 2010).

A contaminação química e biológica das águas naturais e de consumo humano é uma preocupação de toda a sociedade, visto que a água quando contaminada, pode promover a disseminação de inúmeras doenças, além de contaminantes extremamente prejudiciais à saúde humana (Ventapane; Santos, 2021).

As águas residuais, também conhecidas como efluentes, representam um dos maiores poluentes aquáticos, principalmente ao considerar seu descarte indevido - sem o tratamento adequado (Silva *et al.*, 2013). Esses efluentes contêm vários compostos tóxicos, como metais pesados, corantes, e alimentos orgânicos, que podem ter potencial efeito prejudicial não somente nos seres humanos, causando doenças graves, mas também à vida aquática, podendo levar a morte de espécies da região (Chojnacka, 2010).

Portanto, a contaminação dos efluentes líquidos é um problema que deve ser solucionado através da recuperação ou remoção dos metais, sendo assim, a necessidade de tratamento ambiental levou à aplicação de técnicas como precipitação, coagulação, redução, troca iônica e adsorção (Pino; Torem, 2011). Vários trabalhos estão sendo publicados recentemente evidenciando os diferentes métodos de tratamento e tecnologias que atingem eficiências de remoção elevadas e são atualmente utilizadas nesse processo (Joseph *et al.*, 2019).

Um dos principais métodos utilizados para minimizar os danos ambientais presentes na água é a adsorção, sendo uma técnica economicamente viável e simples - quando comparada com outros métodos disponíveis -, de fácil operação e efetiva na remoção de metais pesados e substâncias tóxicas em soluções aquosas (Pereira, 2021). O processo de adsorção baseia-se na interação entre as moléculas de um determinado fluido - chamado de adsorvido - e uma superfície com propriedades adsorventes (Nascimento *et al.*, 2020), normalmente, formadas por sólidos porosos - como o carvão ativado.

Diferentes tipos de adsorventes podem ser utilizados nesse processo, como carvão ativado, zeólita, sílica gel, alumina ativada e alguns polímeros, devido às suas elevadas áreas superficiais, porém, devido ao elevado custo destes, alguns materiais oriundos de resíduos agroindustriais vêm sendo utilizados como adsorventes, são exemplos: algas, microorganismos vivos ou mortos (como bactérias, fungos), entre outros (Pereira, 2021).

Diante desse contexto, o presente trabalho tem como objetivo integrar a temática ambiental ao conteúdo de química, abrangendo-a com a problematização causada pelo descarte indevido de resíduos como a casca da banana; em complementação, objetiva-se introduzir o conceito de separação de misturas aliado às técnicas de filtração e adsorção

no tratamento das águas residuais através de uma oficina para os alunos do ensino médio (E.M.).

## 1.1 JUSTIFICATIVA

O tema da pesquisa foi escolhido em vista da necessidade de se desenvolver a educação ambiental no ensino médio voltada para a sustentabilidade no currículo nacional utilizando um tema gerador muito importante e essencial em nossas vidas: a água. De acordo com dados na literatura, é possível promover a discussão de uma questão bastante relevante e que influencia diretamente a qualidade de vida dos cidadãos – o tratamento de água e esgotos. Nesse aspecto, o professor pode conectar os conceitos químicos envolvidos nos processos de separação de misturas com a obtenção de água potável em estações de tratamento de água e a obtenção de água com níveis aceitáveis para ser lançada em rios, lagos ou oceanos (tratamento de esgotos), como sugerido por Mortimer e Machado (2013).

De maneira geral, ainda são raros os questionamentos nos livros de Química do ensino médio sobre os parâmetros de qualidade da água, isto é, parâmetros cujos valores podem indicar a qualidade da água, como substâncias, microrganismos e propriedades físicas usadas como indicativos.

Partindo do ponto de vista sanitário, as características físico-químicas das águas são de grande importância, de forma que o estudo destes parâmetros pode ser uma alternativa viável para contextualizar diversos temas em sala de aula. De acordo com Barcellos (2019), a escolha do tema gerador deve estar atrelada a uma problemática que desperte o interesse do aluno em desenvolver ações que possam solucionar a situação problema e deve ampliar as habilidades para construir o significado do conceito científico.

Sendo assim, a pesquisa visa propor uma metodologia de ensino através do reaproveitamento de resíduos, mais especificamente a casca da banana, e dessa forma inserir o conceito químico de separação de misturas através de um tema social com o intuito de promover uma aprendizagem significativa, contribuindo dessa forma para que haja a construção de um conhecimento sistematizado no ensino de química, de maneira atrativa.

Portanto, o tema da pesquisa pode ser uma alternativa didática para o ensino de Química considerando que seja abordada uma proposta de planejamentos de ensino para o tema água abordando tais relações e a aprendizagem significativa dos conceitos.

## **2 OBJETIVOS**

Os objetivos deste trabalho dialogam com a teoria da aprendizagem significativa, ao se propor a realização dos processos de mapeamento dos conhecimentos prévios (verificando aquilo que os alunos já sabem sobre o conteúdo) para iniciar a organização dos conceitos abordados na aula expositiva e a sistematização dos conceitos aprendidos em mapas conceituais, possibilitando que os estudantes sistematizem os novos conhecimentos aprendidos, destacando as relações intrínsecas entre eles.

### **2.1 Objetivo geral:**

O presente trabalho tem como objetivo geral utilizar o tema gerador “Poluição e tratamento de água” em aulas de Química e propor uma sequência didática em conjunto com uma oficina visando abordar, de forma contextualizada, conteúdos programáticos da disciplina no ensino médio, propondo alternativas para que os professores possam trabalhar e aplicar conceitos relacionados ao tema em sala de aula.

### **2.2 Objetivos específicos:**

- a) Elaborar uma sequência didática de aulas teóricas, expositivas e dialógicas de forma contextualizada com a temática da água em conjunto com uma oficina abordando o uso de biossorventes no tratamento de água;
- b) Sensibilizar e conscientizar os alunos sobre a importância da água potável para a população;
- c) Realizar uma pesquisa bibliográfica em evento científico a respeito da temática envolvendo o uso dos principais biossorventes que estão sendo utilizados na remoção de metais pesados em efluentes e meios aquosos.

## **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E ABORDAGEM PEDAGÓGICA**

Este capítulo realiza uma sucinta revisão bibliográfica sobre alguns aspectos da abordagem pedagógica que norteia este trabalho, dialogando com conceitos relacionados à Educação Ambiental no ensino de Química visando a sustentabilidade, o significado e a importância do tema gerador e da teoria da aprendizagem significativa, destacando o papel dos materiais didáticos como ferramenta auxiliadora do processo de ensino-aprendizagem.

### 3.1 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL

A Teoria da Aprendizagem Significativa tem origem nos estudos cognitivistas de David Ausubel, na qual o conhecimento prévio pode ganhar novos significados se tornando um conhecimento mais resistente, mais ordenado e eficiente de maneira a servir de “âncoradouro cognitivo” para outros novos conhecimentos (MOREIRA; MASSONI, 2015).

Quando divulgou essa teoria, no ano de 1960, Ausubel propôs essa estratégia a fim de facilitar a aprendizagem significativa, compreendida como o processo por meio do qual uma nova informação é relacionada a uma informação anterior (Souza, 2013). Um dos aspectos mais importantes da teoria foi a preocupação em construir uma teoria de ensino que pudesse ajudar os professores no seu desempenho em sala de aula (Ronca, 1994).

David Ausubel realça a necessidade de o aprendiz se colocar como sujeito ativo e não passivo em seu processo de aprendizagem (Moreira; Masini, 2001) e nessa perspectiva, o ensino pressupõe a necessidade de contextualização, no sentido de promover o senso crítico e reflexivo frente às questões sociais às quais estamos inseridos. Sendo assim, os educadores são responsáveis por buscar estratégias para tornar a aprendizagem significativa (Cruz, 2021).

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel, ao buscar construir conhecimentos significativos, possibilita que o conhecimento científico seja utilizado na melhora das soluções problemas do dia a dia, contextualizando-o à realidade dos alunos (Morin; Díaz, 2016).

Diante disso, define-se aprendizagem significativa como aquela decorrente da interação substantiva e espontânea de uma nova informação com os conhecimentos que o indivíduo já os detém e as ideias prévias armazenadas na estrutura cognitiva do aprendiz são denominadas como “subsunçores” (Moreira; Masini, 2006).

Dessa forma, para facilitar a aprendizagem significativa, o professor deve buscar a melhor maneira de relacionar, explicitamente, os aspectos mais importantes do conteúdo a ser aprendido com aspectos especificamente relevantes da estrutura cognitiva do aprendiz (Lima, 2019).

De acordo com Pozo (2002), uma aprendizagem significativa requer compreender o significado do que se estuda, sendo um processo em que o que se aprende é o produto da nova informação interpretada à luz de, ou através do que, já se sabe. Portanto, não se

trata de reproduzir informações, mas de assimilá-las ou integrá-las nos conhecimentos anteriores e assim, pode-se compreender e adquirir novos significados e conceitos (Pozo, 2002).

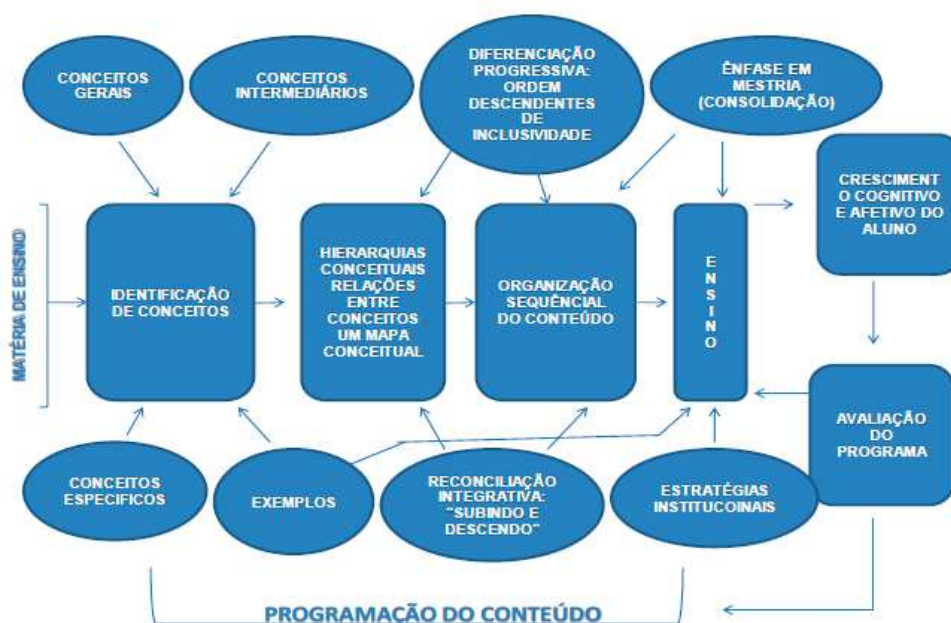
A construção de uma educação ambiental crítica encontra subsídios na Teoria da Aprendizagem Significativa, uma teoria construtivista, em que o conhecimento é um processo construtivo que valoriza o papel da estrutura cognitiva prévia de quem aprende (Valadares, 2011).

No entanto, vale ressaltar que nem sempre haverá o ponto de partida para se desenvolver uma aprendizagem potencialmente significativa, ou seja, pode ser que o aluno não disponha do subsunçor para que seja realizado o processo de ancoragem do novo conhecimento (Barcellos, 2019). Nesse caso, Moreira (1999) sugere que o professor apresente esses conceitos para o estudante, para, então, explicar o novo conteúdo propriamente dito, podendo resultar na apropriação de novos significados pelo educando, que realizará uma nova organização das informações de forma hierárquica, estabelecendo prioridades aos conceitos eleitos como principais para o seu conhecimento.

Portanto, deve-se buscar relacionar o conhecimento prévio do aluno com conceitos teóricos relevantes para sua formação, através de materiais que permitam a revisão dos conceitos e assim ele poderá descobrir e redescobrir seus conhecimentos.

Na Figura 1 é apresentado um dos modelos possíveis para que se possa desenvolver e atingir a aprendizagem significativa, postulada por David Ausubel.

Figura 1 - Modelo possível para a Aprendizagem Significativa



Fonte: Moreira e Masini (2001).

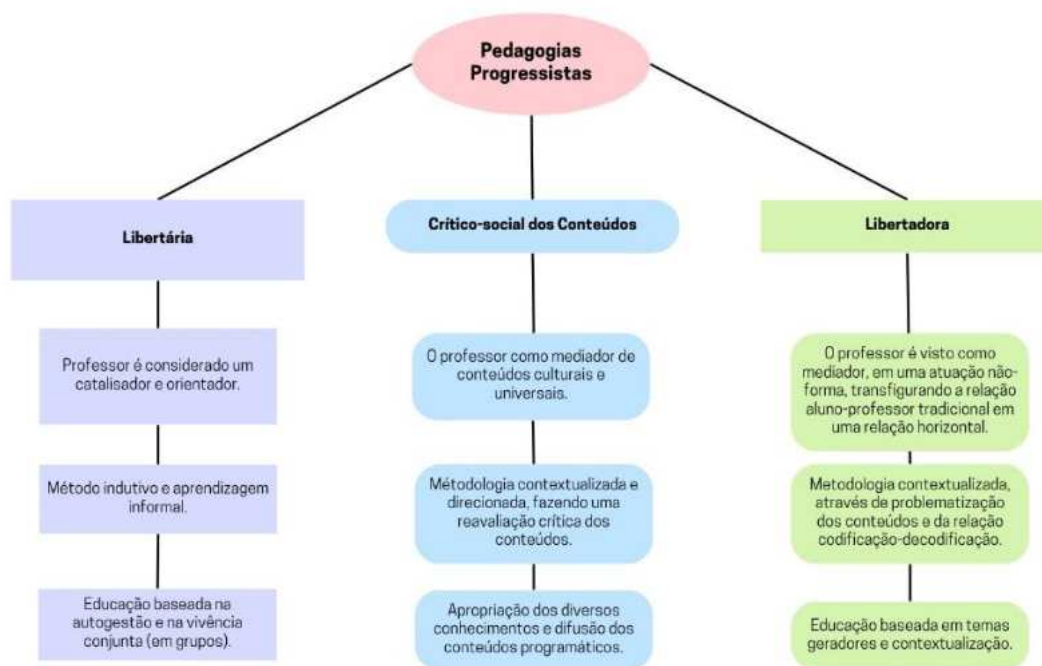
### 3.2 PEDAGOGIA FREIRIANA

O espaço não formal é um ambiente diferente do cotidiano e proporciona o método de ensino onde os alunos podem fazer análises e interpretações sobre o mundo em que vivem, utilizando metodologias diferentes, onde faz-se necessário uma preparação por parte dos professores para que o processo tenha o máximo aproveitamento possível do aprendizado (Freire, 2003).

Ibid (1975), a troca de experiências e de ideias é o que normalmente falta nos sistemas de ensinos formais atuais, visto que os docentes costumam ditar ideias, levando a uma aprendizagem mecânica dos estudantes. De acordo com o educador e filósofo, a aprendizagem mecânica e especializada é importante, porém ela sozinha se torna uma ameaça quando, por exemplo, o oprimido acredita que a única forma de mudar é se tornando opressor.

As tendências pedagógicas podem ser divididas em dois grandes grupos: liberais e progressistas, sendo este último dividido em libertadora, libertária e crítico-social dos conteúdos (Libâneo, 1994). Na figura 2 é apresentado um fluxograma com as principais diferenças entre as três tendências pedagógicas progressistas.

Figura 2 – Fluxograma com as três pedagogias progressistas



Fonte: UFSC didática (2010).

A tendência progressista libertadora tem como seu principal representante Paulo Freire e não se enquadra no ensino formal, embora alguns de seus métodos sejam cada vez mais utilizados pelos professores. Sua principal característica é a utilização de “temas geradores”, necessários para o desenvolvimento da aprendizagem, caracterizados por situações locais que abrem perspectivas e análises de problemas nacionais e regionais (Freire, 2019).

O tema gerador foi uma nova concepção de ensino elaborada na década de 1950 por Paulo Freire, a qual foi divulgada em seu livro intitulado “Pedagogia do Oprimido”, no qual constitui uma metodologia conscientizadora que compreende temáticas significativas, ligadas aos problemas reais da sociedade e implica estudar os problemas em sua totalidade e abrangência, de forma a romper com os conhecimentos populares (Freire, 2014).

Na busca pelo desenvolvimento de práticas educacionais que valorizem o meio em que o aluno está inserido, a proposta do tema gerador vem se mostrando como uma boa alternativa metodológica para a aplicação dos conteúdos disciplinares. Esses temas se chamam geradores porque qualquer que seja a natureza de sua compreensão como ação por eles provocada, contém em si a possibilidade de desdobrar-se em outros temas, que, por sua vez, propõem novas tarefas a serem cumpridas (Freire, 1975).

A pedagogia de Paulo Freire dá ênfase à busca dos temas geradores, envolvendo os alunos nesse processo educativo, direcionando-os para a conscientização e liberdade. Dentro dessa pedagogia, destacam-se a problematização e a dialogicidade. A problematização é caracterizada por um processo de desestabilização das concepções prévias do educando, considerando que o seu contexto de vida pode ser apreendido e modificado e a dialogicidade está focada na interlocução entre educador e educando; porém, em um diálogo diretivo que permite ao educando ter conhecimento do seu pensar ingênuo em relação ao seu conhecimento prévio, entendendo o processo educativo como prática da liberdade (Freire, 2008).

Nesse cenário, o educador deve possuir uma visão crítica e buscar a humanização dos educandos por meio de um processo dialógico, onde a dialogicidade vai muito além da mera interlocução entre os sujeitos, pois este processo fundamenta uma construção de novos conhecimentos, sempre contemplando a experiência dos indivíduos no processo de aprendizagem (Freire, 1975).

Portanto, mediante os valores dominantes, a escola possui o dever de dimensionar a percepção destes valores, socializando o conhecimento com práticas pedagógicas que

possibilitem estimular a criticidade dos estudantes, visto que tais práticas devem ser dialógicas e problematizadoras na tentativa de buscar o reconhecimento de suas situações-limite, constituindo-se em desafios que precisam ser vencidos (Freire, 1975).

Diante disso, referenciada ao pensamento crítico-pedagógico de Paulo Freire, a Educação Ambiental se reafirma como uma das dimensões urgentes da Educação, em vista de melhores condições de vida em nosso mundo (Dickmann; Maria; Carneiro, 2012).

### 3.3 A CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

Segundo Lopes (2002), o conceito de contextualização foi desenvolvido pelo Ministério da Educação (MEC) por apropriação de múltiplos discursos curriculares, nacionais e internacionais, oriundos de contextos acadêmicos, oficiais e das agências multilaterais.

Na língua portuguesa, o termo contextualização começou a ser utilizado a partir da promulgação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). No documento oficial, o sentido do termo está inserido numa ideologia que orienta e reforça a necessidade de uma discussão contínua e progressiva, na direção do entendimento e da aceitação de que o saber que o aluno traz está elaborado numa base contínua, e constitui sua síntese na leitura do mundo que o cerca (Lima, 2019).

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), contextualizar o conteúdo nas aulas com os alunos significa primeiramente assumir que todo conhecimento envolve uma relação entre sujeito e objeto. Nesses documentos, a contextualização é apresentada como recurso por meio do qual se busca dar um novo significado ao conhecimento escolar, possibilitando ao aluno uma aprendizagem mais significativa (Brasil, 1999).

Fica contemplado também nesses documentos que a contextualização não deve servir para a banalização dos conteúdos das disciplinas, mas sim como um recurso pedagógico capaz de contribuir para a construção de conhecimentos e formação de capacidades intelectuais superiores (Brasil, 1999). Nos PCNEM e PCN, observa-se que ideias de contextualização retratam diferentes tendências da área do ensino de ciências e observa-se que o sistema educacional passa a ter maior contato com o termo contextualização que, mesmo já fazendo parte do meio educativo, permanecia mais restrito a alguns estudiosos (Wartha; Silva; Bejarano, 2013).

De acordo com os PCN, o aprendizado de Química deve “possibilitar ao aluno a compreensão dos processos químicos assim como a construção do conhecimento científico, relacionando sua aplicação tecnológica com a implicação ambiental e social” (Brasil, 1999).

Já de acordo com os PCNEM, a contribuição de conhecimentos químicos para o progresso tecnológico deve estar no discurso daqueles que atuam na promoção de uma cultura científica, assim como a responsabilidade de difundir estes saberes de maneira contextualizada, numa perspectiva de causa e efeito (Brasil, 1999). Portanto, segundo a proposta dos PCNEM, o ensino de química deve valorizar a aplicabilidade dos conteúdos para a vida e a relação com as outras disciplinas do currículo, de modo que o conhecimento químico seja usado de forma contextualizada e significativa para o educando.

De acordo com Marcondes e Silva (2007), a contextualização no ensino é motivada pelo questionamento sobre o que os alunos precisam saber de Química para exercer uma melhor cidadania de tal forma que seja permitida a abordagem de conteúdos químicos associados aos aspectos sociais, históricos, políticos, éticos e psicológicos.

Rubio e colaboradores (2012) pontuam que o ensino de Química nas escolas de educação básica não tem alcançado sua finalidade, visto que a maioria dos estudantes não consegue se posicionar sobre problemas e não percebe que a Química é uma ciência que está presente em quase tudo na vida. Segundo o autor, isso ocorre porque os conteúdos são apresentados de forma independente e dissociados, o que dificulta o aprendizado.

Diante desta perspectiva, um problema específico do ensino da disciplina de Química é em relação à abordagem dos conteúdos, que muitas vezes é feita sem a devida relação com algo da vivência dos educandos, visto que o ensino de conceitos científicos complexos, quando não relacionados às situações vivenciadas pelo aluno, implica em dificuldades de compreendê-los, e até mesmo, de aceitá-los (Lima, 2019).

A orientação para se buscar a aprendizagem significativa em Química no ensino médio é recomendada nos PCN's (Brasil, 1999), com a implementação de atividades que proporcionem a contextualização dos conceitos a serem ensinados, com a realidade dos aprendizes, no sentido de aproximá-los da compreensão significativa dos mesmos.

De acordo com a pedagogia de Paulo Freire, a contextualização é visivelmente o princípio norteador para o ensino de ciências, o que significa um entendimento mais complexo do que a simples exemplificação do cotidiano ou mera apresentação superficial

de contextos sem uma problematização que de fato provoque a busca de entendimentos sobre os temas de estudo (Wartha; Silva; Bejarano, 2013).

Portanto, a contextualização constitui-se em um princípio curricular que pode ter distintas finalidades, dentre as quais a motivação do aluno, a facilitação da aprendizagem e a formação para o exercício da cidadania (Santos; Quadros, 2004) e vem sendo defendida em documentos oficiais como um princípio norteador de uma educação voltada para a cidadania, para o trabalho e para a vida pessoal cotidiana, sendo a maior ênfase dada no meio ambiente e na saúde humana (Lopes, 2002).

### 3.4 A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO DE QUÍMICA

Uma grande dificuldade associada ao processo de ensino aprendizagem da disciplina de Química que vem sendo relatada pelos professores, decorre basicamente do modo como a disciplina vem sendo apresentada e trabalhada com os alunos em sala de aula, sendo que na maioria das vezes, o conteúdo é apresentado distante da realidade dos alunos e quase sempre com ênfase em um conjunto de fórmulas sem significados para os mesmos. Uma das alternativas para melhorar o processo de ensino e aprendizagem e permitir que os alunos consigam ter uma melhor compreensão tem sido o uso de abordagens temáticas, uma vez que pode tornar mais fácil o levantamento das problemáticas e a contextualização dos conteúdos (Filho; Silveira, 2013).

Os autores Canesin e colaboradores (2010) mencionam que o profissional da Química é considerado um dos principais atores que pode atuar como um mediador da compreensão do meio ambiente e as suas relações com a Química e que diante disso, alguns professores podem definir temas-chave para que em cima deles possam interagir com diversas disciplinas estabelecendo, junto de práticas docentes e do desenvolvimento do trabalho didático-pedagógico, subsídios para a transformação do indivíduo.

Sabe-se que um dos grandes desafios da ciência é encontrar possíveis soluções para as consequências desastrosas deixadas no meio ambiente, portanto, tal constatação traz à tona a necessidade de se repensar o ensino de química, buscando alternativas que possibilitem ao educando a construção do conhecimento de forma prazerosa e contextualizada, fazendo com que este se sinta seguro e atuante na sociedade (Alves, 2014).

A Química é uma disciplina que possui um campo de conhecimento transversal, propício para ser trabalhado de maneira interdisciplinar e apropriado para a Educação

Ambiental (EA), visto que é capaz de articular diferentes níveis de percepção da realidade, expandindo as visões de mundo e natureza e pode ser encontrada em inúmeros aspectos da vida cotidiana como alimentos, poluição, remédios, produtos de limpeza, entre outros temas que são existentes na vida da sociedade atual e estão relacionados ao meio ambiente (Puga, 2014).

No contexto escolar, o desenvolvimento da EA é compreendido como uma das mais significativas possibilidades de provocar mudanças na forma de pensar e agir dos sujeitos com relação ao meio ambiente. A Lei 9.795, de 27 de abril de 1999, que instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), estabelece a obrigatoriedade da EA em todos os níveis do ensino formal da educação brasileira (Brasil, 1999).

Em outro aspecto legal, o tema “meio ambiente” é considerado como um dos temas transversais sugeridos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (Brasil, 1997), justificando a inserção do tema, inclusive, no ensino de Química.

No Brasil, a lei mais importante para a área educacional, além da constituição de 1988, é a LDB –Lei de Diretrizes e Bases (nº 9.394/96), que define e regulamenta o sistema educacional brasileiro (Sigliani; Silva, 2020). No entanto, entre dezembro de 2017 e dezembro de 2018, foram aprovadas a Base Nacional Comum Curricular do Ensino Fundamental e a Base Nacional Comum Curricular do ensino médio, visando definir as habilidades e competências, e, portanto, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) passa a ser a fundamentação legal que define os rumos escolares (Martins, 2020).

Na BNCC são definidas as competências específicas para cada área e as habilidades a serem desenvolvidas. Em relação aos temas ambientais, o tema água é encontrado na categoria de ciências da natureza e suas tecnologias, presente na competência específica 1, onde se propõe analisar os fenômenos naturais e tecnológicos, sendo que os processos são analisados sob a perspectiva das relações entre matéria e energia. Os tópicos que falam sobre água são os conteúdos de: Ciclo da água, poluição e ciclos biogeoquímicos, não se aprofundando muito nas questões ambientais (Brasil, 2018).

Com a nova organização dos tópicos de educação ambiental na BNCC, houve um esvaziamento dos conteúdos inseridos nessa temática. Isso se dá pela necessidade de uma organização mais técnica dos conteúdos em detrimento de atingir metas em avaliações nacionais como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), Prova Brasil, dentre outros (Silva, 2015).

Portanto, é necessário advertir que a BNCC, em nível nacional, vem gerando impactos em diferentes segmentos do campo educacional como na formação dos professores, na elaboração dos materiais didáticos e nas avaliações educacionais em grande escala e dessa forma, pode-se acreditar que tais impactos não são garantias de avanços na educação, pelo contrário, representam o retrocesso histórico e homogeneização do complexo processo educacional brasileiro (Marques; Raimundo; Xavier, 2019).

Segundo Barbosa e Oliveira (2020), a BNCC não cita a Educação Ambiental como princípio necessário para o desenvolvimento das competências gerais e habilidades no Ensino Fundamental, mas faz referência à promoção da consciência socioambiental e do consumo responsável. Dessa forma, a EA não foi excluída totalmente da BNCC, porém foi citada sem garantia de sua execução de fato, deixando implícita apenas a necessidade de ser realizada.

Silva e Loureiro (2020) afirmam que o documento legitima e fortalece uma formação que negligencia os problemas socioambientais apresentando uma abordagem superficial, técnica, conservacionista e pragmática do ambiente e diante do processo de degradação e conflitos de interesses que envolvem o meio ambiente, a escola se apresenta como um espaço legitimado para a criação de condições e alternativas que estimulem os alunos a terem percepções e posturas cidadãs, críticas e cientes de suas responsabilidades em relação ao meio ambiente (Santos; Rodrigues, 2018).

Na década de 80, após debates e discussões, decidiu-se que a EA deveria ser uma temática que permeia todas as disciplinas. Com a elaboração dos PCN's, o tema meio ambiente foi incluído nos currículos escolares como tema transversal, atravessando toda prática educacional. De acordo com o documento, o tema pode, dependendo da forma como será abordado, se constituir em um espaço revigorador da vida escolar e da prática pedagógica (Souza, 2013).

Chassot (2003) adverte sobre a importância de se ensinar química dentro de uma concepção na qual se destaque o papel social da mesma, promovendo e despertando no aluno a capacidade de intervir e melhorar a realidade do mundo em que vive através do conhecimento científico. De acordo com Puga (2014), existem várias maneiras para se abordarem temas ambientais em sala de aula incluindo a discussão de textos, vídeos, experimentação, pesquisa, desenvolvimentos de projetos, fazendo assim uma ligação com os conteúdos presentes no currículo escolar, integrando as aulas com a realidade dos alunos.

Portanto, o desenvolvimento da Educação Ambiental nas escolas é de extrema importância para a transformação do crescente quadro de degradação ambiental e do uso excessivo dos recursos naturais e o ensino de Química pode contribuir para essa abordagem crítica, visto que é considerado importante para a compreensão do meio ambiente e das suas transformações (Santos; Schnetzler, 2003).

### 3.5 RECURSOS DIDÁTICOS ALTERNATIVOS PARA O ENSINO DE QUÍMICA

De acordo com Freire (2016) é fundamental que o professor reconheça o aluno como personagem principal do processo de ensino e aprendizagem, dando a ele a voz necessária dentro da sala de aula, se mostrando aberto ao diálogo, de modo que sejam criados espaços de investigação e aprendizado coletivos, lhe permitindo conhecer o contexto em que os estudantes estão inseridos, suas vivências, curiosidades e ideias sobre o mundo.

A partir do reconhecimento dessa leitura de mundo que o aluno possui, é possível ao professor promover a dinamização do processo de ensino e aprendizagem, de forma a tentar atribuir significado aos conhecimentos adquiridos, em um processo que articule a identificação dos conhecimentos científicos, de modo a utilizá-los como instrumentos para a realização de uma nova leitura de mundo que tem por objetivo uma transformação social (Freire, 2016). Nesse sentido, uma ferramenta capaz de dialogar com o meio social do aluno, introduzindo conceitos a partir de uma abordagem metodológica e problematizadora são as oficinas temáticas (Marcondes *et al.*, 2007; Silva; Machado, 2008; Marcondes, 2008).

#### 3.5.1 Oficinas temáticas

As oficinas temáticas são instrumentos que possibilitam a construção de ambientes de investigação em sala de aula, a fim de romper com o ensino tradicional e proporcionar a significação dos conceitos estudados. Neste processo de articulação da construção de novos conhecimentos, é necessário que o professor busque trazer questões que permitam dialogar com sua própria metodologia (Imbernón, 2010).

Segundo Marcondes (2008), as oficinas temáticas, possui como algumas de suas principais características:

- a) Utilização da vivência dos alunos e dos fatos do dia-a-dia para organizar o conhecimento e promover aprendizagens;
- b) Abordagem de conteúdos da Química a partir de temas relevantes que permitam a contextualização do conhecimento;
- c) Estabelecimento de ligações entre a Química e outros campos de conhecimento necessários para se lidar com o tema em estudo;
- d) Participação ativa do estudante na elaboração de seu conhecimento.

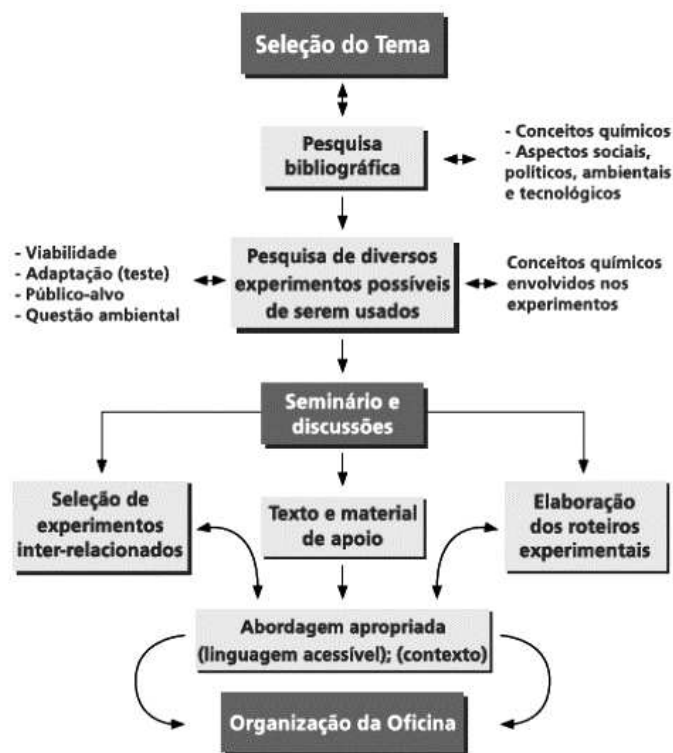
Nesse sentido, as oficinas seguem um esquema de aplicação que envolve o levantamento das ideias que os alunos têm sobre o tema, a realização das atividades e discussão dos resultados, relacionando-os com aplicações e implicações sociais (Marcondes, 2008) e são fundamentadas em tendências educacionais como a contextualização, a problematização, a dialogicidade e a investigação, além da abordagem temática que é característica essencial de uma oficina e tem suas raízes essencialmente em Freire (2016) e em Delizoicov e Angotti (1991).

As oficinas temáticas são continuamente utilizadas no ensino de Química, sendo instrumentos que possibilitam a construção de ambientes de investigação em sala de aula, a fim de romper com o ensino tradicional e proporcionar a significação dos conceitos estudados (Aguiar *et al.*, 2019).

É fundamental que o tema escolhido propicie ao aluno a construção de um olhar crítico sobre a realidade, reconhecendo sua importância social e atribuindo significados aos conceitos aprendidos em sala de aula (Marcondes, 2008). De acordo com os autores Silva, Santos e Lima (2013) a principal diferença entre as abordagens da sala de aula e da oficina temática está na consideração do conhecimento cotidiano dos alunos em relação ao conteúdo químico abordado na oficina e com isso, percebe-se que é imprescindível transpor para a sequência didática utilizada, situações vivenciadas pelos estudantes.

Nesse contexto, para o planejamento e desenvolvimento de uma oficina temática, o professor deve se ater à escolha de um tema e dos conteúdos que serão trabalhados a partir deles, conforme o esquema apresentado na Figura 3.

Figura 3 - Modelo esquemático da estrutura de elaboração de uma oficina temática



Fonte: Adaptado de Silva (2007).

Ao se analisar como ocorre o percurso para a aplicação deste recurso didático, percebe-se que as oficinas temáticas possuem como perspectiva a aprendizagem significativa e ainda, podem utilizar como ferramenta pedagógica o desenvolvimento de atividades experimentais, no qual, podem ser levantados questionamentos que podem corroborar na formulação e reorganização de ideias.

### 3.5.2 As sequências didáticas

Dentro do ambiente escolar se faz necessário refletir acerca das metodologias e estratégias que são utilizadas em sala de aula para o ensino e diante disso, cabe aos professores a busca constante de estratégias e metodologias que auxiliem os alunos na aprendizagem do conhecimento. Nesse contexto, surgem as sequências didáticas (SD) que são utilizadas como ferramentas educacionais com enfoque investigativo e são vistas como momentos pedagógicos ordenados e articulados, que possuem como objetivo auxiliar no processo de ensino e de aprendizagem de uma temática central por meio de problematizações de conceitos científicos (Moreira, 2015; Gondim, 2016; Zômpero; Laburú, 2016; Santos; Galembeck, 2018).

Para Zabala (1998) uma Sequência Didática (SD) se constitui como um “conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de objetivos educacionais que envolve momentos pedagógicos realizados durante um certo número de aulas, buscando promover a compreensão de conceitos e a retomada de informações anteriormente desenvolvidas” (p. 18).

Salienta-se que a elaboração de uma SD pressupõe planejamento, execução e avaliação, sendo organizados para que os objetivos possam ser alcançados (Zabala, 1998; Moreira, 2015; Gondim, 2016). Sendo assim, o professor é visto como a figura-chave no desenvolvimento de uma SD, pois passa a ser o promotor de oportunidades para novas interações entre os alunos e o conhecimento e sua função se inicia desde o planejamento até a avaliação da aprendizagem, em que são definidos os objetivos de ensino, atividades didáticas e instrumentos avaliativos.

Para a seleção do tema é importante que inicialmente o professor conheça o contexto social que permeia o cotidiano do aluno, visto que essa estratégia permite a construção de diálogos que levem a introdução do assunto que se pretende abordar (Barcellos, 2019).

### **3.5.3 Temas geradores no ensino de química**

Os temas geradores retratam assuntos de grandes significados para os participantes no processo educativo e são usados para a interpretação e representação da realidade (Costa; Pinheiro, 2013). Logo, o reconhecimento de situações reais colocadas em discussão durante a aplicação de determinado conceito científico, pode contribuir para facilitar a capacidade de interpretação do educando. Um outro ponto considerado importante a respeito do tema gerador destacado por Costa e Pinheiro (2013), é que o mesmo precisa ser problematizado para ganhar um maior significado por meio de uma análise minuciosa entre os envolvidos no processo educativo.

Diante disso, a utilização dos temas geradores tem se mostrado uma boa forma de se abordar os conceitos científicos no ensino de Química e dentro desse contexto, a água vem sendo utilizada como tema gerador por vários autores em seus respectivos trabalhos.

O tema gerador água tem feito parte do ensino de química, não somente pelos seus aspectos socioambientais, mas principalmente pela ampla variedade de conteúdos químicos que o mesmo permite abordar, tais como soluções, métodos de separação de misturas, concentração, propriedades coligativas, entre outros.

O tema “água” tem sido considerado importante no ensino da química, pois permite ao professor problematizar situações para que os alunos as interpretem, de maneira que os conceitos químicos possam auxiliar no entendimento de problemas, propiciando assim, a construção de atitudes de responsabilidade relacionadas ao meio ambiente. No entanto, estudos têm mostrado que os professores de química demonstram certa dificuldade em tratar os conhecimentos numa perspectiva de contextualização que valorize a reflexão e a tomada de decisões (Silva; Marcondes, 2006).

Segundo o autor Quadros (2004), a escolha da temática água ocorre devido a sua proximidade com a realidade dos alunos e pelo fato de constituir um assunto importante que permite trazer para o contexto os conceitos químicos que, por sua vez, podem permitir a formação do pensamento químico. De acordo com Franco (2017) a temática da água além de ser atual, surge como opção para a contextualização do Ensino de Química, pois permite que vários conteúdos do programa da disciplina sejam trabalhados em sala de aula.

Na literatura, vários pesquisadores têm desenvolvido trabalhos temáticos com a água por essa apresentar um alto grau de importância para a sociedade, visto que o consumo da mesma é um direito de todos e uma prática vital para a sobrevivência do indivíduo, envolvendo aspectos sociais, políticos, históricos, econômicos e de saúde pública em torno do seu uso, além de se tratar de um tema presente no cotidiano dos alunos, principalmente nos dias atuais, por isso, a escolha do tema para desenvolver a proposta didática.

### 3.6 CONCEITOS DE MISTURAS E MÉTODOS DE SEPARAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

A principal dificuldade encontrada pelos alunos no ensino de ciências, especialmente no ensino de química é a não compreensão dos conceitos trabalhados, pois os alunos apresentam dificuldades para relacionar a teoria com a prática, o que tem levado muitos professores a repensarem sua prática pedagógica, buscando novas metodologias a fim de facilitar o processo de aprendizagem (Züge, 2017).

De acordo com Fonseca (2016), um material é considerado uma mistura quando se observa que suas propriedades químicas variam significativamente de uma amostra para outra, mesmo quando observadas nas mesmas condições de pressão e temperatura.

Os materiais encontrados na natureza são, em geral, misturas de várias substâncias. Até mesmo nas atividades práticas realizadas nas bancadas de laboratórios, na tentativa de se preparar uma só substância, acaba-se, normalmente, chegando a uma mistura de substâncias. Com isso, torna-se então importante que nos laboratórios e também nas indústrias químicas, seja realizada a separação dos componentes das misturas até que cada substância pura fique totalmente isolada das demais (Atkins; Jones; Laverman, 2018).

Segundo os autores Silva, Alves e Lima (2015) o conceito de separação de misturas é geralmente visto de maneira sucinta no ensino médio e muitas vezes não é transmitido de maneira contextualizada, mostrando suas aplicações na vida cotidiana e conseqüentemente, os alunos possuem dificuldades em identificar a relevância deste conteúdo. Normalmente os métodos de separação de mistura são apresentados nos livros didáticos de forma superficial, não abordando suas aplicações.

De acordo com Erig (2021), o conteúdo de Separação de Misturas é fundamental e pouco explorado no ensino de Química e, na maioria das vezes são utilizadas poucas atividades experimentais, seja por falta de laboratório nas escolas ou de tempo para ser mais explorado pelo docente, mesmo tendo uma vasta gama de relações do conteúdo com o cotidiano dos alunos.

A introdução do conceito de substância química se dá no 9º ano do Ensino Fundamental, sendo este considerado um dos mais importantes da química, pois permite a compreensão de muitos fenômenos químicos (Züge, 2017), e sendo assim, é necessário que a temática “processos de separação de misturas” seja trabalhada com os alunos a fim de trazer problemáticas ligadas a acontecimentos cotidianos de modo que os estudantes observem, analisem, critiquem, experimentem, modifiquem situações concretas, em oposição ao tradicionalismo utilizado pelo método de ensino meramente expositivo (Cruz, 2021).

Na literatura existem alguns artigos encontrados em revistas brasileiras da área de Química que apresentam algumas pesquisas referentes aos conceitos de substância e mistura (Rocha; Cavicchioli, 2005; Lacerda *et al.*, 2012). De acordo com Mendonça e colaboradores (2014), os autores apontam dificuldades de compreensão dos conceitos, as quais estão relacionadas à forma como esses conceitos são abordados nos livros didáticos e aos vários significados que eles apresentam no contexto cotidiano.

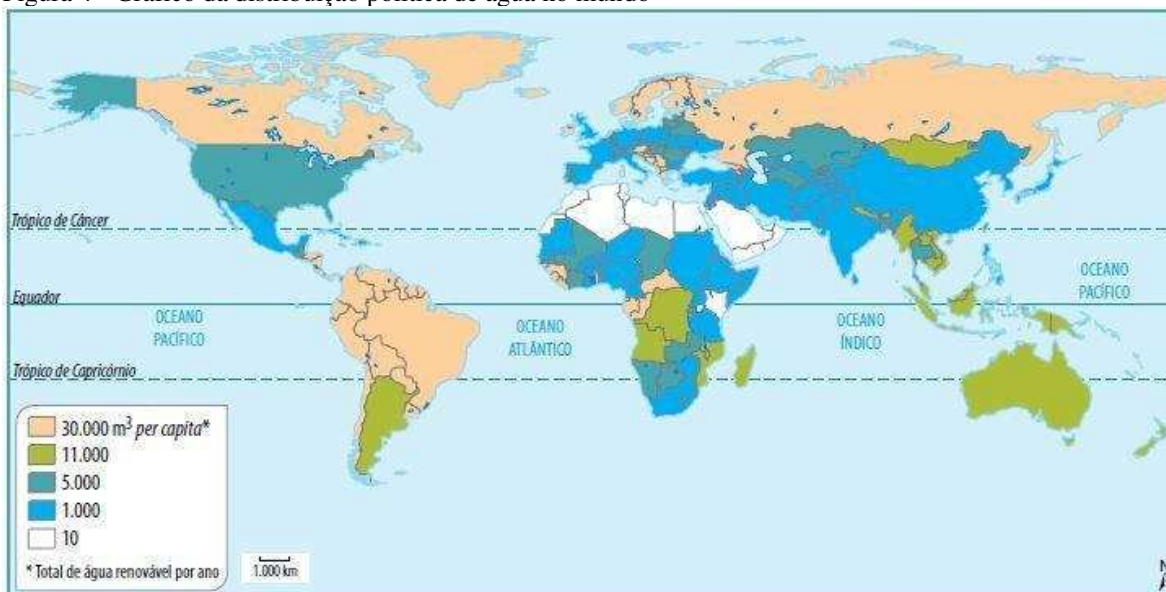
#### 4 A POLUIÇÃO DA ÁGUA E O MEIO AMBIENTE

A água é um recurso natural disponível em nossa natureza e fundamental para a sobrevivência de todos os seres vivos, sendo indiscutível sua importância. Apesar de o planeta ser coberto por aproximadamente  $\frac{3}{4}$  de água, apenas 3% é de água doce e está acessível para o consumo humano, localizada em rios, lagos etc (Oliveira, 2008).

O Brasil é considerado um país privilegiado, pois contém cerca de 14% dos recursos hídricos disponíveis no mundo. Desse total, 11,6% correspondem à água doce superficial, ou seja, encontrada nos rios, lagos, pântanos etc. Da quantidade de água doce disponível para consumo, 80% estão disponíveis na região Amazônica, sendo os 20% restantes distribuídos pelo restante do país (Brasil, 1991).

. Como essa distribuição não ocorre de forma igualitária, algumas regiões possuem abundância de água, gerando até desperdício por parte da população; outras regiões sofrem com a escassez desse recurso (Dias, 2016). Esta distribuição desigual pode ser observada na Figura 4.

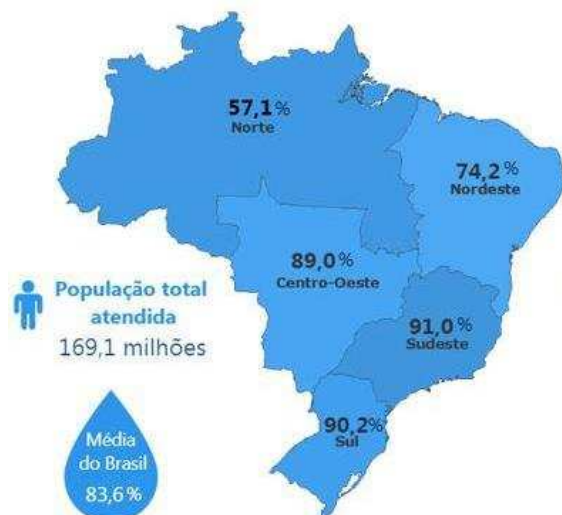
Figura 4 - Gráfico da distribuição política de água no mundo



Fonte: Moutinho [s.d].

Em nível nacional, a Figura 5 apresenta a distribuição política de água no Brasil, mostrando um pouco da desigualdade na mesma.

Figura 5 - Índice de distribuição política de água no Brasil no ano de 2018



Fonte: Adaptado de Ferreira (2020).

De acordo com Azevedo (1999), a poluição e seu controle costumam ser tratados em três categorias naturais: poluição das águas, poluição do ar e poluição do solo. Dessas três, a poluição das águas é considerada a mais preocupante, devido à necessidade que os seres vivos possuem da água para sobreviverem, visto que ela representa cerca de 70% da massa do corpo humano.

Por ser um recurso limitado, a falta dela é um dos graves problemas mundiais que afetam a sobrevivência dos seres vivos, e, em virtude de sua utilização cada vez mais exacerbada e desordenada, além do desperdício, este precioso bem está sendo prejudicado, intensificando a escassez de água potável (Tomaz, 2010), bem como evidenciando a importância em seu tratamento através das Estações de Tratamento de Água - ETAs. A Figura 6 mostra uma imagem de uma ETA da Águas do Rio.

Figura 6 - ETA Magé: primeira ETA da Águas do Rio



Fonte: Águas do Rio (2022).

A qualidade da água no nosso planeta vem se deteriorando, especialmente nas últimas décadas. Problemas relacionados com a poluição da água aumentaram após a Segunda Guerra Mundial, com a industrialização (SABESP, 2019), visto que as atividades industriais contribuem para a geração de águas residuárias contaminadas, podendo conter misturas de poluentes químicos que são considerados nocivos para o meio ambiente e/ou à saúde humana (Araújo *et al.*, 2004).

Dentro desse contexto, o Ministério da Saúde (MS), em 4 de maio de 2021, vigorou a Portaria nº GM/MS nº 888, dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (Ministério da Saúde, 2021). É através dessa portaria que são definidos os valores máximos permitidos para cada parâmetro característico da água potável, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Parâmetros Físico-Químicos Aceitos pela Portaria Vigente

<b>Parâmetro</b>	<b>Unidades</b>	<b>Portaria nº 888/2021-MS (VMP)*</b>
Sabor	-	Não Objetável
Cor	mg Pt/L	15 mg Pt/L
Odor	-	Não Objetável
Turbidez	mg/L ou uT	5
pH	-	6,0 a 9,5
Alcalinidade Total (CaCO <sub>3</sub> )	mg/L	-
Acidez Total	mg/L	-
Dureza Total	mg/L	300
Cloretos (Cl <sup>-</sup> )	mg/L	250

Fonte: Brasil (2021).

A Portaria GM/MS nº 888 de 2021. Dispõe sobre os procedimentos de controle de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 190, p. 127, 04 mai. 2021.

Ultimamente, com o aumento de empreendimentos antropogênicos e industriais como atividades de mineração e refino de minérios, atividades de refino de petróleo bruto, indústrias de polímeros, indústrias de galvanoplastia, indústrias de fertilizantes, fabricação de aço, atividades de produção de vidro e cimento, entre outros, grandes quantidades de metais pesados e outras substâncias tóxicas vem sendo liberadas no ambiente aquático, tornando a água imprópria para consumo humano e outras utilidades (Banerjee, 2012; Samatya *et al.*, 2006).

Considerando os aspectos sociais, econômicos e ambientais, em setembro de 2015, o Brasil junto aos 193 países membros da Organização das Nações Unidas (ONU)

comprometeu-se a adotar a Agenda 2030, um plano de ações voltado para o desenvolvimento sustentável, intitulada como “Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”. Esse plano é composto por dezessete Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (17 ODS) e 169 metas, assumidos pelos 193 países participantes da ONU com o objetivo de tornar o mundo mais sustentável (Jubilut *et al.*, 2020), conforme mostra a Figura 7.

Figura 7 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), da Agenda 2030 da ONU



Fonte: Carta Capital (2019).

A Agenda 2030 é um plano de ação para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade e que também busca fortalecer a paz universal com mais liberdade e os ODS constituem um plano de ação global para eliminar a pobreza extrema e a fome, oferecer educação de qualidade ao longo da vida para todos, protegendo o planeta e promovendo sociedades pacíficas e inclusivas até o ano de 2030 (Silva, 2019).

Em sua essência, os ODS buscam contemplar os aspectos sociais, econômicos e ambientais que permeiam nossa relação com o planeta. Sendo a água essencial para a vida no planeta Terra, dentre os ODS propostos, dois deles são dedicados ao tema água e estão intrinsecamente relacionados: o ODS 6, cujo objetivo é assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos; e o ODS 14, cujo objetivo é a conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável (ONU, 2015; ONU, 2018).

Em relação à Educação Ambiental, dos 17 ODS destaca-se o de número 4, que foca a Educação de Qualidade e em particular, a meta 4.7 que estabelece a garantia de

que todos os alunos devem adquirir as habilidades e conhecimentos para que possam promover o Desenvolvimento Sustentável (UNESCO, 2017).

Diante desse contexto, os metais pesados em águas residuais têm sido um grande problema nos últimos anos devido aos seus efeitos negativos não somente à saúde humana, mas aos recursos vivos e os sistemas ecológicos, que também estão em risco devido aos níveis crescentes de metais que vem sendo liberados no meio ambiente (Topare; Wadgaonkar, 2023).

Os íons contendo esses metais possuem uma tendência de se acumular no corpo humano, e acabam dando origem a problemas graves afetando a saúde e a deposição e ingestão de metais pesados contendo efluentes em corpos d'água tem sido relacionada a doenças como câncer, diabetes, insuficiência renal, mutação cutânea e doença mental (Adeleke *et al.*, 2017).

Devido às suas altas toxicidades, os níveis de metais pesados são controlados nas Legislações vigentes. Atualmente, no Brasil, a Resolução nº 430 (Brasil, 2011) é a vigente, e dispõe sobre condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores, complementando a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

A Tabela 2 fornece alguns valores padrões de metais e seus valores máximos permitidos em águas para consumo humano, para fins de enquadramento para corpos de água doce e lançamento de efluente.

Tabela 2 - Valores máximos permitidos (VMP\*) de metais em água e em lançamentos de efluentes

<b>Metal</b>	<b>Valores Máximos (mg/L)</b>
Arsênio total	0,5
Bário total	5,0
Boro total	5,0
Cádmio total	0,2
Chumbo total	0,5
Cianeto total	1,0
Cobre dissolvido	1,0
Cromo hexavalente	0,1
Cromo trivalente	1,0
Estanho total	4,0
Ferro dissolvido	15,0
Fluoreto total	10,0
Manganês dissolvido	1,0
Merúrio total	0,01
Níquel total	2,0
Nitrogênio amoniacal total	20,0
Prata total	0,1
Selênio total	0,30
Sulfeto	1,0
Zinco total	5,0

Fonte: CONAMA (2011).

Portanto, quando se trata de saneamento, a falta de investimentos e de medidas preventivas pode gerar um grande prejuízo ao país e resultar no aumento das desigualdades sociais, porque são utilizadas as chamadas ações tardias, onde o custo com tratamentos médicos e internações é muito mais alto do que o valor que deveria ser investido com a devida prevenção (Sega, 2021).

Diante disso, pode-se observar que a água sem o seu devido tratamento oferece vários riscos à população, visto que seu consumo ou a utilização para banho, higiene pessoal, limpeza e cozimento de alimentos pode ser prejudicial à saúde, provocando diversas doenças como a febre tifóide, hepatite infecciosa, cólera, fluorose dentária, esquistossomose, entre outros. Por isso, deve-se ter o máximo de cuidado no controle da qualidade da água (Sales, 2017).

Portanto, avaliar a água, independentemente de sua fonte, qualitativamente e quantitativamente em conformidade com a legislação vigente é de extrema pertinência, visto que alguma irregularidade nos parâmetros citados, pode causar sérios danos à saúde da população.

#### 4.1 TRATAMENTO DE ÁGUA

Para a manutenção de uma comunidade humana saudável é absolutamente essencial que exista um fornecimento de água pura, límpida e não contaminada por nenhuma espécie de poluente. (Macedo, 2018). O tratamento da água é uma estratégia para remover os contaminantes e atualmente, as estações de tratamento de água (ETA) são projetadas para fornecer água continuamente, de maneira a atender a critérios de potabilidade (Torralbo, 2010).

Diante disso, foram criadas as companhias de abastecimento público de água, as quais captam a água, avaliam os parâmetros físico-químicos e bacteriológicos, a fim de aplicar diversos processos de tratamento que a adequem no padrão de potabilidade, para então ser distribuída para a população. Após o tratamento adequado, seguindo as normas e parâmetros nacionais e internacionais, exigidos por lei, a água pode ser considerada potável e apta para o consumo humano e sua utilização em qualquer uma de suas atividades e essa não deve apresentar cor, cheiro ou sabor, e estar livre de substâncias tóxicas ou micro-organismos causadores de doenças (Sega, 2021).

Segundo Andrade e colaboradores (2016), no Brasil as ETAs são do tipo convencional onde a água bruta passa pelos processos de captação, coagulação, floculação, decantação, filtração, cloração, fluoretação, reservação e distribuição.

Na Figura 8 podem ser observadas as etapas do tratamento de água utilizado nas estações.

Figura 8 - Etapas do tratamento de água



Fonte: BAUMINAS (2021).

Os processos de coagulação, floculação, decantação e filtração tem como principal finalidade a remoção dos sólidos suspensos presentes na água captada e pré-oxidada (Sega, 2021). Geralmente, a água *in natura* é captada de um rio, passa por uma pré-cloração, em seguida são adicionados reagentes químicos como o sulfato de alumínio ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ), para que ocorra o processo de coagulação das partículas com agitação rápida e o hidróxido de cálcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) para equilibrar o potencial Hidrogeniônico (pH) e, posteriormente, a floculação com agitação lenta (Sales, 2017). Após a adição da Cal e do Sulfato de Alumínio na água bruta, a mesma é encaminhada para o tanque de floculação, onde ocorre a formação de flocos, que são eliminados por sedimentação e filtração (Dias, 2016).

A coagulação é a parte do processo onde ocorre a adição do coagulante químico que tem a finalidade de reduzir as forças que mantêm separadas as partículas em suspensão, enquanto a floculação promove colisões entre as partículas desestabilizadas pelo processo de coagulação, formando flocos de partículas de maior (Sega, 2021).

Em seguida, a água segue para o decantador, onde os flocos já formados se separam por ação da gravidade e se alojam no fundo do decantador. Ao final da etapa de decantação, cerca de 90% da turbidez já foi removida, visto que a água já está muito

crystalina e visivelmente limpa, mas isso não quer dizer que já está pronta para o consumo (Sega, 2021).

Figura 9 - Tanque decantador com raspador de lodo automático



Fonte: Sabbag e Morita (2003).

Após a permanência da água no tanque de decantação, a água passa por um processo de filtração, um mecanismo de remoção de partículas sólidas da água, por meio de camadas filtrantes (Dias, 2016). A água decantada é aduzida, através de canal comum, a filtros com meio filtrante formado por camadas de carvão mineral, areia e cascalho.

O carvão mineral tem uma função importante na purificação da água, pois remove as impurezas dissolvidas na água e compostos orgânicos através do processo de adsorção, além de ser uma barreira contra vírus e bactérias, a areia retém as partículas sólidas em suspensão e o cascalho dá sustentação para os materiais das primeiras camadas (Dias, 2016).

Após essa fase, ocorre a etapa de desinfecção, onde são adicionados agentes desinfetantes como cloro e flúor (cloração e fluoretação) para eliminar os microrganismos causadores de doenças presentes na água (Viana, 2001)

A filtração é um dos processos mais importantes no tratamento de água, pois é nele que todo o restante dos flocos que não foram removidos na sedimentação será retirado (Ioshimura, 2016). Essa etapa é importante não só para remover a turbidez da água, mas nela também inicia a remoção de microrganismos patogênicos, sendo um processo físico-químico que separa as impurezas em suspensão na água por sua passagem em um meio poroso (Richter, 2017).

Esse processo tem por objetivo eliminar a maior parte das impurezas encontradas na água, pois essas partículas ficam retidas nos filtros por onde a água passa, visto que toda sujeira é eliminada (Brandão, 2011). A eliminação dos sólidos nos filtros está baseada no princípio de ação mecânica que um meio poroso pode reter impurezas de dimensões menores que as dos poros da camada filtrante, no qual as partículas vão sendo retidas nos poros do meio filtrante, proporcionando seu acúmulo e aumentando assim a perda de carga (Ioshimura, 2016).

Figura 10 - Filtros de uma ETA da Águas de Guariroba



Fonte: Águas de Guariroba (2020).

Durante a filtração ocorrem alguns fenômenos como a ação mecânica de filtrar, sedimentação de partículas sobre grãos de areia, floculação de partículas que estavam em formação, pelo aumento da possibilidade de contato entre elas e formação de partículas gelatinosas na areia, promovida por micro-organismos que aí se desenvolvem (Brasil, 2014).

Após certo tempo de funcionamento, é necessário que seja realizada a lavagem do filtro, através da introdução da água no sentido ascensional, com velocidade suficiente para liberar as impurezas retidas (Mondardo, 2004). O filtro mais utilizado para remoção de partículas é o de areia rápido por gravidade, o qual consiste em camadas de areia e brita revestidas por uma estrutura de concreto com aproximadamente 2,70m perpassadas com drenos que regulariza o fluxo de água filtrada pelas camadas ao longo do filtro (Franco, 2009). Ressalta-se que a eficiência da filtração influi na desinfecção, pelo

processo ser agente da remoção de partículas que se interconectam com a presença de organismos patogênicos (Eustáquio, 2010). A coleta da água filtrada para a tubulação ocorre no fundo dos filtros (Sega, 2021).

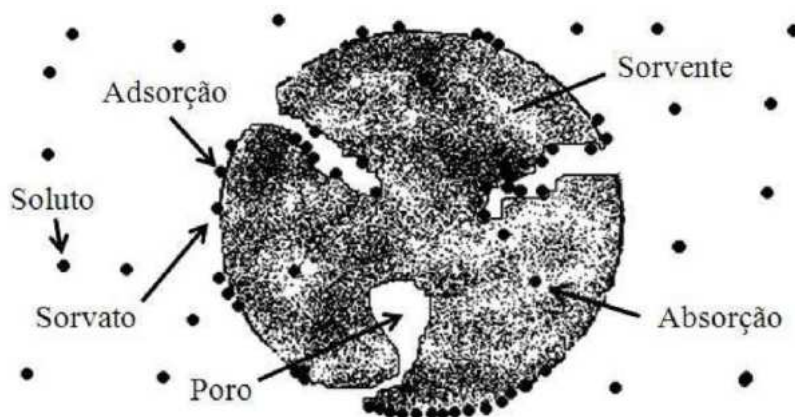
## 4.2 ADSORÇÃO

A adsorção é um fenômeno físico-químico de transferência de massa na qual um ou mais componentes, chamados adsorvatos, presentes em uma fase fluida migram para a superfície de um sólido adsorvente, onde ficam assim retidos (Pressi, 2021). O processo envolve a acumulação de substâncias entre duas fases, seja líquido-líquido, gás-líquido, sólido-líquido, sólido-gás (Silva, 2005).

A adsorção e a absorção são mecanismos de sorção, porém a adsorção é um processo à base de superfície, enquanto que a absorção envolve todo o volume do material (Gisi *et al.*, 2016). O processo de adsorção envolve a transferência e a distribuição de equilíbrio resultante de um ou mais solutos entre uma fase fluida e fase sólida, no qual o sólido é chamado de adsorvente, o componente que está na fase fluida é chamado de soluto e quando adsorvido na fase sólida passa a se chamar adsorvato (Pressi, 2021). O mecanismo de operação é fundamentado no contato entre as fases, onde a área superficial total disponível de contato é essencial para balancear as forças de atração e ocorrer a adsorção (Ramalho, 2012).

O mecanismo de adsorção pode ser simplificado por duas etapas determinantes. Primeiramente o adsorvato se encontra submerso no seio da solução ao redor da camada limite ou filme de líquido que envolve a partícula sólida. A etapa 1 consiste no transporte por difusão do poluente através do filme até a entrada dos poros do sólido e na segunda fase ocorre a difusão molecular do adsorvato através dos poros do sorvente (Tan; Hameed, 2017). A Figura 11 ilustra o processo de sorção.

Figura 11 - Processo de sorção

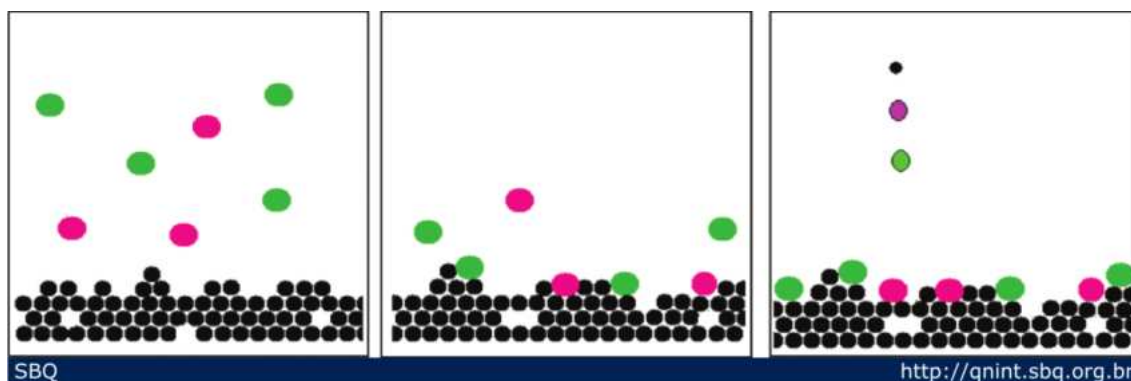


Fonte: Bonetto (2016).

De acordo com a natureza da interação entre o adsorbato e o sorvente, a adsorção pode ser física ou química devido à origem da ligação formada entre os dois. As moléculas que são atraídas para a superfície do adsorvente podem ser resultado da ação de forças de dispersão-repulsão (forças de Van der Waals) ou de forças eletrostáticas, estas últimas resultantes de um dipolo elétrico permanente, de um momento de quadrupolo ou, ainda, de carga elétrica de uma molécula ou grupo superficial. Se a superfície é polar, o campo elétrico resultante induzirá um momento de dipolo das moléculas, aumentando a extensão da adsorção (Perry; Green; Maloney, 1997).

Assim, cada substância possui propriedades específicas para a interação entre elas e para a eficiência da sorção. O processo que envolve as forças de Van der Waals é chamado de adsorção física ou fisissorção, como mostra a Figura 12, e na chamada adsorção química ou quimissorção estão envolvidas ligações químicas (Figura 13). Em geral, o primeiro é mais adequado para o processo de regeneração do adsorvente, visto que os resultados do processo são reversíveis, enquanto o segundo pode destruir a capacidade do adsorvente (Gisi *et al.*, 2016).

Figura 12 - Adsorção física



Fonte: Mimura, Sales e Pinheiro (2010).

A adsorção química ocorre em monocamada pela formação de ligações químicas que tendem a se acomodarem em sítios que propiciem o maior número de coordenação possível com o substrato, sendo assim mais resistentes que as físicas (Gisi *et al.*, 2016). Sob condições favoráveis, ambos os mecanismos podem acontecer de modo simultâneo ou alternado (Gisi *et al.*, 2016). A figura 13 ilustra o processo de adsorção química de corantes orgânicos sintéticos ocorrendo através da ativação química do carvão ativado com ácido fosfórico ( $H_3PO_4$ ).

Figura 13 - Adsorção Química



Fonte: Khan, Khan e Shahjahan (2016).

Existem alguns fatores que são considerados relevantes na eficiência de um processo de adsorção como grande área superficial, distribuição de tamanho de poros, polaridade, presença de grupos funcionais (Carolin *et al.*, 2017), além das propriedades físicas e químicas do adsorvato, como sua massa molar e o tamanho da molécula que determinam a capacidade de adsorção que será obtida no processo (Pressi, 2021). Essas propriedades influenciam na quantidade de moléculas que terão acesso aos poros do adsorvente sólido, o que altera a área efetivamente disponível para adsorção (Pressi, 2021).

Um outro fator relevante refere-se à solubilidade do soluto na fase fluida pois ele está intimamente ligado à existência de interações hidrofóbicas. A adsorção também é influenciada pelo estado de ionização da molécula presente na solução, que é capaz de variar conforme sua constante de dissociação ácida ( $K_a$ ) e o pH do meio em que ela se encontra (Babic *et al.*, 2007; Cabrera-Lafaurie; Román; Hernández-Maldonado, 2014).

Sabe-se que a capacidade de adsorção está relacionada com as propriedades do adsorvente assim como a afinidade com o elemento a ser removido da água, sendo portanto, importante a escolha correta do adsorvente a ser utilizado (Blanco, 2017).

O carvão ativado vem sendo o adsorvente mais utilizado em pesquisas por apresentar elevada capacidade de remoção de íons metálicos, devido à sua alta área superficial específica, decorrente da alta porosidade, e também pela sua afinidade por compostos poluentes (Pereira, 2021). Porém seu uso é um pouco restrito devido ao custo elevado e devido a isso, novas tentativas com adsorventes alternativos vêm sendo estudadas (Cionek, 2013).

A técnica de adsorção é um dos métodos mais eficientes e acessíveis na eliminação dos metais no tratamento de água e têm demonstrado sucesso na remoção de diversos poluentes presentes em efluentes, como metais pesados (Nunes *et al.*, 2020; Illi, 2016), corantes (Jurado Dávila *et al.*, 2020), fármacos (Del Vecchio *et al.*, 2019; Rosset *et al.*, 2020) e pesticidas (Boruah *et al.*, 2017; Wang *et al.*, 2020).

#### **4.2.1 A adsorção e o processo de separação de misturas**

Segundo Leite (2020) a adsorção é muito importante para diversos setores das atividades humanas como indústria e serviços, visto que é um fenômeno que está presente no dia-a-dia das pessoas e no desenvolvimento das firmas e indústrias, podendo ser utilizado em conjunto com outro processo bem utilizado e necessário, a separação de misturas.

Os materiais encontrados na natureza são, em geral, misturas de várias substâncias e até mesmo nas atividades práticas realizadas nas bancadas de laboratórios, na tentativa de se preparar uma só substância, acaba-se, normalmente, chegando a uma mistura de substâncias e assim, torna-se então importante que seja realizada a separação dos componentes das misturas até que cada substância pura fique totalmente isolada das demais (Atkins; Jones; Laverman, 2018).

No cotidiano existem diversos exemplos em que são trabalhados e desenvolvidos os métodos de separação de misturas, sendo que os processos relacionados ao tratamento de águas são considerados os mais importantes atualmente. Dentre os principais exemplos de processos mais utilizados de separação tem-se a filtração, decantação, destilação, cristalização, entre outros (Leite, 2020).

Nas indústrias, a filtração é muito utilizada, como exemplo pode-se citar o dos filtros adaptados às chaminés das fábricas, para evitar que a poeira que acompanha os gases industriais seja lançada para a atmosfera. Outro exemplo importante é a filtração da água (Atkins; Jones; Laverman, 2018).

Diante disso, pode-se observar que a filtração é um processo de separação de misturas extremamente necessário no tratamento de água e que ao mesmo tempo permite ser utilizado em conjunto com outras técnicas que também podem auxiliar no processo, como a adsorção (Leite, 2020). Na literatura existem alguns trabalhos que utilizaram as duas técnicas em conjunto para auxiliar no tratamento de água.

Os autores Ribas e colaboradores (2019), realizaram estudos para verificar a capacidade de adsorção de corantes da indústria têxtil em águas através da filtração em carvão ativado produzido com caroços de pêssegos, e os resultados mostraram uma eficiência acima de 88% na diminuição da concentração de contaminantes nos efluentes simulados.

Castilhos Junior, Dalsasso e Rohers (2010) conduziram estudos para avaliar a capacidade de pré-tratamento de lixiviados em aterros sanitários através de um filtro de PVC, areia e carvão vegetal ativado para filtrar as amostras aquosas obtidas e constataram reduções de até 74% para DQO (demanda química de oxigênio), 47% para DBO (demanda bioquímica de oxigênio), 93% para cor e 90% para amônia.

Sales (2017) propôs a contextualização dos conceitos de Química, através da aplicação de uma atividade teórico-experimental como instrumento facilitador da aprendizagem com uma forma alternativa de tratamento de água utilizando a adsorção de agentes contaminantes através da casca de banana.

A autora avaliou a capacidade da casca de banana modificada com hidróxido de sódio com o objetivo de contextualizar a temática ambiental de tratamento de águas com a adsorção, fundamentada em uma problemática social, explorando conceitos químicos como ligações químicas, processos de separação, soluções e cinética com alunos do 4º ano do Ensino Técnico Integrado ao E.M. do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), campus João Pessoa.

Barcellos (2019) propôs a construção de um filtro através do reaproveitamento da fibra da casca de coco como tema gerador, utilizando o desenvolvimento de oficinas temáticas como metodologia de ensino para alunos da 1ª série do ensino médio de uma escola estadual, situada na região norte do estado do Espírito Santo. A pesquisa foi desenvolvida com a construção do filtro, abordando conceitos químicos como substâncias, misturas e os processos de separação de misturas.

Dentro desse contexto, a adsorção surge como um processo físico-químico envolvido no tratamento de águas residuais a fim de reduzir metais, contaminantes, efluentes industriais e diversos outros poluentes (Ferreira, 2021) e diante disso, é possível

inferir que a utilização da técnica de adsorção aliada à filtração como removedor de agentes poluentes, pode ser uma excelente proposta para o tratamento de água e permite explorar diversos conteúdos de Química de maneira significativa, tais como processos de separação de misturas, cálculo de pH, estudo de soluções, reações químicas, ligações químicas, cinética química, tratamento de água e esgoto, entre outros (Sales, 2017).

#### 4.3 BIOSSORÇÃO

De acordo com Nascimento e colaboradores (2020), a partir da crescente contaminação química da água com uma diversidade de poluentes como metais tóxicos, poluentes orgânicos e inorgânicos entre outros, surgiu a necessidade de desenvolver novas tecnologias que possibilitem remover os poluentes encontrados em resíduos líquidos e gasosos. Assim sendo, a busca por novas tecnologias tem seu foco alicerçado no uso de materiais biológicos para a remoção e recuperação de metais pesados, ganhando muita credibilidade nos últimos anos por apresentar um bom desempenho (Pino, 2005).

Diante desse contexto, a biossorção surge como um método alternativo economicamente viável que vem apresentando excelentes resultados, sendo uma das tecnologias mais promissoras envolvidas na remoção de íons metálicos tóxicos de águas residuais, pois além de desenvolver um adsorvente de baixo custo, essa alternativa também contribui na valorização dos resíduos agroindustriais, agregando interesse econômico a esses (Bhatnagar, 2010).

A biossorção consiste em um processo no qual se utiliza matérias-primas de biomassa que são abundantes (sementes, cascas, folhas, etc.) ou resíduos de outras operações industriais que seriam descartados (Volesky, 2003) para promover a adsorção, remoção ou recuperação de metais pesados de um ambiente líquido (Volesky, 2001).

Em relação às fases do processo de biossorção, inicialmente os íons dos metais são adsorvidos na superfície da biomassa devido às ligações que ocorrem entre os íons e grupos funcionais que estão presentes nas células e oferecem facilidade de ligação. Feito isso, os íons ligados na superfície são adsorvidos até a membrana celular (Das; Vimala; Karthika, 2008; Anastopoulos; Kyzas, 2015; Zeraatkar *et al.*, 2016).

Os mecanismos envolvidos no processo de biossorção diferem quantitativa e qualitativamente de acordo com as espécies utilizadas, a origem da biomassa e seu processamento. Tais mecanismos compreendem: complexação, (formação de um complexo a partir da associação de duas espécies); coordenação (ligação de um átomo

central de um complexo com outros átomos por ligação covalente); quelação, (complexos formados por um composto orgânico são unidos ao metal por pelo menos dois sítios); troca iônica, (formação de espécies moleculares através do intercâmbio de íons); adsorção; precipitação inorgânica (Silva *et al.*, 2014).

Os mecanismos de bioadsorção podem ser do tipo físico, por ligações de Van Der Waals ou também por interações eletrostáticas de troca iônica, do tipo químico, que pode ocorrer por quelação, complexação ou microprecipitação, e o que é utilizado na maioria dos casos é uma combinação destes (El-Sayed; El-Sayed, 2014).

O mecanismo de remoção dos metais é diferente para cada tipo de bioadsorvente, isso ocorre devido ao processo depender dos grupos funcionais existentes na estrutura dos mesmos, sendo que o adsorvato será atraído pelo adsorvente por possuir uma afinidade grande entre eles (Lorena *et al.*, 2014). Dessa forma, os íons são atraídos pelos sítios ativos na superfície da partícula, onde existem diferentes grupos funcionais responsáveis pela união daqueles à superfície da partícula, tais como fosfato, carboxila, sulfeto, hidroxila e amina (Volesky, 2003).

Assim como na adsorção, o desempenho do processo de bioadsorção depende de vários fatores (Barros; Carvalho; Ribeiro, 2017). A presença de outros íons (que poderiam competir pelos sítios de ligação), a área superficial, as características físico-químicas do bioadsorvente e do adsorvato incluindo a composição, estrutura, tipo de grupos funcionais carregados e descarregados, o tamanho de partícula, a temperatura do sistema, o pH, a concentração do metal, o tempo de contato, a velocidade de agitação e as condições da biomassa (viva ou morta, quantidade, tamanho, pré-tratamentos) podem afetar a capacidade de adsorção (Al-Barak; El-Said, 2010).

Mesmo com bastante opções no mercado, os adsorventes comerciais apresentam um valor elevado e além das dificuldades de regeneração, necessitam de seletividade e de uma elevada capacidade de adsorção, e devido a isso, os pesquisadores acabam optando por meios alternativos de utilizar resíduos de biomassa disponíveis em grande escala (Pfeifer; Skerget, 2020).

Devido à crescente produção agrícola no Brasil, estudos buscam desenvolver adsorventes alternativos, com enfoque nos resíduos oriundos da atividade agroindustrial do país (Vieira *et al.*, 2011), visto que os resíduos agroindustriais são abundantemente disponíveis e, devido a seu grande volume e baixo valor econômico, a necessidade de disposição desse material representa um problema ambiental (Kurniawan *et al.*, 2006). A Figura 14 mostra um bioadsorvente obtido através de algas Marinhas:

Figura 14- Biossorvente de *Sargassum sp.* (Alga Marinha)



Fonte: Barquilha *et al.* (2018).

As biomassas que promovem a bioadsorção são chamadas de biossorbentes e como exemplos pode-se citar a casca do coco verde, fibra de coco, casca de amendoim, casca de banana, casca de laranja, casca de arroz e a serragem de madeira, entre outros que representam alternativas aos tratamentos de efluentes (Silva *et al.*, 2013).

Essas substâncias possuem em sua estrutura química grupos funcionais como hidroxilas, metilas e carbonilas, álcoois, aldeídos, cetonas, carboxílicos, fenóis, éteres além de lignina e celulose, os quais são capazes de se ligar aos metais pesados, responsáveis pela adsorção dos íons metálicos presentes no líquido (Sulyman; Namiesnik; Gierak, 2017). Essa adsorção se dá através da substituição de íons de hidrogênio com íons metálicos em solução, ou por doação de um par de elétrons a partir desses grupos para formar complexos com íons metálicos em solução (Lesmana *et al.*, 2009).

A principal vantagem dos biossorbentes com relação aos adsorbentes sintéticos, é que os adsorbentes de origem natural são abundantes, e por serem resíduos agrícolas, não oferecem valor comercial. Estes biossorbentes são fibrosos, de tal forma que seus sítios ativos ficam mais disponíveis para a adsorção de espécies químicas de interesse (adsorbato), apresentando, portanto, capacidades de adsorção comparáveis aos adsorbentes comerciais (Vaghetti, 2009).

Um dos maiores desafios no campo da bioadsorção é selecionar a biomassa mais promissora, onde se tem uma ampla variedade de opções de resíduos agroindustriais com baixo custo (Barros; Carvalho; Ribeiro, 2017). Embora muitos materiais biológicos possam se ligar a metais pesados, apenas aqueles com maior capacidade de ligação e que

também apresentem uma maior seletividade para determinados metais pesados serão adequados para serem utilizados em um processo de bioadsorção de alta escala (Ziagova *et al.*, 2007). Na Tabela 3 são apresentados os bioadsorventes mais utilizados na literatura para promover a remoção de metais em águas residuais.

Tabela 3 - Bioadsorventes mais utilizados na remoção de metais de águas residuais

Bioadsorvente	Metal	Capacidade máxima de adsorção (mg g <sup>-1</sup> )	Referência
Casca da laranja	Al (III), Fe (II) e Zn (II)	118, 689 e 16,4	Souza; Cechinel; Peterson (2019)
Casca de ovo	Cu (II), Cr (III), Ni (II) e Zn (II)	25,4291; 6,7354; 9,7928 e 6,7283	Viana (2018)
Casca de maracujá	Cu (II), Pb (II), Zn (II), Ni (II) e Cr	93,92% das cargas de cobre; 98,86% das de chumbo; 80,91% das de zinco, 72,42% das de níquel e 58,65% das de cromo	Ramos <i>et al.</i> (2019)
Caroço de azeitona	Cu (II)	1,97	Blázquez <i>et al.</i> (2011)
Casca de coco verde	Cu (II)	7,445	Espasandin <i>et al.</i> (2019)
Semente de abacate	Ni (II) Pb (II) Cu (II)	9,52 18,86 5,74	Dhaouadi <i>et al.</i> (2021)

Fonte: A autora (2023).

Um dos requisitos básicos dos estudos visando à utilização de biomassa como adsorvente é avaliar sua capacidade de regeneração para ciclos sucessivos de sorção/dessorção, sendo que os metais depositados na biomassa podem ser lavados (dessorvidos) e o bioadsorvente regenerado para a aplicação em um novo ciclo. Porém, a condição básica para que este processo ocorra é a não diminuição da capacidade de bioadsorção e nem o acarretamento de danos físico-químicos ao bioadsorvente (Demirbas, 2009).

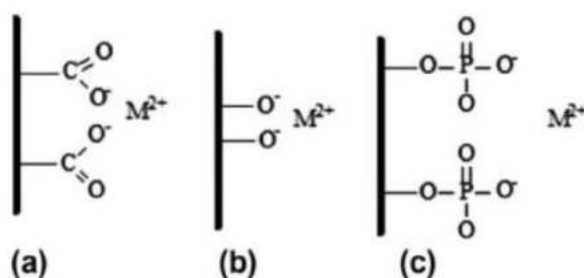
#### 4.3.1 Casca da banana

Os compostos orgânicos são comumente utilizados como alvo de pesquisa no processo de adsorção para tratamento de água. Uma alternativa para a remoção de metais pesados é a utilização de adsorventes naturais como cascas de frutas. Entre os mais

comuns estão a laranja, banana e acerola que apresentam semelhanças entre si em relação à capacidade de remoção dos compostos metálicos e ao baixo custo (Silva *et al.*, 2015).

Uma das alternativas para o tratamento de efluentes, ou seja, de água residuárias contendo metais pesados, é a utilização da biomassa da casca de banana por ter substâncias químicas (sacarose, glicose e vitaminas) que conseguem atuar como dos íons metálicos de efluentes líquidos (Buske; João, 2012). A Figura 15 apresenta as interações majoritárias entre o íon metálico e os grupos presentes na casca de banana.

Figura 15 – Interações majoritárias entre o íon metálico e os grupos presentes na casca de banana (a) carboxila, (b) hidroxilas e (c) grupos fosfatos



Fonte: Adaptada de Massocato (2013).

No Brasil, a banana é cultivada em todos os estados, desde a faixa litorânea até os planaltos do interior, em altitudes que variam de zero a mais de mil metros (Francisco *et al.*, 2014). A fruta é utilizada na alimentação humana e animal, e tem grande importância econômica para o Brasil, pois é a segunda fruta mais importante na quantidade produzida, área colhida e consumo (Embrapa, 2022), sendo que a sua casca equivale de 40 a 50% do peso da fruta, não sendo aproveitada na indústria (Cruz, 2009).

A casca de banana contém vários sítios de adsorção já ocupados por íons metálicos adsorvidos durante a formação da fruta e, dessa forma, é necessário que o maior número de sítios ocupados seja liberado para que a adsorção possa ocorrer em valores maiores possíveis (Cruz, 2009). A casca de banana é composta por 75 % de água e 25% de matéria, tornando-se fonte de vitaminas A e C, potássio, cálcio, ferro, sódio, magnésio, zinco e cobre e a fibra da casca possui índices elevados de material orgânico e mineral, contendo amido, açúcares, lipídios, proteínas, umidade, ou seja, material rico em grupos funcionais orgânicos, o que contribui para uma interação eficiente com íons metálicos (Cruz, 2009).

O processo de biossorção utilizando casca de banana como biossorvente é baseado no mecanismo de adsorção física, no qual o adsorvente tratado adquire carga negativa em solução devido, principalmente, aos grupos funcionais carbonila e hidroxila, e os metais

em solução apresentam cargas positivas. Dessa forma, por simples atrações eletrostáticas o adsorvato fica retido nos sítios de adsorção do bioissorvente (Holant, 1995).

No preparo da casca da banana para ser utilizado como bioissorvente as cascas são picadas em pequenos pedaços e secas e após a secagem, o material é particulado, podendo ser utilizado um processador de alimento para a moagem do material (Falco, 2014). A Figura 16 ilustra o procedimento.

Figura 16 - Procedimento de preparo do bioissorvente



Fonte: Adaptado de Boniolo (2008).

A utilização da casca de banana como adsorvente reduz os impactos ambientais, visto que diminui a massa residual que acaba se transformando em poluente e resíduo devido ao acúmulo e podem ser usadas como um método alternativo para o tratamento de água residuárias, sendo possível utilizá-las posteriormente (Boniolo, 2008). Além disso, é um processo que ocorre independentemente de se ter energia ou não (Pino, 2005).

De acordo com os resultados obtidos por Santana e colaboradores (2020), a utilização da casca de banana como adsorvente foi eficiente na adsorção de metais pesados em águas residuárias de indústria, além de apresentar baixo custo e não necessitar de energia para realizar o processo, evidenciando a possibilidade de substituir o carvão ativado.

Outro estudo utilizando a casca de banana como adsorvente, observou uma ótima retenção do íon manganês em águas subterrâneas, apresentando 100% de eficiência na remoção, o que tornou possível a sua utilização no tratamento de águas subterrâneas para o abastecimento público em caso de contaminação pelo metal (Garbin, 2018).

Portanto, pode-se concluir que as cascas de banana possuem uma variedade de estudos de acordo com as várias espécies existentes e possuem uma boa capacidade adsorvativa, segundo os estudos até o momento realizados, além de possuírem uma característica muito relevante que é a força de atração eletrostática por metais pesados, fazendo com que as suas interações façam desse material alternativo um excelente adsorvente (Boniolo, 2008). Na Tabela 4 são apresentados alguns estudos da literatura

envolvendo a casca da banana como bioissorvente no processo de remoção de metais pesados em águas residuais, assim como a eficiência do processo.

Tabela 4 - Trabalhos que utilizaram a casca da banana como bioissorvente para metais em águas residuais

<b>Metal</b>	<b>Capacidade máxima de adsorção (mg g<sup>-1</sup>)</b>	<b>Referência</b>
Zn (II)	27,28	Castro <i>et al.</i> (2021)
Cd (II) e Pb (II)	5,71 e 2,18	Anwar <i>et al.</i> (2010)
Cu (II), Cd (II) e Pb (II)	75,99, 121,3 e 247,1	Ahmad; Danish (2018)
Pb (II)	67	Silva (2015)
Pb (II)	99,6	Martins <i>et al.</i> (2015)
Cd (II)	35,52	Memon <i>et al.</i> (2008)

Fonte: A autora (2023).

### 4.3.2 Carvão ativado de casca de banana

O carvão ativado é um material que vem sendo utilizado há muito tempo, como adsorvente no tratamento de águas residuárias, quando o efluente não é biodegradável ou quanto contém compostos orgânicos (Muranaka, 2010). Esse material é caracterizado por possuir áreas de superfície elevadas e porosidade altamente desenvolvida, além de possuir grupos funcionais como carbonilas, carboxila, hidroxila e enóis, o que lhe confere a capacidade de adsorver moléculas presentes nas fases líquida e gasosa (Macedo, 2005; Kyzas; Fu; Matis, 2013). Porém o alto custo do carvão ativado restringe o seu uso, e desta forma, alternativas mais baratas e eficazes devem ser priorizadas (Hsu, 2009).

Existem diversos tipos de carvão ativado, sendo o mais convencional os obtidos da madeira. Porém ao passar dos anos, com a necessidade de buscar fontes mais sustentáveis e meios mais viáveis e de baixo custo é possível observar outros materiais sendo usado na fabricação do carvão ativado. Uma alternativa que vem sendo estudada é a utilização de materiais de baixo custo na fabricação do carvão ativado, com rejeitos industriais alimentícios, que normalmente são descartados e acabam perdendo seu valor (Juchen *et al.*, 2013).

Sharma (2012) descreveu uma grande variedade de carvão ativado preparado a partir de agro-resíduos, tais como a madeira de pinho, sabugo de milho, pedras de frutas, cascas de nozes, casca de mandioca, casca de tapioca, bambu, bagaço de cana, casca de arroz, casca, folhas e folhas de chá. Diversos estudos também foram realizados com carvão ativado de casca de banana para adsorver metais tóxicos (Van Thuan *et al.*, 2017), corantes têxteis (Hashem; Amin, 2016), pesticidas (Mohammad *et al.*, 2015a), entre outros, mas, a remoção de corantes alimentícios é menos investigada (Ahmad; Danish, 2018; Dotto *et al.*, 2011; Dotto *et al.*, 2012).

Na Tabela abaixo, são apresentados alguns trabalhos encontrados na literatura utilizando carvão ativado produzido a partir de materiais alternativos.

Tabela 5 - Trabalhos que utilizaram o carvão ativado como bioissorvente para a remoção de metais em efluentes

<b>Bioissorvente</b>	<b>Metal</b>	<b>Eficiência (%)</b>	<b>Referência</b>
Casca de banana	Pb (II)	99,96	Santos (2020)
Palha de café	Cu (II)	85	Oliveira (2018)
Casca de arroz	Cu (II)	99,6	Miguel (2017)
Semente de goiaba	Cu (II)	93,04	Rocha <i>et al.</i> (2006)
Cana-de-açúcar	Cu (II)	99,53	Ferreira (2015)

Fonte: A autora (2023).

Portanto, a preparação de carvão ativado a partir de materiais residuais possui várias vantagens, principalmente de natureza econômica e ambiental, de forma a diminuir os custos de disposição de resíduos, além de auxiliar na proteção do meio ambiente (Dias *et al.*, 2007).

## 5 METODOLOGIA

No presente trabalho, foi desenvolvida uma sequência didática para ser utilizada por professores do ensino médio com o objetivo de trabalhar o conteúdo de Misturas e Métodos de Separação de misturas, por meio do tema tratamento de água.

A metodologia utilizada para a elaboração da sequência didática foi qualitativa. A sequência didática foi desenvolvida em cinco etapas, sendo que cada uma delas foi tratada em uma aula de 50 minutos, exceto a visita técnica à ETA onde deverá ser ocupado o tempo de 2 aulas, totalizando aproximadamente 2h. Dentro desse tempo de 50 minutos por aula, deverá ser reservado um tempo para a organização da classe, em que geralmente o professor chega em sala de aula e realiza a lista de presença. Na primeira aula os alunos terão um questionamento por parte do professor a fim de levantar alguns conhecimentos prévios sobre o conteúdo, seguida de uma introdução teórica dos conteúdos baseada nos conceitos envolvendo separação de misturas, tratamento de águas residuais e conscientização ambiental.

Na segunda aula, o professor deverá relacionar os processos de separação de misturas ao tratamento de água levantando alguns questionamentos com os alunos a respeito de como a água chega em nossas casas, porque precisa ser tratada antes de ser consumida, etc. Na terceira aula, os alunos participarão de uma visita técnica a uma ETA (Estação de Tratamento de Água), com o objetivo de familiarizá-los com os conteúdos químicos de forma contextualizada associando os processos envolvidos no tratamento de água aos métodos de separação de misturas vistos em sala de aula. Após a visita será realizado um questionário com os alunos a respeito das etapas envolvidas no tratamento de água e sua associação com os processos de separação de misturas estudados em sala de aula. Na quarta aula, será realizada uma oficina utilizando um filtro com o carvão ativado a partir da casca da banana como material adsorvente no tratamento de águas residuais. Na quinta aula, será proposta a elaboração de cartazes educativos-ambientais para divulgação científica por parte dos alunos e um questionário a respeito dos conceitos trabalhados em sala de aula e na oficina a ser respondido individualmente pelos alunos, como métodos de avaliação, possibilitando avaliar verificar se os alunos foram capazes de contextualizar os temas apresentados.

A oficina será baseada na construção de um modelo para demonstrar a importância da inserção da sustentabilidade através da Educação Ambiental em sala de aula. As oficinas temáticas demonstram ser uma ótima estratégia no processo ensino-

aprendizagem, podendo contribuir para o desenvolvimento de uma metodologia de ensino contextualizada e dinâmica. A escolha da casca de banana como biossorvente justifica-se por meio de estudos que revelam que a mesma pode ser utilizada em substituição ao carvão ativado comercial (normalmente utilizado, mas que possui alto custo para a remoção de metais em águas contaminadas), apresentando excelentes resultados para a adsorção de íons metálicos tais como Cu, Zn, Cd e Pb.

## 5.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA SOBRE A TEMÁTICA ABORDADA

Com o objetivo de realizar um levantamento de referenciais a respeito da temática envolvendo o uso dos principais biossorventes oriundos de indústrias agrícolas que estão sendo produzidos a partir de diferentes biomassas como adsorventes atuando na remoção de metais pesados em efluentes e meios aquosos, realizou-se uma busca a partir das publicações disponibilizadas nos Anais do Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas acessível nos portais eletrônicos das edições desse evento entre os anos de 2014 e 2022. Buscou-se nos eventos por expressões que indicassem o referido tema, que resultou em um total de 21 artigos analisados. Para o levantamento dos trabalhos foram utilizadas palavras que tivessem relação com o tema, tais como: remoção, adsorção, biossorventes, biossorção. Após a seleção, foi realizada uma leitura completa dos trabalhos a fim de organizar as informações e redigir uma pesquisa conclusiva. Apesar da relevância, poucas foram as pesquisas relacionando o tema do uso de biossorventes na adsorção de metais. Portanto, através desta análise bibliográfica foi possível constatar a importância dessa temática tanto para a saúde humana, quanto para a preservação do meio ambiente.

## 5.2 ELABORAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A Sequência Didática (SD) proposta está organizada em quatro encontros com duração de 50 minutos cada, contemplando um total de 8 aulas com duração de 50 minutos a serem realizadas em turmas do 1º ano do E.M., na disciplina de Química. A SD elaborada propõe o uso de estratégias e recursos didáticos diversos, como animações, simulações digitais, a realização de uma atividade experimental, dentre outros, de forma a contribuir para uma aprendizagem mais significativa do conteúdo envolvendo Misturas e Métodos de Separação de Misturas aliado ao uso de biossorventes no tratamento de

água pelos estudantes do E.M.. No Quadro 1, são apresentadas informações sobre cada um dos encontros envolvidos na SD proposta.

Quadro 1 – Descrição dos encontros envolvidos na SD proposta

<b>Encontro</b>	<b>Título</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Materiais/Recursos utilizados</b>
1	Classificação das misturas e métodos de separação	Aprender a classificar as misturas e identificar os processos que são utilizados para separar misturas.	Quadro branco ou negro e giz ou caneta; Computador, projetor; Material impresso com atividade através de questionário; Computador para utilização do software disponível na internet.
2	Aula de campo - Visita técnica à uma Estação de Tratamento de Água (ETA)	Descrever o processo de tratamento de água em uma ETA, a partir dos conhecimentos obtidos em sala de aula, abordando a importância socioambiental do recurso hídrico para todos.	Material impresso para a aplicação do questionário
3	Proposta de Atividade experimental – Construção de um protótipo de uma Estação de Tratamento de Água	Propor aos estudantes a construção de um protótipo de uma Estação de Tratamento de Água motivando os alunos a planejarem a montagem de um modelo que seja eficaz e de baixo custo utilizando materiais de reuso como garrafas PET, de acordo com um roteiro experimental sugerido que deverá ser proposto pelo professor.	Material impresso; Tesoura; Garrafas PET; Parafina; Areia; Água limpa; Água barrenta; Cascalho; Pano; Elástico; Carvão mineral.
4	Atividade experimental utilizando filtro de carvão ativado de casca de banana no tratamento de águas	Propor atividades práticas experimentais para serem aplicadas em sala de aula, trabalhando os temas e conceitos de química, utilizando como abordagem a utilização de filtro de carvão ativado de casca de banana e a água como tema gerador.	Projetor multimídia, Computador, Garrafa de plástico, Areia, Cascalho, Algodão, Carvão de casca de banana, Água, Dispenser de copos de café, Torneira de filtro, Carvão ativado de casca de banana

Fonte: A autora (2023).

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção contempla os resultados e discussões envolvidos no trabalho. São inicialmente apresentados os resultados da pesquisa bibliográfica sobre a temática trabalhada e, em seguida, a proposta da Sequência Didática para o ensino do tratamento de água envolvendo os processos de separação de misturas. Vale ressaltar, que como a SD proposta não foi aplicada, nesta seção não são apresentados os resultados de sua aplicação, e sim a discussão das possíveis contribuições deste material, quando de sua utilização pelos professores em turmas do ensino médio.

### 6.1 PRESENÇA DA TEMÁTICA EM EVENTOS CIENTÍFICOS

A análise foi iniciada com um determinado número de trabalhos e após a primeira triagem foi reduzida um novo quantitativo de publicações. Os trabalhos que foram descartados não se relacionavam diretamente com o uso de biossorventes na adsorção de metais, pertencendo a outras áreas, e, apesar da relevância, a análise destes não foi prevista no desenho metodológico deste levantamento. Na pesquisa por trabalhos envolvendo a temática abordada, após a seleção, foram analisados 5 trabalhos. Ao todo, contando com os que foram descartados foram analisados 21 trabalhos.

Os dados obtidos nessa análise revelam um número maior de publicações abordando o tema biossorventes na adsorção de metais nos Anais da 14<sup>a</sup> edição (2017) em comparação aos Anais das edições anteriores pesquisados, visto que a temática a respeito do uso desses materiais considerados resíduos agroindustriais é bastante extensa, podendo ser abordada sob diferentes contextos. Os resultados dessa análise podem ser observados no apêndice G desta monografia.

### 6.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A Sequência Didática (SD) proposta está organizada em quatro encontros com duração de 1 hora e 40 minutos cada. Destaca-se que cada encontro é formado por 2 aulas de 50 minutos cada uma, assim, totalizando 8 aulas a serem realizadas em turmas do 1º ano do E.M., na disciplina de Química.

A SD elaborada propõe o uso de estratégias e recursos didáticos diversos, como animações, simulações digitais, a realização de uma atividade experimental, dentre outros, de forma a contribuir para uma aprendizagem mais significativa dos processos de

separação de misturas e do uso de bio sorventes relacionados ao tratamento de água pelos estudantes do ensino médio.

**Disciplina:** Química.

**Série:** 1º ano do E.M.

**Tema:** Processos de Separação de Misturas e Tratamento de Água.

**Conteúdos trabalhados:**

- Conceitos de substâncias e misturas;
- Classificação de misturas;
- Métodos utilizados para separar misturas;
- Etapas envolvidas no tratamento de água em uma estação;
- Temas ambientais diversos (uso de bio sorventes no tratamento de água, sustentabilidade, reaproveitamento de resíduos de frutas, agenda 2030 da ONU, etc).

**Habilidades e competências:**

- Reconhecer e identificar os principais processos de separação de misturas envolvidos em uma estação de tratamento de água;
- Discutir alternativas de reaproveitamento de resíduos, de acordo com a demanda regional, propondo soluções eticamente seguras e sustentáveis para o tratamento de água, a fim de diminuir a degradação ambiental provocada pelos rejeitos decorrentes da atividade humana no ambiente;
- Compreender o potencial e a importância dessa temática para uma aprendizagem em diálogo com a Educação Ambiental no ensino de química, para a introdução do conteúdo de Processos de separação de Misturas e sua contextualização com o cotidiano.

**Duração da sequência didática:**

A SD tem uma duração total - soma dos quatro encontros - de 6h e 40 min (seis horas e quarenta minutos).

**Formato de aula para aplicação: Presencial.****Materiais e recursos didáticos utilizados:**

- Quadro branco e/ou slides ou quadro negro e giz;
- Textos de leitura complementar;
- Computador com acesso a internet;
- Projetor de imagens;
- Objetos virtuais de aprendizagem diversos (animações e simulações);
- Reagentes e materiais para a prática experimental proposta;
- Material impresso com as atividades avaliativas;
- Materiais necessários à elaboração dos cartazes propostos no último encontro: cartolina, tesoura, lápis, entre outros materiais disponíveis.

**6.2.1 Encontros**

A seguir são apresentados detalhadamente os 4 encontros da SD. Para cada encontro foi elaborado um plano de aula descrevendo as atividades propostas, os objetivos de cada aula, o tempo previsto para a sua execução e as orientações para a sua aplicação.

*6.2.1.1 Primeiro encontro*

**Título:** Classificação das misturas e métodos de separação

**Objetivo:**

Aprender a classificar as misturas e identificar os processos que são utilizados para separar misturas.

**Objetivos específicos:**

- Diferenciar os conceitos de substâncias e misturas;
- Classificar as misturas em heterogêneas ou homogêneas;
- Compreender as técnicas para a separação de misturas em seus componentes;
- Destacar a importância dos processos de separação de misturas e suas aplicações no cotidiano.

**Conteúdo abordado:**

Classificação de misturas e métodos de separação de misturas.

**Conhecimentos prévios desejáveis:**

Conceito de substâncias e misturas, como ocorre o tratamento de água e o abastecimento público.

**Recursos e materiais utilizados:**

- Quadro branco ou negro e giz ou caneta para quadro branco;
- Computador, projetor, apresentação de slides;
- Material impresso com atividade através de questionário;
- Computador para utilização do software disponível na internet.

**Estratégias metodológicas**

Esse encontro é composto por algumas atividades, sendo desenvolvido através de modo presencial, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 – Detalhamento das atividades do 1º encontro

<b>Atividade</b>	<b>Tempo</b>	<b>Materiais utilizados</b>
Mapeamento com os alunos sobre conhecimentos prévios	20	Questionário
Videos de Contextualização	40	Computador com internet e os Links dos vídeos
Utilização do software "Simulando uma estação de tratamento de água"	20	Computador com internet e o link da atividade
Aplicação de um questionário para avaliação do desenvolvimento da aula	20	Folha A4, caneta

Fonte: A autora (2023).

**Descrição das atividades**

Nesse encontro, será realizada uma abordagem inicial do conteúdo a ser desenvolvido na SD, pautada na contextualização do tratamento de água, enfatizando sobre os conceitos de misturas e os processos que são utilizados para separá-las.

Em um primeiro momento sugere-se que o professor faça a aplicação de um questionário I (APÊNDICE A) com 5 perguntas através de um breve diálogo com os


alunos, com o intuito de conhecer as concepções prévias dos alunos, seguido de discussão sobre as respostas apresentadas.

Posteriormente, após verificar a participação da turma diante dos questionamentos realizados, o professor deverá fazer uma introdução teórica abordando os conceitos de misturas homogêneas e heterogêneas, trabalhando os conceitos de separação de misturas a partir de fatos do cotidiano como coar café (filtração), separar a sujeira do feijão (catação), centrifugar roupa (centrifugação) dentre outros, através de imagens em slide.

Ao tratar de misturas heterogêneas, sugere-se citar o exemplo de água + óleo (oportunidade para comentar sobre vazamento de petróleo no mar – exemplo de contaminação ambiental) e realizar o questionamento de quantas fases é possível visualizar neste caso; ao tratar de misturas homogêneas, pode-se apresentar o caso da água + sal, comentando acerca da água do mar, na qual não é possível se observar o sal) e realizar o questionamento de quantas fases é possível visualizar neste caso, diferenciando assim do exemplo da água + óleo.

Para os processos de separação, será utilizado a filtração no preparo do café; para o processo de decantação, o preparo de refrescos em pó, mostrando que o pó não dissolvido desce para o fundo do recipiente por ação da gravidade. Posteriormente, após a apresentação e discussão dos conteúdos, o professor deverá fazer uma breve introdução a respeito da importância do tratamento de água.

O professor deverá realizar uma breve introdução teórica acerca do tratamento de água e como funciona uma Estação de Tratamento de Água (ETA), comentando sobre os métodos de floculação, decantação e filtração envolvidos no processo, lembrando os conceitos abordados na aula, e também explicar um pouco sobre o armazenamento e a distribuição da água.

Esta primeira aula também tem por objetivo contextualizar os conteúdos trabalhados com um tema de importância para a sociedade - em nosso caso, tratamento de água. Esta contextualização será feita através de um vídeo explicativo prático do canal Manual do Mundo com Iberê Tenório e Mari Fulfaro, onde estes visitam uma ETA da Companhia Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), mostrando sua estrutura e funcionamento. Este vídeo pode ser acessado através do link: [Como é feito o TRATAMENTO DE ÁGUA #Boravê com Mari Fulfaro](#)  [Manual do Mundo](#)

Em seguida, sugere-se a utilização do software "Simulando uma estação de tratamento de água", disponível em [Como funciona uma estação de tratamento de água? | atividades e jogos educativos.](#)

**Ao final do encontro espera-se que o(a) aluno(a) saiba:**

- Diferenciar o conceito de substâncias e misturas;
- Distinguir a diferença entre misturas homogêneas e heterogêneas;
- Identificar e compreender os processos de separação de misturas utilizados no dia-a-dia;
- Correlacionar os processos de separação de misturas com o tratamento de água.

**Proposta de Avaliação:**

Propõe-se a avaliação dos estudantes ao longo da aula, por meio da interação com os colegas de classe e o docente, roda de conversa e também com os questionários aplicados.

*6.2.1.2 Segundo encontro*

**Título:** Aula de campo - Visita técnica à uma Estação de Tratamento de Água (ETA)

**Conhecimentos prévios desejados:** Métodos de Separação de Misturas

**Conteúdos abordados:**

- Processo de obtenção da água tratada para a população;
- Métodos de separação de misturas envolvidos no tratamento de água;
- Conhecimentos químicos e aplicações desses métodos;
- Temas ambientais como a importância e a conscientização de se ter água tratada.

**Objetivo:**

Descrever o processo de tratamento de água em uma ETA, a partir dos conhecimentos obtidos em sala de aula, abordando a importância socioambiental do recurso hídrico para todos.

**Objetivos Específicos:**

- Descrever as etapas envolvidas no tratamento de água;
- Identificar quais métodos de separação de misturas são utilizados no processo e como ocorrem;

- Apresentar a versatilidade do emprego desses métodos nos mais diversos campos e seu emprego no cotidiano;
- Compreender a importância do tratamento de água e a distribuição de água potável para a sociedade e os impactos do saneamento e da falta dele ao meio ambiente.

### **Recursos e materiais utilizados:**

- Material impresso para a aplicação do questionário.

### **Estratégias metodológicas**

Assim como no 1º encontro, as atividades serão abordadas de modo presencial, disponibilizando-se uma atividade de complementação do aprendizado dos estudantes, conforme disposto no Quadro 3.

Quadro 3 – Detalhamento das atividades do 2º encontro

<b>Atividade</b>	<b>Tempo</b>	<b>Materiais utilizados</b>
Recepção dos alunos	5	-
Visita à ETA	80	-
Entrega do questionário e solicitação para elaboração do relatório	15	Material impresso

Fonte: A Autora (2023).

### **Descrição das atividades**

No segundo encontro propõe-se a visita a uma ETA, guiada pelo professor e acompanhada por pelo menos um funcionário da ETA, onde os alunos deverão utilizar cadernos de anotação - cadernos de campo - para relatarem as principais experiências desenvolvidas na aula.

Todos os processos que ocorrem na estação devem ser anotados, bem como a sua importância para os moradores, para a sociedade como um todo e para a economia, indústria, quais as tecnologias utilizadas e qual a sua importância para o meio ambiente. A aula deve ser expositiva e dialogada de forma que os alunos possam expressar seus conhecimentos adquiridos nas aulas anteriores.

O professor deverá avaliar a participação dos alunos na visita, solicitando a elaboração de um relatório com a aplicação de um questionário com 5 perguntas (APÊNDICE B) como sugestão de tarefa para casa para ser entregue na semana seguinte a respeito dos conceitos vistos em sala de aula e na visita. Na semana posterior será feita

a correção dos relatórios e questionários e será dedicado um tempo para retirar as possíveis dúvidas acerca da temática.

**Ao final do encontro espera-se que os alunos saibam:**

- Reconhecer a importância socioambiental, econômica e tecnológica do tratamento de água para a população;
- Identificar e compreender as etapas presentes no tratamento de água;
- Estabelecer as aplicações dos processos de separação de misturas envolvidos no tratamento e suas características mais relevantes.

**Proposta de Avaliação:**

Sugere-se que a avaliação dos estudantes seja feita de duas formas: O primeiro critério avaliativo deverá ser feito pela observação da participação do aluno dentro das 6 aulas, durante os debates e reflexões e de seu desempenho em todas as dinâmicas. O segundo critério avaliativo deverá ser um relatório completo sobre a visita utilizando as anotações realizadas no caderno durante o encontro, além de um questionário com 5 perguntas acerca das observações obtidas pelos alunos na ETA.

Ao final deste segundo encontro, será distribuído o roteiro experimental, que deve ser estudado pelo aluno em casa, buscando otimizar a prática no encontro seguinte.

*6.2.1.3 Terceiro encontro*

**Título:** Proposta de Atividade experimental – Construção de um protótipo de uma Estação de Tratamento de Água

**Conhecimentos prévios desejados:** Processos de separação de misturas, etapas envolvidas no tratamento de água.

**Conteúdos abordados:**

- Processos de Separação e Misturas

**Objetivo:**

Propor aos estudantes a construção de um protótipo de uma Estação de Tratamento de Água motivando os alunos a planejarem a montagem de um modelo que seja eficaz e

de baixo custo utilizando materiais de reuso como garrafas PET, de acordo com um roteiro experimental sugerido que deverá ser proposto pelo professor.

### **Objetivos específicos:**

- Reforçar o que foi visto na visita técnica à ETA; reproduzir as etapas envolvidas no tratamento de água que foram observadas na visita, aplicando os conceitos na construção do protótipo.

### **Recursos e materiais utilizados:**

- Material impresso;
- Tesoura;
- Garrafas PET;
- Parafina;
- Areia;
- Água limpa;
- Água barrenta;
- Cascalho;
- Pano;
- Elástico;
- Carvão mineral.

### **Estratégias metodológicas**

Assim como nos encontros anteriores, as atividades serão abordadas de modo presencial, disponibilizando-se algumas atividades para complementação do aprendizado dos estudantes, conforme disposto no Quadro 4.

Quadro 4 – Detalhamento das atividades do 3º encontro

<b>Atividades</b>	<b>Tempo (min)</b>	<b>Materiais utilizados</b>
Correção dos questionários e relatórios	25	Material impresso
Discussão de ideias e pesquisa entre os alunos	10	-
Experimento – Protótipo de uma Estação de Tratamento de Água	60	Vide o tópico anterior

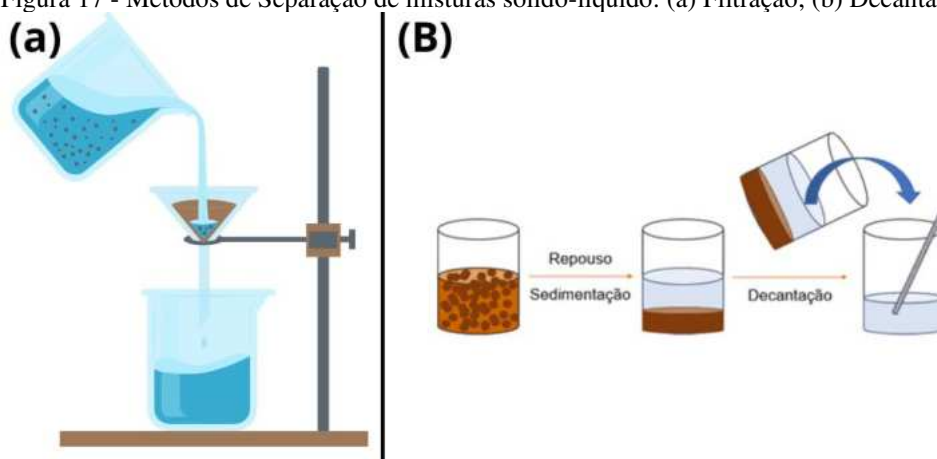
Fonte: A autora (2023).

## Descrição das atividades

Os alunos serão divididos em pequenos grupos e, a eles, será entregue alguns materiais para que possam realizar dois experimentos, buscando a compreensão de como ocorre os processos de flotação, decantação e de filtração da água nas ETAs. Para o experimento de flotação e decantação foram utilizados materiais como garrafa PET transparente com água, parafina e areia.

Neste experimento, os estudantes precisarão adicionar a parafina ao recipiente com água e observar o que ocorre com a mesma. No recipiente com a água e a parafina, será necessário adicionar um pouco de areia e observar o ocorrido. Os estudantes discutirão entre os grupos o fenômeno ocorrido. Nesse momento, o professor deve ser capaz de relacionar o acontecimento vivenciado pelos estudantes com as etapas que ocorrem no tratamento da água nas estações. A Figura 17 mostra o processo de filtração e decantação, muito comuns nas ETAs.

Figura 17 - Métodos de Separação de misturas sólido-líquido: (a) Filtração; (b) Decantação



Fonte: A autora (2023).

No experimento de filtração os estudantes irão construir um filtro e poderão visualizar o processo de filtração da água, utilizando, para isso, materiais de baixo custo e fácil acesso, como: garrafa pet de 2 litros cortada ao meio, pedaço de algodão, elástico, pedaço de pano, cascalho, areia, amostra de água barrenta e carvão mineral.

Inicialmente, os alunos deverão tampa o “boca” da garrafa com o pedaço de pano e prendê-lo com um elástico, depois devem colocar um pedaço de algodão que preenchesse toda a parte interna da “boca”. Em seguida, devem adicionar uma camada de cascalho, uma camada de areia e uma camada de carvão mineral. Depois, colocar a parte de cima da garrafa (filtro) dentro da parte de baixo e despejar a água barrenta no filtro

(aos poucos), observando os fenômenos. A Figura 18 mostra o esquema de construção do filtro caseiro.

Figura 18 - Esquema de montagem de um filtro caseiro



Fonte: A autora (2023).

A problematização do experimento será feita a partir do seguinte questionamento:

- “Será que a água barrenta ao passar pelo filtro vai ficar isenta de detritos ou sujeiras nela existentes?”

No final do experimento, os alunos farão a comparação da água filtrada e água barrenta e observar se houve diferença ou não.

### **Ao final do encontro espera-se que os estudantes saibam:**

Reconhecer e identificar as etapas utilizadas no tratamento de água relacionando aos processos de separação de misturas.

### **Proposta de avaliação:**

Sugere-se a avaliação dos estudantes ao longo da aula, através da interação e participação com os colegas de classe e o docente, e igualmente por meio do desempenho na atividade envolvendo a construção do modelo de uma ETA.

#### 6.2.1.4 Quarto encontro

**Título:** Atividade experimental utilizando filtro de carvão ativado produzido com casca de banana para o tratamento de águas.

**Conhecimentos prévios desejáveis:** Os conteúdos abordados nos encontros anteriores.

**Conteúdos Abordados:**

Integração de todos os conteúdos apresentados nos encontros anteriores: Conceitos de Misturas e substâncias, Processos de Separação de Misturas envolvidos no Tratamento de Água, importância socioambiental do tratamento de água e distribuição de água potável para a população.

**Objetivo:**

Propor atividades práticas experimentais para serem aplicadas em sala de aula, trabalhando os temas e conceitos de química, utilizando como abordagem a utilização de filtro de carvão ativado de casca de banana e a água como tema gerador.

**Objetivos específicos:**

- Utilizar a casca de banana como carvão ativado no tratamento de água como prática ambiental;
- Desenvolver práticas metodológicas de educação ambiental com a utilização da água como tema transversal;
- Estabelecer ‘experienciações’, trocas de ideias e vivências entre os estudantes;
- Mostrar a viabilidade de utilizar o carvão ativado de casca de banana como agente adsorvente no processo de separação de misturas e no tratamento de águas residuais.
- Edificar o conhecimento e incentivar à reflexão relacionada ao descarte indevido de resíduos que podem ser reaproveitados para outras funcionalidades, como por exemplo, no tratamento de água de forma a cooperar com o meio ambiente.

**Recursos didáticos e materiais utilizados:**

- Projetor multimídia;
- Computador;

- Garrafa de plástico;
- Areia;
- Cascalho;
- Algodão;
- Carvão de casca de banana;
- Água;
- Dispenser de copos de café;
- Torneira de filtro;
- Carvão ativado de casca de banana.

### **Estratégias metodológicas:**

Assim como nos encontros anteriores, as atividades serão abordadas de modo presencial, disponibilizando-se algumas atividades para complementação do aprendizado dos estudantes, conforme disposto no Quadro 5.

Quadro 5 – Detalhamento das atividades do 4º encontro

<b>Atividades</b>	<b>Tempo (min)</b>	<b>Materiais utilizados</b>
Recepção dos alunos	5	-
Problematização do tema: Aula dialogada, apresentação dos danos ambientais causados pelo descarte da casca de banana	10	Projektor multimídia, apresentação de slides
Apresentação de conceitos necessários para entendimento da temática	30	Slides, projetor multimídia
Atividade experimental: Confeção de filtro com materiais alternativos	40	Garrafa de plástico, areia, cascalho, algodão, carvão de casca de banana, água, dispenser de copos de café
Confeção dos cartazes educativos-ambientais	15	Cartolinas; pilotos; lápis de cor, régua entre outros materiais que estejam disponíveis

Fonte: A autora (2023).

### **Descrição das atividades**

No quarto encontro da SD, propõe-se a aplicação de uma atividade experimental utilizando um resíduo muito comum (casca de banana) para ser transformado em carvão ativado e utilizado como um adsorvente para processos de separação de misturas.

A primeira etapa dessa atividade deverá ser realizada em laboratório e consiste na produção de carvão de casca de banana, posteriormente ativado com agentes químicos, bem como a confecção do filtro com material alternativo, incorporando a casca de banana como um dos componentes filtrantes.

A turma deverá ser dividida em grupos para a realização da atividade experimental. Para cada aluno foi distribuído um roteiro com informações sobre o procedimento que os participantes deverão percorrer para a confecção do filtro.

Inicialmente, cada grupo se organizará, e o professor irá realizar a leitura do roteiro em conjunto com os grupos. Em seguida iniciou-se a montagem do filtro adicionando cada componente na ordem apresentada no esquema apresentado na Figura 18. Durante a execução da prática com os alunos, deseja-se que sejam construídos diálogos sobre a quantidade correta de cada componente adicionado e a função de cada material durante o processo de filtração. Ao surgir dúvidas sobre o procedimento, os estudantes deverão recorrer ao professor para informações complementares. Para esta etapa, buscou-se abordar conceitos químicos considerados importantes para essa prática e que já foram abordados nas aulas anteriores como a definição de substâncias e misturas, soluções e processos de separação de misturas.

O método avaliativo será a confecção de cartazes ambientais educativos por parte dos alunos, pautado na perspectiva da educação ambiental crítica, que seja capaz de retratar a importância de estabelecer relações com essa temática e o cotidiano. Deste modo, inicialmente o professor deverá expor a proposta para os alunos, bem como fornecer um tempo para a discussão de como deverão ser construídos esses cartazes, como serão abordadas as questões solicitadas para organização entre os próprios estudantes, isto é, na delegação de tarefas entre outros pontos. Fornecido esse espaço para o estabelecimento da organização a turma terá 60 minutos para confecção do mural coletivo. Sendo que esta ação acaba por ser uma ferramenta didática extremamente versátil, sendo um espaço de compartilhamento das produções, onde se pode valorizar as criações da turma.

A metodologia utilizada para o preparo do carvão ativado, a partir das cascas de banana, pode ser encontrada no APÊNDICE C da presente SD. E para a preparação do filtro de carvão ativado foi utilizado um roteiro experimental (APÊNDICE D) a ser seguido pelos alunos. A Figura 19 apresenta um fluxograma geral da obtenção do carvão ativado.

Figura 19 - Fluxograma do processo de obtenção do carvão ativado



Fonte: Mamedes; Figueiroa (2018).

**Ao final do encontro espera-se que os estudantes saibam:**

Visualizar como ocorre um processo de separação de misturas estudado em sala de aula utilizando resíduos de alimentos que são descartados.

**Proposta de avaliação:**

Sugere-se que a avaliação dos estudantes seja feita através da participação e do desenvolvimento das atividades propostas como a confecção dos cartazes ambientais educativos.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, foram utilizadas narrativas para a elaboração de uma oficina através de uma sequência didática cujo tema gerador norteado foi a água. Através da triangulação das temáticas educação ambiental, tratamento de efluentes e biossorventes, utilizando referenciais teóricos norteados por Paulo Freire e David Ausubel foi possível propor atividades pedagógicas a fim de demonstrar a importância da inserção da Educação Ambiental em sala de aula para alunos do ensino médio.

Devido a todos os fatores históricos, sociais e culturais existentes a respeito da água, devido à sua extrema importância sendo uma substância vital para a saúde humana e bastante presente no cotidiano de todas as pessoas, a mesma se torna um tema promissor para uma proposta contextualizada, interdisciplinar e experimental para a aprendizagem de Química.

Os dois referenciais teóricos citados apresentam contribuições que evidenciam a importância da Educação Ambiental nas salas de aula visto que o pensamento freiriano se difunde na relação ser humano-mundo e na conexão destes com o meio natural em que vivem, a fim de promover uma Educação Ambiental crítica e Ausubel através da aprendizagem significativa pode auxiliar na compreensão dos conhecimentos químicos no processo educativo ambiental.

A sequência didática elaborada traz uma proposta de aprendizagem para o ensino de métodos de separação de misturas aplicado ao tratamento de água para turmas do 1º ano do Ensino Médio. A proposta inclui uma abordagem teórico-prática envolvendo um dos conteúdos mais importantes dentro da disciplina de Química no Ensino Médio, possibilitando ao professor a adoção de estratégias didáticas com o uso de materiais que geralmente são descartados que podem auxiliar na remoção de substâncias que prejudicam a potabilidade da água, despertando um maior interesse dos estudantes sobre o conteúdo, dada sua contextualização com o seu cotidiano.

Portanto, acredita-se que a proposição desta sequência didática possibilite ao professor um material de apoio para produzir suas próprias ferramentas pedagógicas, despertando nos alunos um maior interesse pela consciência ambiental através de conhecimentos químicos.

## **8 PERSPECTIVAS**

O presente trabalho tem como perspectivas a implementação de uma sequência didática (SD) proposta para o ensino de química com o tema gerador água, sendo possível adotar diversas vertentes, visto que é um tema bem amplo e difundido em vários âmbitos da sociedade, além de mapear as contribuições obtidas através da implementação da SD para a formação dos alunos, a fim de conscientizá-los nos cuidados em relação ao meio ambiente por meio do tratamento de água e também do não desperdício de resíduos alimentares associados às situações que são vivenciadas no dia-a-dia da sociedade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADELEKE, R.; NWANGBURUKA, C.; OBOIRIEN, B. South African Journal of Botany Origins, roles and fate of organic acids in soils : A review. **South African Journal of Botany**, v.108, p.393–406, 2017.
- Águas do Rio inaugura a primeira Estação de Tratamento de Água em Magé. **Águas do Rio**, 2022. Disponível em: <https://aguasdorrio.com.br/aguas-do-rio-inaugura-a-primeira-estacao-de-tratamento-de-agua-em-mage/>. Acesso em: 15 out. 2023.
- AGUIAR, J. A. *et al.* De uma sequência didática a uma oficina temática: desafios do planejamento no âmbito de um subprojeto PIBID de química. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 4, n. 1, p. 26, 2019.
- AGUIAR, A. B. S. *et al.* Biossorção de metais Cu e Zn por biomassa anaeróbia granular e macerada. *In*: Congresso Nacional do Meio Ambiente, 17. Poços de Caldas. **Anais [...]**. Minas Gerais, 2020.
- AHMAD, T.; DANISH, M. Prospects of banana waste utilization in wastewater treatment: A review. **Journal of Environmental Management**, v.206, p.330-348, 2018.
- A Importância da leitura correta nos processos de tratamento de água. **BAUMINAS**, 2021. Disponível em: <https://bauminas.com.br/a-importancia-da-leitura-correta-nos-processos-de-tratamento-de-agua/>. Acesso em: 15 out. 2023.
- AL-BARAK A. B. S, EL-SAID S. M. The use of some food industrial by-products for waste water purification. **Research Journal of Environmental Sciences**, v.4, n.6, p.566–572, 2010.
- ALCARDE, A. R. Fermentação. **Portal Embrapa**, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana/pos-producao/processamento-da-cana-de-acucar/tratamento-do-caldo/fermentacao>.
- ALVES, S. C. **Educação ambiental e interdisciplinaridade: da explicitação de conceitos nos PCNS e DCNEM à prática pedagógica no ensino médio**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.
- ANASTOPOULOS, I.; KYZAS, G. Z. Progress in batch biosorption of heavy metals onto algae. **Journal of Molecular Liquids**, v.209, p.77–86, 2015.
- ANDRADE, C. D. *et al.* Compósito para a construção civil a partir de resíduos industriais. **Matéria**, Rio de Janeiro, v.21, n.2, 2016.
- ANWAR, J. *et al.* Removal of Pb(II) and Cd(II) from water by adsorption on peels of banana. **Bioresource Technology**, p. 1752-1755, 2010.

ARAÚJO, A. L. P. de *et al.* ESTUDO DE ADSORÇÃO DE CHUMBO POR CARVÃO MINERAL. *In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável*. Santa Catarina. **Anais [...]**. Santa Catarina, 2004.

ARRIGO, V.; ALEXANDRE, M. C. L.; ASSAI, N. D. S. O Ensino De Química E a Educação Ambiental: Uma Proposta Para Trabalhar Conteúdos De Pilhas E Baterias. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.13, n.5, p.306-325, 2018.

ATKINS, P.; JONES, L.; LAVERMAN, L. **Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente**. Porto Alegre: Bookman Editora, 2018.

AUSUBEL, D. G. Estrutura cognitiva e facilitação da aprendizagem verbal significativa. **Revista de formação de professores** , v.14, n.2, pág.217-222, 1963.

AZEVEDO, E. B. Poluição e Tratamento de Água. **Química Nova na Escola**, n.10, 1999.

BABIC, S. *et al.* Determination of pKa values of active pharmaceutical ingredients. **TrAC - Trends in Analytical Chemistry**, v.26, n.11, p.1043–1061, 2007.

BANERJEE, K. A novel agricultural waste adsorbent, watermelon shell for the removal of copper from aqueous solutions. **Iranian Journal of Energy and Environmental**, v.3, n.2, p.143-156, 2012.

BARBOSA, G.; DE OLIVEIRA, C. T. Educação Ambiental na Base Nacional Comum Curricular. **REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 37, n. 1, p. 323–335, 2020.

BARQUILHA, C. E. R. *et al.* Biossorção e dessorção de íons cobre pelo biossorbente imobilizado preparado a partir da alga marinha sargassum sp. *In: Encontro Brasileiro sobre Adsorção*, 12°. Gramado, 2018. **Anais [...]**. Rio Grande do Sul, 2018.

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.

BARCELLOS, C. P. **Desenvolvimento de oficina temática no ensino de química utilizando fibra da casca do coco como tema gerador**. 100f. Dissertação (Mestrado em Ensino na Educação Básica) - Programa de Pós-Graduação em Ensino na Educação Básica, Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, 2019.

BERTOLDO, D. C. et al. Remoção de nitrato utilizando carvão ativado do bagaço de mandioca como adsorbente. *In: Congresso Nacional do Meio Ambiente*, 14. Poços de Caldas – MG, 2014. **Anais [...]**. Minas Gerais, 2014.

BHATNAGAR, A. Utilization of agro-industrial and municipal waste materials as potential adsorbents for water treatment - A review. **Chemical Engineering Journal**, v.157, n.2-3, p.277-296, 2010.

BLANCO, S. P. D. M. **Monitoramento de águas subterrâneas do aquífero serra geral e avaliação do processo de adsorção para remoção de contaminantes**. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2017.

BLÁZQUEZ, G. *et al.* Evaluation and comparison of the biosorption process of copper ions onto olive stone and pine bark. **Journal of Industrial and Engineering Chemistry**, v. 17, n. 5–6, p. 824–833, 2011.

BONETTO, L. R. **Estudo Da Adsorção Do Corante Azul De Metileno Por Um Resíduo Sólido Da Indústria Do Suco De Maçã**. 2016. 153f. (Dissertação de Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências dos Materiais, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2016.

BONIOLO, M. R. **Biossorção de Urânio nas Cascas de Banana**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, 2008.

BORTOLOTTI, M. A. **O elemento água e a interdisciplinaridade no ensino superior**. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Educação Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2010.

BORUAH, P. K. *et al.* Magnetically recoverable Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/graphene nanocomposite towards efficient removal of triazine pesticides from aqueous solution: Investigation of the adsorption phenomenon and specific ion effect. **Chemosphere**, v.168, p.1058–1067, 2017.

BRACARENSE, A. A. P. *et al.* Avaliação do uso de cascas de manga e melancia como biossorbentes na remoção do corante azul de metileno. *In*: Congresso Nacional do Meio Ambiente, 17. Poços de Caldas. **Anais [...]**. Minas Gerais, 2020.

BRANDÃO, V. A. da C. **A importância do tratamento adequado da água para eliminação de microorganismos**. 2011. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Consórcio Setentrional de Educação a Distância, Universidade de Brasília, Universidade Estadual de Goiás, Brasília, 2011.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Introdução**. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. Fundação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Censo demográfico de 1991**. Disponível em: [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **CONSUMO SUSTENTÁVEL: Manual de educação**. Brasília: Consumers International/ MMA/ MEC/IDEC, 2005. Disponível em: [portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao8.pdf](http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao8.pdf) Acessado em: set. de 2023

BRASIL. Ministério da Educação. **Guia de implementação da Base Nacional Comum Curricular: orientações para o processo de implementação da BNCC**. Brasília, 2018. Disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>.

BRASIL. Ministério da Educação. Lei nº. 9.795 de 27 de abril de 1999. **Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências**. Brasília, 1999a.

BRASIL. Ministério da Educação. **Padrões Mínimos de Qualidade do Ambiente Escolar, Fundo de Fortalecimento da Escola**. FUNDESCOLA/MEC. 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Gabinete do Ministro. Portaria nº 888**, de 04 de maio de 2021.

BRASIL. **Lei 13.005, de 25 de junho de 2014**. Plano Nacional de Educação. Brasília, 2014. Disponível em: [www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2011-2014/2014/2014/lei/13005.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2014/2014/lei/13005.htm)

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2914**, de 12 de dezembro de 2011. Brasília, 2011.

BUSKE, J. L.; JOÃO, J. J. Biomassa residual: Utilização da casca da banana como adsorvente de metais pesados em efluentes líquidos industriais. *In: JORNADA UNISUL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA*, 2012, Tubarão. **Anais [...]**. Santa Catarina, 2012.

CABRERA-LAFAURIE, W. A.; ROMÁN, F. R.; HERNÁNDEZ-MALDONADO, A. J. Removal of salicylic acid and carbamazepine from aqueous solution with Y-zeolites modified with extra framework transition metal and surfactant cations: Equilibrium and fixed-bed adsorption. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v.2, n.2, p.899–906, 2014.

CALAZANS, D. R. *et al.* Aspectos da educação ambiental em duas escolas de Aracaju/SE. **Diversitas Journal**, v.7, n.3, p.1374-1385, 2022.

CANESIN, F.P.; SILVA, O.C.V.; LATINI, R.M. O olhar de um licenciando para o ensino de química e a educação ambiental. **Revista Eletrônica do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente**, v.3, n. 2, p.50-60, 2010.

CAROLIN, C. *et al.* Efficient techniques for the removal of toxic heavy metals from aquatic environment: A review. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 5, n. 3, p. 2782–2799, 2017.

CASSIANO, K. F. D., ECHEVERRÍA, A. R. Abordagem Ambiental em Livros Didáticos de Química: Princípios da Carta de Belgrado. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v.36, n.3, p.220-230, 2014.

CASTILHOS JUNIOR, A. B. D.; DALSSASSO, R. L.; ROHERS, F. Pré-tratamento de lixiviados de aterros sanitários por filtração direta ascendente e coluna de carvão ativado. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.15, p.385-392, 2010.

CASTRO, D. *et al.* Chemical Modification of Agro-Industrial Waste-Based Bioadsorbents for Enhanced Removal of Zn(II) Ions from Aqueous Solutions. **Materials**, v.14, 2021.

CESCHINI, M. da S. C.; SALOMÃO DE FREITAS, D. P. A ESTREITA RELAÇÃO ENTRE A PEDAGOGIA FREIREANA, A FORMAÇÃO ECOCIDADÃ E A EDUCAÇÃO AMBIENTAL TRANSFORMADORA. **Momento - Diálogos em Educação**, [S. l.], v. 29, n. 3, 2021.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica**: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*. n. 22, p.89-100, 2003.

CHASSOT, A. **Para que(m) é útil o ensino?** 2.ed. Canoas: Ed. Ulbra. 2004.

CHOJNACKA K. Biosorption and bioaccumulation—the prospects for practical applications. **Environment International**, v.36, n.3, p.299-307, 2010.

CIONEK, C. A. **Avaliação de carvões ativados de diferentes naturezas para adsorção de corante têxtil**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Departamento de Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá, Paraná, 2013.

CIVITEREZA, G. C. P. *et al.* Adsorção de  $\text{Cu}^{2+}$  em solução aquosa usando fibras de casca de café acidificadas. *In: Congresso Nacional do Meio Ambiente, 14. Poços de Caldas – MG, 2018. Anais [...]. Minas Gerais, 2017.*

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

**Com novos filtros, ETA Guariroba reforça tratamento de água em Campo Grande.** Águas de Guariroba, 2021. Disponível em:

<https://www.aguasguariroba.com.br/com-novos-filtros-eta-guariroba-reforca-tratamento-de-agua-em-campo-grande/>. Acesso em: 15 out. 2023

**Como funciona uma estação de tratamento de água?** Disponível em:

<http://www.atividadeseducativas.com.br/index.php?id=2089>. Acesso em: 20 set. 2023

CORREA, V. H. M. *et al.* Adsorção de corantes dispersos com diferentes adsorventes. *In: Congresso Nacional do Meio Ambiente, 13. Poços de Caldas. Anais [...]. Minas Gerais, 2016.*

CORTES JUNIOR, L. P., CORIO, P., FERNANDEZ, C. As Representações Sociais de Química Ambiental dos Alunos Iniciantes na Graduação em Química. **Química Nova na Escola**, v.31, n.1, p.46–54, 2009.

- COSTA, J. M.; PINHEIRO, N. A. M. O ensino por meio de temas-geradores: a educação pensada de forma contextualizada, problematizada e interdisciplinar. **Imagens da Educação**, v.3, n.2, p.37-44, 2013.
- CRESPÃO, L. M. P. *et al.* Utilização de bainha de palmito pupunha como bioissorvente do corante têxtil vermelho 4B. *In: Congresso Nacional do Meio Ambiente*, 13. Poços de Caldas. **Anais [...]**. Minas Gerais, 2016.
- CRUZ, M. A. R. F. *et al.* "Farinha Da Casca Da Banana : Um Bioissorvente Para Metais Pesados De Baixo Custo. *In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química*, 32<sup>a</sup>, 2009.
- CRUZ, W. C. D. **A teoria das situações didáticas como fundamento para o ensino de processos de separação de misturas**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campos Belos, 2021.
- DAS, N.; VIMALA, R.; KARTHIKA, P. Biosorption of heavy metals – An overview. **Indian Journal of Biotechnology**, v.7, p.159-169, 2008.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1991.
- DEL VECCHIO, P. *et al.* Ampicillin removal by adsorption onto activated carbon: Kinetics, equilibrium and thermodynamics. **Water Science and Technology**, v.79, n.10, p.2013-2021, 2019.
- DEMIRBAS, A. Agricultural based activated carbons for the removal of dyes from aqueous solutions: A review. **J. Hazard. Mater**, v.167, p.1-9, 2009.
- DHAOUADI, F. *et al.* Preparation of an avocado seed hydrochar and its application as heavy metal adsorbent: properties and advanced statistical physics modeling. **Chemical Engineering Journal**, v. 419, p. 129472-129482, set. 2021.
- DIAS, P. F. **O tema água no ensino de ciências: uma proposta didático-pedagógica elaborada com base nos três momentos pedagógicos**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, 2016.
- DIAS, J. M. *et al.* Waste materials for activated carbon preparation and its use in aqueous-phase treatment : A review. **Journal of Environmental Management**, v.85, p.833-846, 2007.
- DICKMANN, I.; MARIA, S.; CARNEIRO, M. Paulo Freire e Educação ambiental: contribuições a partir da obra *Pedagogia da Autonomia*. **Revista de Educação Pública**, v.21, n.45, p.87-102, 2012.

DINIZ, F. E. *et al.* O Ensino de Química integrado a temas ambientais: Um relato de experiência com escolares do ensino médio, **Research, Society and Development**, v.10, n.8, 2021.

DOTTO, G. L. *et al.* Remoção dos corantes azul brilhante, amarelo crepúsculo e amarelo tartrazina de soluções aquosas utilizando carvão ativado, terra ativada, terra diatomácea, quitina e quitosana: estudos de equilíbrio e termodinâmica. **Química Nova**, v.34, n.7, p. 1193-1199, 2011.

DOTTO, G. L.; VIEIRA, M. L. G.; PINTO, L. A. A. Kinetics and mechanism of tartrazine adsorption onto chitin and chitosan. **Industrial and Engineering Chemistry Research**, v.51, n.19, p.6862-6868, 2012.

EL-SAYED, H. E. M.; EL-SAYED, M. M. H. Assessment of food processing and pharmaceutical industrial wastes as potential biosorbents: a review. **Biomed. Res. Int.**, 2014.

ERIG, R. S. B. **Uma metodologia investigativa para o ensino de separação de misturas utilizando a experimentação.** 2021. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2021.

ESPASANDIM, J. V. F. *et al.* FATORES QUE INFLUENCIAM A CAPACIDADE DE ADSORÇÃO DE COBRE (II) NO PÓ DA CASCA DE COCO VERDE. **Revista Eletrônica Perspectivas da Ciência e Tecnologia**, v. 11, 2019.

EUSTÁQUIO, H. M. B. **Ensaio de tratabilidade aplicados a determinação de parâmetros para dimensionamento de processos de tratamento de água de manancial eutrofizado.** 2010. 144 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

FALCO, G. B. **Estudo da viabilidade de aplicação da casca de banana como biossorbente em tratamento de efluentes residuais.** 2014. 73f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2014.

FERREIRA, P. P. L. *et al.* Adsorção de Cu (II) e Cr(III) em efluentes líquidos utilizando a cinza do bagaço da cana-de-açúcar. **Cerâmica**, São Paulo, v.61, n.360, 2015.

FERREIRA, I. Covid-19 teria tido menos impacto no Brasil se a agenda 2030 tivesse avançado. **Jornal da USP**, 2020. Disponível em: <https://jornal.usp.br/atualidades/covid-19-teria-tido-menos-impacto-no-brasil-se-a-agenda-2030-tivesse-avancado/>. Acesso em: 15 out. 2023.

FERREIRA, B. N. **Adsorventes utilizados para o tratamento de águas subterrâneas: uma revisão.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2021.

FILHO, A. M; SILVEIRA, M. P. **Abordando a temática ambiental na perspectiva ambiental. Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE, Secretaria de Estado da Educação.** Superintendência da Educação. Programa de Desenvolvimento Educacional – Curitiba: SEED – PR, 2016. V.1, 2013.

FONSECA, M. R. M. **Química: Ensino Médio.** Vol 1, 2ª ed. São Paulo: Ática, 2016.

FRANCISCO, M. S. *et al.* Efeito das condições de manejo nas características sensoriais de banana (*Musa spp.*) cv. Pacovan. **Rev. Bras. Frutic.**, v.36, n.2, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0100-2945-111/13>.

FRANCO, E. S. **Avaliação da influência dos coagulantes sulfato de alumínio e cloreto férrico na remoção de turbidez e cor da água bruta e sua relação com sólidos na geração de lodo em estações de tratamento de água.** 2009. 207f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2009.

FRANCO, B. C. **O caminho da água até a nossa casa: uma sequência didática para o ensino de química.** 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Departamento de Química, Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2017.

FREIRE, P. **Educação e mudança.** São Paulo: Paz e Terra, 2003 (Tradução: Moacir Gadotti; Lillian Lopes Martin).

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa.** 25ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa.** 54ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2016.

FREIRE, P. **Pedagogia da Esperança: Um reencontro com a Pedagogia do oprimido.** 3ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1994.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1975.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2008.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido.** 58. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2014.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido.** Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra, 71.ed, 2019.

GARBIN, B. **Adsorção de manganês de águas subterrâneas em cascas e biochar de banana.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2018.

GARLET, V. *et al.* Correlações entre Comportamentos e Competências: a busca de uma Universidade verde. **Revista Gest@o Org**, v.17, n.1, p.73-87, 2019.

- GISI, S. *et al.* Characteristics and adsorption capacities of low-cost sorbents for wastewater treatment: A review. **Sustainable Materials and Technologies**, v.9, p.10-40, 2016.
- GONDIM, M. S. **Ensino de ciências: sequência didática multissensorial sobre solos**. 64f. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.
- GROUS, G. S. *et al.* Pó da casca de ovo como adsorvente na remoção de íons cromato e dicromato como tecnologia terciária para tratamento de efluentes. *In: Congresso Nacional do Meio Ambiente*, 14. Poços de Caldas. **Anais [...]**. Minas Gerais, 2017.
- GUARDABAXO *et al.* Estudo da capacidade de adsorção de fibras de bagaço de cana de açúcar modificadas ou não quimicamente na remoção de íons PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> de soluções aquosas. *In: Congresso Nacional do Meio Ambiente*, 15. Poços de Caldas. **Anais [...]**. Minas Gerais, 2018.
- HASHEM, F. S.; AMIN, M. S. Adsorption of methylene blue by activated carbon derived from various fruit peels. **Desalination and Water Treatment**, v. 57, n. 47, p. 22573–22584, 2016.
- HOLANT, Z. R. **Biosorption of Heavy Metals**. p. 235–250, 1995.
- HSU, T. C. Experimental assessment of adsorption of Cu<sup>2+</sup> and Ni<sup>2+</sup> from aqueous solution by oyster shell powder. **Journal of Hazardous Materials**, v. 171, n. 1-3, p. 995–1000, 2009.
- ILLI, J. C. **Utilização de rejeito de carvão mineral modificado com HTDMA-Br como sólido sorvente no tratamento de águas contaminadas com nitrato**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.
- IMBERNÓN, F. **Formação continuada de professores**. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- IOSHIMURA, R. A. **Estudo da eficiência granulométrica no processo de filtração direta com aplicação de coagulantes no tratamento de água**. 2016. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2016.
- JACOBI, P. R. Educação Ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v.31, n.2, p.233-250, 2005.
- JOSEPH, L. *et al.* Removal of heavy metals from water sources in the developing world using low-cost materials: a review. **Chemosphere**, v.229, p.142-159, 2019.
- JUBILUT, L. L. *et al.* Dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS): Agenda 2030 e os Direitos

Humanos e Vulnerabilidades. *In*: JUBILUT, L. L. *et al.* **Direitos Humanos e Vulnerabilidade e a Agenda 2030**. Roraima: EDUFRR, 2020.

JUCHEN, P.T. *et al.* Aplicação do palito de erva-mate como adsorvente no processo de adsorção do corante azul de metileno. *In*: Simpósio de Engenharia Química, Processos Químicos, V. Maringá. 2013. **Anais [...]**, Maringá, 2013.

JURADO DÁVILA, I. *et al.* Removal of reactive red 120 in aqueous solution using mg-hydroxaltes as adsorbents solids: Kinetics and isotherms. **Revista Internacional de Contaminacion Ambiental**, v.36, n.2, p.443-453, 2020.

KHAN, T.; KHAN, E. A.; SHAHJAHAN. Adsorptive uptake of basic dyes from aqueous solution by novel brown linseed deoiled cake activated carbon: Equilibrium isotherms and dynamics. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v.4, n.3, 2016.

KURNIAWAN, T. A. *et al.* Comparisons of low-cost adsorbents for treating wastewaters laden with heavy metals. **Science of the Total Environment**, v.366, n.2-3, p.409-426, 2006.

KYZAS, G. Z.; FU, J.; MATIS, K. A. The Change from Past to Future for Adsorbent Materials in Treatment of Dyeing Wastewaters. **Materials**, v.6, 2013.

LACERDA *et al.* Abordagem dos conceitos mistura, substância simples, substância composta e elemento químico numa perspectiva de ensino por situação-problema. **Química Nova na Escola**, v.34, n.2, p.75-82, 2012.

LATINI, R. M., SOUSA, A. C. Ensino de Química e Ambiente: as articulações presentes na revista Química Nova na Escola. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.16, n.1, p.143-159, 2011.

LEITE, R. C. S. **Proposta de atividades experimentais em educação ambiental para conteúdos do 1º ano do ensino médio com a utilização de protótipos de filtro de carvão ativado de caroços de açaí (*euterpe oleracea*)**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Instituto de Química, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Macapá, 2020.

LESMANA, S. O. *et al.* Studies on potential applications of biomass for the separation of heavy metals from water and wastewater. **Biochemical Engineering Journal**, v.44, n.1, 2009.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1994.

LIMA, M.C.; ARAÚJO, M.C. O ensino de química a partir da consciência do lixo na escola. **Projeto: Cais consCiência – Aulas experimentais**, Universidade Estadual de Santa Cruz, Bahia, 2011. Disponível em:  
<http://ambiente.educacao.ba.gov.br/conteudos/download/2172.pdf>.

LIMA, J. A. Contextualização E Ensino De Química Na Educação Básica: Uma Estratégia Para Promoção De Aprendizagem Significativa. **Revista Docentes**, v. 4, n. 9, p. 39–49, 2019.

LOPES, A. C. Os parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio e a submissão ao mundo produtivo: o caso do conceito de contextualização. **Educação & Sociedade**, São Paulo, v.23, n.80, p.386-400, 2002.

LORENA, J. *et al.* Biossorção de metais pesados: uma revisão. **Revista saúde e ciência**, v.3, n.3, p. 137-149, 2014.

MACEDO, J. S. **Aproveitamento dos resíduos do beneficiamento de fibras de coco na obtenção de um eco-material: carbono ativado mesoporoso**. 2005. 106f. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de Sergipe, 2005.

MACEDO, C. F.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.36, n.2, p.149-163, 2018.

MARCONDES, M. E. R.; SILVA, D. P. **Oficinas temáticas no ensino público. Formação continuada de professores**. Grupo de Pesquisa em Educação Química – GEPEQ – Instituto de Química. São Paulo: Secretaria da Educação de São Paulo; São Paulo: FDE, 2007.108 p.

MARCONDES, M. E. R. *et al.* **Oficinas Temáticas no Ensino Público Visando a Formação Continuada de Professores**. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2007.

MARCONDES, M. E. R. Proposições Metodológicas para o ensino de Química: Oficinas Temáticas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania. **Revista Em Extensão**, Uberlândia, v.7, p.67-77, 2008.

MARQUES, F. C.; CONCEIÇÃO, M. V. Adsorventes alternativos para remoção de corantes em efluente têxtil: um levantamento bibliográfico. *In*: Congresso Nacional do Meio Ambiente, 17. Poços de Caldas. **Anais [...]**. Minas Gerais, 2020.

MARQUES, R.; RAIMUNDO, J. A.; XAVIER, C. R. Educação Ambiental: Retrocessos e contradições na Base Nacional Comum Curricular. **Interfaces da educação**, v.10, n.29, p.445-467, 2019. Disponível em: <https://periodicosonline.uems.br/index.php/interfaces/article/view/3935>.

MARTINS, S. T. **O ensino de ciências/química no contexto da base nacional comum curricular e da reforma do ensino médio**. 2020. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

MARTINS, W. A. *et al.* Reuse of agroindustrial waste banana peel for wastewater treatment. **Revista verde**, v.10, n.1, p.96-102, 2015.

- MARTINS, D. D. S.; SERRA, J. C. V.; JUNIOR, J. C. V. Eficiência de biocarvões na remoção de cobre em água. *In: Congresso Nacional do Meio Ambiente, 16. Poços de Caldas. Anais [...]. Minas Gerais, 2019.*
- MASINI, E. A. S.; MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa:** condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. São Paulo: Vetor Editora, 2008.
- MASSOCATO, C. L. *et al.* Preparation and evaluation of kinetics and thermodynamics studies of lead adsorption onto chemically modified banana peels. **Desalination and Water Treatment**, v.51, 2013.
- MELO, D. de Q. *et al.* Chemical modifications of lignocellulosic materials and their application for removal of cations and anions from aqueous solutions. **Journal of Applied Polymer Science**, v.133, n.15, 2015.
- MEMON, J. R. *et al.* Caracterização de casca de banana por microscopia eletrônica de varredura e espectroscopia FT-IR e sua utilização para remoção de cádmio. **Colóides e Superfícies B: Biointerfaces**, v.66, n.2, pág. 260-265, 2008.
- MENDONÇA, M. F. C. *et al.* A Água da Fonte Natural: Sequência de Atividades Envolvendo os Conceitos de Substância e Mistura. **Química Nova na Escola**, v.36, n.2, p.108-118, 2014.
- MENEZES, I. P. *et al.* Adsorção competitiva dos corantes índigo carmim e auramina em compósito bentonita/quitosana. *In: Congresso Nacional do Meio Ambiente, 17. Poços de Caldas. Anais [...]. Minas Gerais, 2020.*
- MIGUEL, M. F. B. **Estudo de carvões ativados provenientes da pirólise de resíduos da produção e processamento de arroz: remoção de Cr (III) em meio líquido por meio de adsorção.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Química e Bioquímica) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2017.
- 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, 2010.
- MOHAMMAD, A. W. *et al.* Nanofiltration membranes review: Recent advances and future prospects. **Desalination**, v.356, p.226-254, 2015.
- MONDARDO, R. I. **Influência da pré-oxidação na tratabilidade das águas via filtração direta descendente em manancial com elevadas concentrações de microalgas e cianobactérias.** 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Centro Tecnológico, Universidade de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.
- MONTE, M. L. L. **A aula prática é uma boa ferramenta para trabalhar educação ambiental no ensino médio?** 2019. 52f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, 2019.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa.** Brasília: Editora da UnB, 1999.

- MOREIRA, A. E. R. **O sol, a terra e os seres vivos: uma proposta de sequência didática para o ensino de ciências na educação de jovens e adultos**. 96f. 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.
- MOREIRA, M. A.; MASINI, E. A. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2001.
- MOREIRA, M. A.; MASINI, E. A. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro Editora, 2ª ed., 2006.
- MOREIRA, M. A.; MASSONI, N. T. **Interfaces entre teorias de aprendizagem e Ensino de Ciências/Física**. Textos de apoio ao professor de física, v. 26, n. 6, p. 17-20, 2015.
- MORIN, E.; DÍAZ, C. J. D. **Reinventar a educação: abrir caminhos para a metamorfose da humanidade**. São Paulo: Palas Athena, 2016.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química**. São Paulo: Editora Scipione, 2ª ed., 2013.
- MOUTINHO, W. T. Distribuição da água no mundo. **Cola da Web**. Disponível em: <https://www.coladaweb.com/geografia/distribuicao-da-agua-no-mundo>. Acesso em: 15 out. 2023
- MUNAGAPATI, V. S.; KIM, D. S. Adsorption of anionic azo dye Congo Red from aqueous solution by Cationic Modified Orange Peel Powder. **Journal of Molecular Liquids**, v.220, 2016.
- MURANAKA, C. T. **Combinação de adsorção por carvão ativado com processo oxidativo avançado (POA) para tratamento de efluentes contendo fenol**. 2010. Tese (Doutorado Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- NASCIMENTO, R. F. *et al.* **Adsorção: aspectos teóricos e aplicações ambientais**. 2. ed., Fortaleza: Imprensa Universitária. 2020. (Estudos da pós-graduação). Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/53271>.
- NUNES, K. G. P. *et al.* Adsorção de cromo hexavalente usando rejeito de beneficiamento de carvão em modelo de batelada e coluna de leito fixo. **Acta Brasiliensis**, v.4, n.2, p.121, 2020.
- OLIVEIRA, N. N. **Aproveitamento de água de chuva de cobertura para fins não potáveis, de próprios da educação da rede municipal de Guarulhos**. 2008. 80 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade de Guarulhos, São Paulo, 2008.
- OLIVEIRA, Y. R. **ESTUDO DA ADSORÇÃO DE Cu(II) UTILIZANDO BIOCÁRVÕES DE PALHA DE CAFÉ CONILON**. 2018. Dissertação (Mestrado em

Agroquímica) - Programa de Pós-graduação em Agroquímica, Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2018.

OLIVEIRA, L.; NEIMAN, Z. Educação Ambiental no âmbito escolar: análise do processo de elaboração e aprovação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v.15, n.3, p.36-52, 2020.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2018. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/>

ONU. Organização das Nações Unidas. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/wpcontent/uploads/2015/10/agenda2030-pt-br.pdf>

PALLU, A. P. S. **Biossorção de cádmio por linhagens de *Aspergillus sp.*** 2006. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

PEREIRA, A. R. *et al.* Remoção de Carbendazim em águas de abastecimento por clarificação acoplada à adsorção em escala de bancada. **Revista DAE**, São Paulo, v.69, n.231, p.161-178, 2021.

PERRY, R. H.; GREEN, D. W.; MALONEY, J. O. **Perry's Chemical Engineers' Handbook**. McGraw-Hill, 1997.

PFEIFER, A.; ŠKERGET, A. M. A review: a comparison of different adsorbents for removal of Cr (VI), Cd (II) and Ni (II). **Turkish Journal of Chemistry**, v.44, n.4, 2020.

PINO, G. A. H. **Biossorção de Metais Pesados Utilizando Pó da Casca de Coco Verde (*Cocos nucifera*)**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

PINO, G. H. TOREM, M. L. Aspectos Fundamentais da biossorção de metais não ferrosos - estudo de caso. **Tecnol. Metal. Master. Miner.**, São Paulo, v.8, n.1, p.57-63, 2011.

POZO, J. I. **Aprendizes e Mestres: A Nova Cultura da Aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

PRESSI, L. **Análise do potencial uso de resíduos agroindustriais como adsorventes alternativos para metais no Rio Grande do Sul**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) - Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2021.

PUGA, I. T. **Educação ambiental no ensino de química: propostas de atividades para escola pública**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

QUADROS, A. L. A água como tema gerador do conhecimento químico. **Química nova na escola**, n.20, p.26-31, 2004.

RAMALHO, R. **Introduction to Wastewater Treatment Processes**. Editora Elsevier, 2012.

RAMOS, B.P. *et al.* Casca de maracujá como adsorvente de íons metálicos em efluente de galvanoplastia. **Brazilian Journal of Development**, v.5, n.6, p.6076-6091, 2019.

REIS, A. L. *et al.* Estudo da eficiência de adsorção de corante têxtil em casca de arroz modificada com magnetita. *In: Congresso Nacional do Meio Ambiente*, 15. Poços de Caldas. **Anais [...]**. Minas Gerais, 2018.

RIBAS, M. C. *et al.* Estudo da remoção do corante azul reativo por biossorção com casca de trigo. *In: Congresso Sul-Americano de resíduos sólidos e sustentabilidade*, 2. Foz do Iguaçu. **Anais [...]**, Paraná, 2019.

RICHTER, C. A. **Água: Métodos e tecnologia de tratamento**. São Paulo: Blucher, 2017.

ROCHA, J. R. C.; CAVICCHIOLI, A. Uma abordagem alternativa para o aprendizado dos conceitos de átomo, molécula, elemento químico, substância simples e substância composta, nos ensinos fundamental e médio. **Química Nova na Escola**, n.21, p.29-33, 2005.

ROCHA, W. D.; LUZ, J. A. M.; LENA, J. C.; BRUÑA-ROMERO, O. Adsorção de cobre por carvões ativados de endocarpo de noz de macadâmia e semente de goiaba. **REM: R. Esc. Minas**, Ouro Preto, 59(4): 409-414, 2006.

ROCKER, C. **BIOSSORÇÃO DE ÍONS CROMO DE SOLUÇÃO AQUOSA SINTÉTICA E EFLUENTE DE CURTUME UTILIZANDO MACRÓFITAS AQUÁTICAS**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Paraná, 2015.

RODRIGUES, R. F. *et al.* Adsorção de Metais Pesados em Serragem de Madeira Tratada com Ácido Cítrico. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. v.11, n.1, p.21-26. 2006.

RONCA, A. C. C. Teorias de ensino: a contribuição de David Ausubel. **Temas psicológicos**, v.2, n.3, Ribeirão Preto, 1994.

ROSSET, M. *et al.* Effect of concentration in the equilibrium and kinetics of adsorption of acetylsalicylic acid on Zn-Al layered double hydroxide. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v.8, n.4, 2020.

RUBIO, F. M. *et al.* O Ensino de Química na Rede Estadual de Educação de Dourados: percepção dos professores. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA*, 35<sup>a</sup>. Águas de Lindóia. **Anais [...]**. São Paulo, 2012.

SABESP. **Relatório Anual de Qualidade da Água**, 2019. Disponível em: [https://www.sabesp.com.br/site/TOQ/2019/CAMPINA\\_DO\\_MONTE\\_ALEGRE\\_RQA\\_2019.pdf](https://www.sabesp.com.br/site/TOQ/2019/CAMPINA_DO_MONTE_ALEGRE_RQA_2019.pdf)

SABBAG, M. G.; MORITA D. M. Incorporação de lodo de estações de tratamento de água em blocos cerâmicos. *In*: Simpósio Luso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Braga. **Anais [...]**: APESB, APRH, ABIS, p.1-15, 2002.

SALAVERRY, I. B.; SANTOS, F. A.; FRANKENBERG, C. L. C. Uso de resíduos da produção de azeite de oliva como bioissorventes de cromo hexavalente. **Revista Liberato**, Novo Hamburgo, v.17, n.27, p.01-118, 2016.

SALES, F. R. P. **Estudo da casca da banana como material adsorvente em tratamento de águas: uma atividade teórico-experimental para o ensino de química**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Instituto de Química, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Paraíba, 2017.

SAMATYA, S. *et al.* Removal of nitrate from aqueous solution by nitrate selective ion exchange resins. **Reactive and Functional Polymers**, v.66, n.11, p.1206-1214, 2006.

SANTANA, J, S; S, B, R; O, R, B. Utilização da casca de banana como bioissorvente para adsorção de metais pesados viabilizando sua utilização em águas residuárias da indústria galvânica. **Journal of Engineering, Architecture and Technology Innovation**, v.8, n.1, p.143-157, 2020.

SANTOS, J. C.; RODRIGUES, C. Educação ambiental no ensino de Química: a “água” como tema gerador. **Revista Eletrônica Mestrado em Educação Ambiental**, v.35, n.2, p.62-86, 2018.

SANTOS, R. F. *et al.* Adsorção de corantes reativos remazol preto 5 e remazol vermelho RGB utilizando carvão comercial de casca de coco comercial e ativado com CH<sub>3</sub>COOH. *In*: Congresso Nacional do Meio Ambiente, 13. Poços de Caldas. **Anais [...]**. Minas Gerais, 2016.

SANTOS I. O.; METZKER, S.L.O.; MACHADO, A. R. T. Carvão ativado obtido do bagaço de cana-de-açúcar: cálculo da área superficial por adsorção de azul de metileno. *In*: Congresso Nacional do Meio Ambiente, 17. Poços de Caldas. **Anais [...]**. Minas Gerais, 2020.

SANTOS, W.L.P. e MORTIMER, E.F. Concepções de professores sobre contextualização social do ensino de química e ciências. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 22. 1999. **Anais [...]**. Poços de Caldas, 1999.

SANTOS, M. R. **AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DOS CARVÕES ATIVADOS PRODUZIDOS A PARTIR DA CASCA DA BANANA NANICA (*Musa paradisiaca*) NA BIOSSORÇÃO DE ÍONS CHUMBO EM ÁGUA**. 2020. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) - Programa de Pós-Graduação em Agroquímica, Instituto Federal Goiano, Goiás, 2020.

- SANTOS, R. S. S. **Olhares a respeito da educação ambiental no currículo de formação inicial de professores.** 2015. Tese (Doutorado) - Universidade de Brasília, Brasília, 2015. Disponível em:  
[http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/18618/1/2015\\_RitaSilvanaSantanaSantos.pdf](http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/18618/1/2015_RitaSilvanaSantanaSantos.pdf).
- SANTOS, S. B.; QUADROS, A. L. Contextualização e aprendizagem: o ensino de Química em questão. *In: Congresso Latinoamericano de Química, XXVII; Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 27ª.* Salvador. **Atas [...]**. Bahia, 2004.
- SANTOS, V. G.; GALEMBECK, E. Sequência Didática com Enfoque Investigativo: Alterações Significativas na Elaboração de Hipóteses e Estruturação de Perguntas Realizadas por Alunos do Ensino Fundamental I. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2018.
- SANTOS, W.L.P.; SCHNETZLER, R.P. **Educação em química: compromisso com a cidadania.** Ijuí-RS: Unijuí, 2003.
- SARAN, M. L.; SALATA, R. C.; VICENTINI, S. T. Biossorção de crômio hexavalente por palha da cana-de-açúcar in natura: isotermas de adsorção. *In: Congresso Nacional do Meio Ambiente, 17.* Poços de Caldas. **Anais [...]**. Minas Gerais, 2020.
- SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. *In: A. M. P. CARVALHO (Org). Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.* São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- SAXENA, A. *et al.* Adsorption of heavy metals from wastewater using agricultural–industrial wastes as biosorbents. **Water Science**, v.31, n.2, 2017.
- SEGA, D. L. **Espaços não formais de ensino: Ensino de Química na Estação de Tratamento de Água.** Bauru. 2021. 66 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2021.
- SEVERINO, F. N. *et al.* Remoção de glifosato de meio aquoso utilizando biossorvente preparado a partir de sabugo de milho. *In: Congresso Nacional do Meio Ambiente, 16.* Poços de Caldas. **Anais [...]**. Minas Gerais, 2019.
- SHARMA, S. Bioremediation Features, Strategies, and Applications. **Asian Journal of Pharmacy and Life Science**, v.2, 2012.
- SIGLIANI, L. C. de S.; SILVA, A. V. da. É com alegria que colocamos em suas mãos: uma análise semântico-enunciativa de professor nas introduções aos PCNS. **Revista (Con)Textos Linguísticos**, v.14, n.29, 2020.
- SILVA, L. H. B. ; ALVES, J. S. ; LIMA J. P. M. Reflexões sobre a aplicação da oficina temática água: do tratamento ao consumo humano. **SCIENTIA PLENA**, v.11, 2015.

SILVA, R. R.; MACHADO P. F. L. Experimentação no ensino médio de química: a necessária busca da consciência ético-ambiental no uso e descarte de produtos químicos - um estudo de casos. **Ciência & Educação**, v.14, n.2, p.233-249, 2008.

SILVA, A. T. **Influência da temperatura na adsorção do corante azul de metileno utilizando serragem de Pinus elliottii como um adsorvente alternativo**: um modelo para o tratamento de efluentes têxteis. 2005. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química) - Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2005.

SILVA, E. L.; MARCONDES, M. E. R. O professor de química e o ensino na perspectiva da ciência, tecnologia e sociedade. *In*: Congresso Ibero-americano de Educación Científica: innovación especialización, IV. Perú. 2006. **Anais [...]**. Perú, 2006.

SILVA, E. L.; MARCONDES, M. E. R. VISÕES DE CONTEXTUALIZAÇÃO DE PROFESSORES DE QUÍMICA NA ELABORAÇÃO DE SEUS PRÓPRIOS MATERIAIS DIDÁTICOS. **Rev. Ensaio**, Belo Horizonte, v.12, n.01, p.101-118, 2010.

SILVA, D. P. (Org.). **Oficinas temáticas no ensino público: formação continuada de professores. Secretaria da Educação, Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas**. São Paulo: FDE, 2007. Disponível em:  
[http://media.wix.com/ugd/4eb63d\\_31e03c36b6ea45738d6639d909d6b04f.pdf](http://media.wix.com/ugd/4eb63d_31e03c36b6ea45738d6639d909d6b04f.pdf).

SILVA R. P.; SANTOS R. A.; LIMA, J. P. M. Oficinas temáticas realizadas pelo PIBID/Química/UFS/São Cristóvão: uma proposta metodológica. *In*: Escola de Verão em Educação Química, IX; Seminário Integrador Iniciação à Docência: Ações do PIBID Química na Educação Básica, II. São Cristóvão. **Anais [...]**. Sergipe, 2013.

SILVA, K. M. D. *et al.* Caracterização físico-química da fibra de coco verde para a adsorção de metais pesados em efluentes de indústria de tintas. **ENGEVISTA**, v.15, n.1. p.43-50, 2013.

SILVA, J. L. B. C. *et al.* Biossorção de metais pesados: uma revisão. **Revista saúde e ciência on line**, v.3, n.3: 137-149, 2014.

SILVA, M. C. B. **A perspectiva crítica nas pesquisas em educação ambiental - dissertações e teses**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Ciências, Letras e Filosofia de Ribeirão Preto, São Paulo, 2015.

SILVA, W. M. *et al.* Análise de Adsorventes Naturais Empregados na Remoção de Metais Pesados Para o Tratamento de Efluentes. *In*: Workshop Internacional sobre Água no Semiárido Brasileiro, III. Paraíba. 2015. **Anais [...]** Campina Grande- PB, 2015.

SILVA, D. S. Articulações entre Agenda 2030, Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS e Base Nacional Comum Curricular – BNCC. *In*: Congresso Internacional Media Ecology and Image Studies – O protagonismo da narrativa imagética, Memórias, 2º. [S. l.], 2019.

- SILVA, N. S.; LOUREIRO, C. F. B. O sequestro da Educação Ambiental na BNCC (Educação Infantil - Ensino Fundamental): os temas Sustentabilidade/Sustentável a partir da Agenda. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, XII. Natal. **Anais [...]**. Rio Grande do Norte, 2019.
- SILVEIRA, I. M. S.; RUAS, T. O.; ELIAS, N. F. Educação Ambiental e suas Práticas como exercício da cidadania na Escola Básica. **Revista Verde Grande**, v.3, n.1, p.106-123, 2021.
- SOARES, M. **Alfabetização: a questão dos métodos**. São Paulo: Contexto, 2017.
- SOUZA., M. A. S. de. **A educação ambiental na / para formação do eco- professor**. Dissertação (Mestrado em Ensino em Ciências da Saúde e do Meio Ambiente) - Centro Universitário de Volta Redonda, Rio de Janeiro, 2013.
- SOUZA, J. V. T. M. D. *et al.* Adsorção de Cromo (III) por resíduos de laranja in natura e quimicamente modificados. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, v.33, n.1, 2012.
- SOUZA, A.; CECHINEL, M. A. P.; PETERSON, M. Avaliação do potencial sortivo da casca de laranja quimicamente e termicamente modificada na remoção de metais em solução aquosa. **Brazilian Journal of Development**, v.5, n.6, 2019.
- SULYMAN, M.; NAMIESNIK, J.; GIERAK, A. Low-Cost Adsorbents Derived from Agricultural By-Products/Wastes for Enhancing Contaminant Uptakes from Wastewater: A Review. **Polish Journal of Environmental Studies**, v.26, 2017.
- SUZUKI, M. G. G.; BRACARENSE, A. A. P.; AMORIM, F. R. Determinação do pH<sub>pzc</sub> do biossorbente obtido a partir do epicarpo da macaúba (*acromia aculeata*) in natura, pré-tratado com HCl e NaOH e funcionalizado com ácido cítrico. *In: Congresso Nacional do Meio Ambiente*, 17. Poços de Caldas. **Anais [...]**. Minas Gerais, 2020.
- TAN, K. L.; HAMEED, B. H. Insight into the Adsorption Kinetics Models for the Removal of Contaminants from Aqueous Solutions. **Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers**, 2017.
- TOMAZ, P. **Aproveitamento de água da chuva em áreas urbanas para fins não potáveis**. São Paulo: Navegar Editora, 2010.
- TOPARE, N. S.; WADGAONKAR, V. S. A review on application of low-cost adsorbents for heavy metals removal from wastewater. **Materialstoday: PROCEEDINGS**, v.77, n.1, p.08-18, 2023.
- TOQUETTO, A. *et al.* XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI) Salvador, BA, Brasil – 17 a 20 de julho de 2012.

TORRALBO, D. **O tema água no ensino: a visão de pesquisadores e de professores de Química**. 2009. 141f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

TORRALBO, D.; MARCONDES, M. E. R. A “Água” como tema ambiental no ensino de Química: o que pensam os pesquisadores. **REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v.22, n.1, 2009.

TORRALBO, D. ; MARCONDES, M. E. R. O tema água no ensino: a visão de pesquisadores e de professores de Química. *In*: Encontro Nacional de Ensino de Química, 15. Brasília. 2010, Brasília. **Anais [...]**. Brasília, 2010.

TORRALBO, D.; MARCONDES, M. E. R. A abordagem do tema ambiental água no Ensino Médio: visão de especialistas e de professores de Química. **Educação Ambiental em Ação**, v.34, n.9, p.1-10, 2011.

UFSC DIDÁTICA – Texto 2 – Tendências pedagógicas na prática escolar. Disponível em: <https://ufscdidatica.blogspot.com/2010/10/texto-2-tendencias-pedagogicas-na.html>. Acesso em 03 de fevereiro de 2024.

UNESCO. Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives, 2017. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444>. Acesso em 04 de novembro de 2023.

VAGHETTI, J. C. P. **Utilização de biossorventes para remediação de efluentes aquosos contaminados com íons metálicos**. 2009. Tese (Doutorado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2009.

VAITSMAN, E. P.; VAITSMAN, D. S. **Química & Meio Ambiente: Ensino Contextualizado**. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2006.

VALADARES, J. A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA COMO TEORIA CONSTRUTIVISTA. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v.1, n.1, p.36-57, 2011.

VAN THUAN, T. *et al.* Response surface methodology approach for optimization of Cu<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup> and Pb<sup>2+</sup> adsorption using KOH-activated carbon from banana peel. **Surfaces and Interfaces**, v.6, p.209-217, 2017.

VENTAPANE, A. L. S.; SANTOS, P. M. L. Aplicação de princípios de Química Verde em experimentos didáticos: um reagente de baixo custo e ambientalmente seguro para detecção de íons ferro em água. **Química Nova na Escola**, v.43, n.2, p.201-205, 2021.

VIANA, G. M. **Sistemas Públicos de Abastecimento de Água**. João Pessoa: Coletânea 1, 2001.

VIANA, A. M. S. **Casca de ovo como biossorvente alternativo para remoção de metais pesados em águas residuárias**. 2018. Dissertação (Mestrado em Conservação

de Recursos Naturais do Cerrado) - Programa de Pós-Graduação em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado, Instituto Federal Goiano, Goiás, 2018.

VIEIRA, A. P. *et al.* Epicarp and Mesocarp of Babassu (*Orbignya speciosa*): Characterization and Application in Copper Phthalocyanine Dye Removal. **Brazilian Chemical Society**, v.22, n.1, 2011.

VOLESKY, B. Detoxification of metal-bearing effluents: biosorption for the next century. **Hydrometallurgy**, v.59, p.203 -216, 2001.

VOLESKY, B. **Sorption and biosorption**. Montreal: McGill University, 2003.

WANG, Z. *et al.* Biomass energy production and its impacts on the ecological footprint: An investigation of the G7 countries. **Science of the Total Environment**, v.743, 2020.

WARTHA, E. J.; ALÁRIO, A. F. A contextualização no ensino de química através do livro didático. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n.22, 2005.

WARTHA, E. J.; SILVA, L. E.; BEJARANO, R. R. N. Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v.35, n.2, p.84-91, 2013.

WERLANG, E. B. *et al.* Produção de carvão ativado a partir de resíduos vegetais. **Jovens Pesquisadores**, v.3, n.1, p.156-167, 2013.

WUILLDA, A. C. J. S. *et al.* Educação ambiental no Ensino de Química: Reciclagem de caixas Tetra Pak® na construção de uma tabela periódica interativa. **Química Nova na Escola**. v.39, n.3, p.268-276, 2017. Disponível em: [http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc39\\_3/08-RSA120-15.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc39_3/08-RSA120-15.pdf).

ZABALA, A. **A Prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

ZANON, D. A.V; GUERREIRO, M. A. S.; OLIVEIRA, R.C. Jogo didático Ludo Químico para o ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos: projeto, produção, aplicação e avaliação. **Ciências & Cognição**, v.13, n.1, p.72-81, 2000.

ZERAATKAR, A. K. *et al.* Potential use of algae for heavy metal bioremediation, a critical review. **Journal Of Environmental Management**, [s.l.], v.181, n.1, 2016.

ZIAGOVA, M. *et al.* Comparative study of Cd(II) and Cr(VI) biosorption on staphylococcus xylosus and pseudomonas sp. in single and binary mixtures. **Bioresource Technology**, v.98, p.2859–2865, 2007.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. **Atividades investigativas para as aulas de Ciências: um diálogo com a teoria da aprendizagem significativa**. Curitiba: Appris, 2016.

ZÜGE, S. R. **Sequência didática sobre os conceitos de mistura e métodos de separação utilizando um modelo experimental de estação de tratamento de água**. 124 p. 2017. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2017.



## APÊNDICE A: QUESTIONÁRIO DO MAPEAMENTO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS

QUESTÃO 1 - Diferencie misturas homogêneas e heterogêneas.

R:

QUESTÃO 2 - Identifique e cite duas misturas comuns no seu cotidiano.

R:

QUESTÃO 3 - (Vunesp) Na preparação do café, a água quente entra em contato com o pó e é separada no coador. As operações envolvidas nessa separação são, respectivamente:

- a) destilação e decantação.
- b) filtração e destilação.
- c) destilação e coação.
- d) extração e filtração.
- e) extração e decantação.

QUESTÃO 4 - (Cesgranrio) Numa das etapas do tratamento da água que abastece uma cidade, a água é mantida durante um certo tempo em tanques para que os sólidos em suspensão se depositem no fundo. A essa operação denominamos:

- a) Filtração.
- b) Sedimentação.
- c) Sifonação.
- d) Centrifugação.
- e) Cristalização.

QUESTÃO 5 - Cite e explique duas formas de separação de misturas que você ou sua família realizem em casa.

**APÊNDICE B- Modelo de Relatório**

NOME DA INSTITUIÇÃO DE ENSINO  
QUÍMICA (Série X- Turma xxxx)

NOME DO ALUNO (A)

RELATÓRIO DE VISITA DE CAMPO À ESTAÇÃO DE  
TRATAMENTO DE ÁGUA

RIO DE JANEIRO  
2023

**1. Introdução**

Apresentação do tema, de argumentos sobre sua importância e objetivo do relatório.

**2. Desenvolvimento**

Deve-se apresentar e discutir aqui o relato da visita em si, como: observações, falas importantes e as etapas (explicadas) do tratamento realizado.

**3. Conclusão**

Tópico reservado para o desenvolvimento de um pequeno texto abordando os conhecimentos construídos durante a visita – o que aprenderam e como pode influenciar em suas vidas.

**4. Questionário**

Questionário com 5 perguntas sobre os conhecimentos construídos em aula e na visita.

**5. Referências Bibliográficas**

Colocar as referências usadas na pesquisa para o desenvolvimento do presente relatório (artigos, livros, sites, entre outros).

## APÊNDICE C: Metodologia para o preparo do carvão ativado de casca de banana

### Introdução:

Vários métodos de modificação de materiais biossorventes têm sido reportados pela literatura, incluindo modificação física e química. A modificação física é a mais simples, porém menos efetiva. Por outro lado, a modificação química é altamente efetiva, com vários agentes classificados como bases, ácidos e compostos orgânicos sendo reportados. Outros métodos têm sido reportados para aumento de grupos funcionais e polímeros de enxerto. É atestado que o pré-tratamento aumenta significativamente a capacidade de biossorção do material, que pode ser atribuída para troca iônica mais eficiente, aumento em número e tipo de grupos funcionais e a capacidade de retenção do metal nos grupos funcionais já presentes que melhora a captação de metais da solução (SALMAN *et al*, 2015).

É evidente que um tratamento com ácido inorgânico ou uma base deve ser feito para melhorar a capacidade de adsorção e ativar a superfície do material para uma possível etapa de modificação subsequente. Os diferentes tipos de pré-tratamentos também podem causar mudanças nos sítios originalmente presentes no adsorvente. De um ponto de vista ambiental, os tratamentos por ácidos e básicos inorgânicos são possíveis, além de serem também, economicamente viáveis. Porém, tratamentos com solventes orgânicos podem causar os maiores impactos ambientais e riscos à saúde, além de altos custos (MELO *et al*, 2015).

### Procedimental:

- a) As cascas foram utilizadas *in natura* depois de serem higienizadas, picadas e secas, inicialmente por 12 horas expostas à luz solar e depois em uma estufa a 60 °C por 24 horas.
- b) Após a secagem as cascas foram trituradas e peneiradas até uma espessura bem pequena.
- c) A ativação química do material foi realizada utilizando ácido fosfórico na razão a 1:1 em contato com o material por 1 hora.
- d) Em seguida, o material foi seco a 150°C em estufa e submetido a carbonização em mufla a atmosfera ambiente por 2 horas a 600 °C com taxa de aquecimento de 10°C.min<sup>-1</sup>.

- e) Após carbonização, o material foi submetido à lavagem com uma solução de bicarbonato de sódio 1% a 80 °C até a neutralização do pH, sendo seca em seguida a 100 °C em estufa por 48 horas.
- f) O carvão obtido foi macerado até apresentar-se como um pó fino.

## **APÊNDICE D: Roteiro experimental: Oficina “O carvão ativado da casca de banana como componente filtrante”**

### **Introdução**

Grande parte dos materiais da natureza são feitos de misturas. As misturas podem ser classificadas como homogênea ou heterogênea. Existem vários tipos de misturas heterogêneas, um dos métodos de separação mais comuns para esse tipo de mistura é a Filtração. Nesse método é utilizado um material poroso (filtro) que retém partículas sólidas pouco solúveis e que deixa passar o líquido.

O modelo de filtro permite a visualização do processo de filtração através do tubo e do recipiente de 5 litros, ambos transparente, de modo que é possível verificar o processo de purificação da água e sua qualidade antes e depois do processo, dessa forma o aluno consegue interagir visualmente com o fenômeno.

### **Objetivo:**

Realizar a aplicação experimental da técnica utilizada no processo de separação de misturas.

### **Materiais utilizados:**

- 1 dispenser de copos de café
- 1 torneira de filtro
- Areia
- Cascalho
- Carvão ativado de casca de banana
- Água

### **Procedimento:**

- a) A parte de cima da garrafa deverá ser cortada permitindo encaixar a torneira na parte de baixo da garrafa com a mão.
- b) Posteriormente, o cilindro de dispenser deverá ser acoplado à parte superior da garrafa com auxílio de cola de silicone.
- c) Após esse procedimento, uma camada de algodão será colocada na parte inferior

do tubo, seguindo por uma camada de areia, e posteriormente uma camada de carvão ativado triturado, seguido novamente por uma camada de algodão, areia, carvão ativado de casca de banana, areia e cascalho.

- d) Os alunos deverão estar devidamente com vestimentas e equipamentos adequados para a realização do experimento.

## APÊNDICE E: Trabalho submetido para o IV Congresso Brasileiro Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia

Anais do IV CoBICET – Trabalho completo

Congresso Brasileiro Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia

27 de agosto a 01 de setembro de 2023



"Educação inovadora: ensino, pesquisa e extensão interdisciplinar"

### A CONTEXTUALIZAÇÃO E A INTERDISCIPLINARIDADE COMO FERRAMENTAS DE FORMAÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA

Nathália Carvalho da Silva<sup>1</sup>, Grazieli Simões<sup>2</sup>, Priscila Tamiasso-Martinhon<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Química, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ, Brasil (csquim.nathalia@hotmail.com)

<sup>2</sup>Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ, Brasil

**Resumo:** A evidência para as questões relacionadas à sustentabilidade, ao meio ambiente e à cidadania fez com que as esferas governamentais, repensassem novas formas de inserir a Educação Ambiental na escola pública brasileira. Este trabalho tem como objetivo esclarecer acerca dos pressupostos pedagógicos, a importância da aprendizagem significativa, assim como as questões relacionadas ao meio ambiente, à contextualização e à interdisciplinaridade no ensino de química.

**Palavras-chave:** ensino de química; aprendizagem significativa; contextualização; meio ambiente

#### INTRODUÇÃO

Segundo Mantoan (2001), a reflexão sobre as práticas pedagógicas levou à adoção de teorias de aprendizagem baseadas em uma concepção natural. Essa discussão surgiu da necessidade de oferecer aos estudantes os meios necessários para que conseguissem atingir os objetivos educacionais propostos. De acordo com o autor, a tarefa do educador não deve ser considerada insignificante, ao contrário, o docente possui um papel fundamental na construção de uma aprendizagem que seja significativa. É ele quem irá criar as condições necessárias para que os alunos se sintam motivados e interessados em enfrentar os desafios propostos.

A aprendizagem significativa caracteriza-se pela interação entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio, que tem grande influência na aprendizagem, já que o aluno aprende a partir daquilo que já conhece. Assim, o novo aprendizado adquire significados para o aprendiz e o conhecimento prévio fica mais rico, diferenciado e mais bem elaborado (SOUZA, 2013).

Ensinar de modo que a aprendizagem seja significativa implica em fazer com que o aluno adote conhecimentos, habilidades, valores, atitudes, formas de pensar e atue no meio em que vive por meio de situações que levem o mesmo a envolver-se com a aprendizagem, buscar novas descobertas. Quando os alunos fazem pontes entre o que aprendem intelectualmente e as situações reais, experimentais e profissionais ligadas aos seus estudos, a aprendizagem

acaba produzindo maiores significados, permanecendo viva e enriquecedora (SOUZA, 2013).

Os tempos atuais são marcados por discussões, que trazem como temas principais a defesa do meio ambiente e os riscos socioambientais globais. A evidência, cada vez maior, para as questões relacionadas à sustentabilidade, ao meio ambiente e à cidadania fez com que as esferas governamentais que norteiam as políticas públicas educacionais, repensassem novas formas de inserir a Educação Ambiental na escola pública brasileira a fim de promover a formação cidadã (ZAIONS, 2017).

De acordo com os Parâmetros Nacionais Curriculares (PCN) trabalhar de forma transversal significa buscar a transformação dos conceitos, a explicitação de valores e a inclusão de procedimentos, sempre vinculados à realidade cotidiana da sociedade, de modo que obtenha cidadãos mais participantes (BRASIL, 1998). Diante disso, essas orientações permitem que a temática ambiental seja implementada de maneira flexível no ambiente escolar. Portanto, o objetivo deste trabalho é analisar a partir de uma revisão de literatura trazendo discussões acerca de teorias e conceitos propostos por alguns referenciais teóricos da Pedagogia como o Freire, Chassot e Ausubel a respeito da contextualização envolvendo a interdisciplinaridade no ensino de Química voltada para questões relacionadas ao meio ambiente.

#### MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia utilizada neste trabalho foi de caráter qualitativo, onde intenciona-se a compreensão do objeto analisado, e em relação aos objetivos a pesquisa

foi exploratória, que se refere a pesquisa que tem como fim aumentar o conhecimento acerca de determinado tema ou assunto, viabilizando a construção de hipóteses ou tornando mais evidente a situação em questão. Para o presente trabalho realizou-se uma pesquisa bibliográfica, visando ao levantamento de informações e referenciais sobre a temática abordada. Após a seleção, foi realizada uma leitura completa e foram analisados os trabalhos. Os sites de busca utilizados foram: Google Acadêmico, Portal de Periódicos da Capes, além de bancos de teses/dissertações, livros, legislação, revistas e sites de instituições reconhecidas na área. Para a busca de trabalhos como fontes de pesquisa, foram empregados os descritores; educação ambiental; contextualização no ensino de química; interdisciplinaridade; aprendizagem significativa; referenciais pedagógicos e tema gerador. Em seguida foi realizada uma rápida leitura dos artigos e realizada a exclusão dos que não tinham foco na pesquisa.

#### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Teoria da Aprendizagem Significativa tem origem nos estudos cognitivistas de David Ausubel e busca compreender o ato da formação de conceitos, ou seja, como se aprende significativamente além de procurar descrever, em linhas gerais, o que acontece quando o ser humano organiza internamente sua estrutura cognitiva para aprender (AUSUBEL, 1963).

Quando divulgou essa teoria, no ano de 1960, Ausubel propôs essa estratégia a fim de facilitar a aprendizagem significativa, compreendida como o processo por meio do qual uma nova informação é relacionada a uma informação anterior (SOUZA, 2013). Um dos aspectos mais importantes da teoria foi a preocupação em construir uma teoria de ensino que pudesse ajudar os professores no seu desempenho em sala de aula (RONCA, 1994).

O ponto de partida da teoria de ensino proposta por Ausubel é o conjunto de conhecimentos que o aluno traz consigo. A este conjunto de conhecimentos, Ausubel dá o nome de estrutura cognitiva e, segundo de, é a variável mais importante que o professor deve levar em consideração no ato de ensinar, visto que deve estar atento tanto para o conteúdo como para as formas de organização desse conteúdo na estrutura cognitiva. O conteúdo que é assimilado pela estrutura cognitiva assume uma forma hierárquica, onde conceitos mais amplos se superpõem a conceitos com menor poder de extensão (RONCA, 1994).

Diante disso, na concepção de aprendizagem baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel, considera-se que a aprendizagem ocorre por meio da relação entre os saberes já existentes na estrutura cognitiva do aluno com as informações absorvidas da interação com o meio (LIMA, 2019).

Define-se assim aprendizagem significativa como aquela decorrente da interação substantiva e espontânea de uma nova informação com os conhecimentos que o indivíduo já os detém e as ideias prévias armazenadas na estrutura cognitiva do aprendiz são denominadas como subsunçores (MOREIRA; MASINI, 2006).

Nessa perspectiva, o saber construído pelo educando na sua trajetória de vida constitui fator de grande relevância no desafio de aprender o novo e a informação recebida é aprendida de maneira significativa, à medida que constitui relação com outras ideias previamente disponíveis na estrutura mental do aprendiz e proporciona futuras inclusões. Dessa forma, para facilitar a aprendizagem significativa, o professor deve buscar a melhor maneira de relacionar, explicitamente, os aspectos mais importantes do conteúdo a ser aprendido com aspectos especificamente relevantes da estrutura cognitiva do aprendiz (LIMA, 2019).

Para Ausubel (1963), a aprendizagem significativa interliga as aprendizagens realizadas a conteúdos pré-existent nos sujeitos. Cada aluno traz consigo uma história que precisa ter espaço para ser contada, uma experiência a ser contemplada no contexto educacional. No entanto, para que ocorra a aprendizagem significativa, é necessário que o aluno tenha disposição para aprender e o conteúdo a ser ensinado na escola, seja potencialmente significativo a ele (SOUZA, 2013).

Um conteúdo previamente assimilado pelo indivíduo representa um forte influenciador no processo de aprendizagem, visto que esse conhecimento anterior resultará em um ponto de ancoragem onde as novas informações irão encontrar uma maneira de se integrar ao que o indivíduo já conhece. Os pontos de ancoragem são formados com a incorporação à estrutura cognitiva, de elementos (informações ou ideias) relevantes para a aquisição de novos conhecimentos e com a organização destes, de forma que progressivamente, generalizarem-se, formando novos conceitos (AUSUBEL, 1963).

A aprendizagem significativa de acordo com Moreira (2008), seria aquela em que o significado do novo conhecimento é adquirido, atribuído e construído por meio da interação com algum conhecimento prévio, especificamente relevante, existente na estrutura cognitiva do aprendiz. Dessa forma, havendo interação, ambos os conhecimentos se modificam: os novos passam a ter significados para o indivíduo e o prévio adquire novos significados, apresentando desta forma um significado diferenciado e mais elaborado (MOREIRA, 2008).

De acordo com Pozo (2002), uma aprendizagem significativa requer compreender o significado do que se estuda não copiando conhecimento, sendo um

processo em que o que se aprende é o produto da nova informação interpretada à luz de, ou através do que, já se sabe. Portanto, não se trata de reproduzir informações, mas de assimilá-las ou integrá-las nos conhecimentos anteriores e assim, pode-se compreender e adquirir novos significados e conceitos (POZO, 2002). Segundo Lopes (2002), o conceito de contextualização foi desenvolvido pelo MEC por apropriação de múltiplos discursos curriculares, nacionais e internacionais, oriundos de contextos acadêmicos, oficiais e das agências multilaterais.

Na língua portuguesa, o termo contextualização começou a ser utilizado a partir da promulgação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). No documento oficial, o sentido do termo está inserido numa ideologia que orienta e reforça a necessidade de uma discussão contínua e progressiva, na direção do entendimento e da aceitação de que o saber que o aluno traz está elaborado numa base contínua, e constitui sua síntese na leitura do mundo que o cerca (LIMA, 2019).

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), contextualizar o conteúdo nas aulas com os alunos significa primeiramente assumir que todo conhecimento envolve uma relação entre sujeito e objeto. Nesses documentos, a contextualização é apresentada como recurso por meio do qual se busca dar um novo significado ao conhecimento escolar, possibilitando ao aluno uma aprendizagem mais significativa (BRASIL, 1999).

Fica contemplado também nesses documentos que a contextualização não deve servir para a banalização dos conteúdos das disciplinas, mas sim como um recurso pedagógico capaz de contribuir para a construção de conhecimentos e formação de capacidades intelectuais superiores (BRASIL, 1999). Nos PCNEM e PCN, observa-se que ideias de contextualização retratam diferentes tendências da área do ensino de ciências e observa-se que o sistema educacional passa a ter maior contato com o termo contextualização que, mesmo já fazendo parte do meio educativo, permanecia mais restrito a alguns estudiosos (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013).

De acordo com os PCNEM, a contribuição de conhecimentos químicos para o progresso tecnológico deve estar no discurso daqueles que atuam na promoção de uma cultura científica, assim como a responsabilidade de difundir estes saberes de maneira contextualizada, numa perspectiva de causa e efeito (BRASIL, 1999). De acordo com os PCN, o aprendizado de Química deve “possibilitar ao aluno a compreensão dos processos químicos assim como a construção do conhecimento científico, relacionando sua aplicação tecnológica com implicação ambiental e social” (BRASIL, 1999).

Portanto, segundo a proposta dos PCNEM, o ensino de química deve valorizar a aplicabilidade dos conteúdos para a vida e a relação com as outras disciplinas do currículo, de modo que o conhecimento químico seja usado de forma contextualizada e significativa para o educando.

Rubio e colaboradores (2012) pontuam que o ensino de Química nas escolas de educação básica não tem alcançado sua finalidade, que é a de contribuir para formar cidadãos aptos a participarem de forma crítica e consciente das questões sociais e que a maioria dos estudantes não consegue se posicionar sobre problemas e não percebe que a Química está presente em quase tudo na vida. Segundo o autor, isso ocorre porque os conteúdos são apresentados de forma independente e dissociados, o que dificulta o aprendizado.

De acordo com Puga (2014), os alunos devem aprender a contextualizar o conhecimento adquirido em sala de aula com as situações problema enfrentadas diariamente, aplicando os saberes para encontrar soluções. Como parte do quadro curricular do ensino médio, os conteúdos de química estão divididos em volumes e unidades ou capítulos, constituindo uma sequência nos livros didáticos adotados pelas escolas públicas brasileiras em conformidade com as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2006).

Existem três estudos que se complementam na tentativa de identificar como o termo contextualização foi apropriado pelos professores de química (SANTOS; MORTIMER, 1999), pelos autores de livros didáticos (Wartha e Alário, 2005) e na construção de unidades didáticas na perspectiva CTS (SILVA; MARCONDES, 2010).

Os autores Wartha e Alário (2005) verificaram que os livros didáticos de química editados após os PCNEM passaram a incorporar a ideia de contextualização apresentada nos documentos oficiais, porém os autores identificaram que, nos livros, a ideia de contextualização se restringe à exemplificação de fatos do dia a dia e à descrição científica de fatos e processos do cotidiano do aluno.

Aulas nas quais os conteúdos são ministrados com estratégias similares as de séculos anteriores e desprovido de recursos didáticos eficientes, é uma realidade em muitas das instituições de educação básica no Brasil. Portanto diante desta perspectiva, outro problema específico do ensino da disciplina de Química é em relação à abordagem dos conteúdos, que muitas vezes é feita sem a devida relação com algo da vivência dos educandos, visto que o ensino de conceitos científicos complexos, quando não relacionados às situações vivenciadas pelo aluno, implica em dificuldades de compreendê-los, e até mesmo, de aceitá-los (LIMA, 2019).

De acordo com Vygotsky (2001), na perspectiva de ensino construtivista, considera-se que o aprendiz recorre ao conjunto de informações armazenadas em sua base cognitiva. Assim, se o conteúdo de ensino é explorado de forma contextualizada, possibilita a elaboração e/ou reorganização dos conceitos em um nível significativo.

A orientação para se buscar a aprendizagem significativa em Química no ensino médio é recomendada nos PCN (BRASIL, 1999), com implementação de atividades que proporcionem a contextualização dos conceitos a serem ensinados, com a realidade dos aprendizes, no sentido de aproximá-los da compreensão significativa dos mesmos.

Segundo os autores Zanon, Guerra e Oliveira (2000), o ensino médio deve propiciar elementos suficientes para despertar no estudante um maior interesse e curiosidade pelo conteúdo químico a ser ensinado, tornando-o significativo, de forma a promover um caráter crítico-investigativo e uma estrutura de pensamento.

Para os autores Santos e Quadros (2004), o ensino contextualizado proporciona um melhor rendimento no que diz respeito à aprendizagem dos estudantes, justificado pela maior motivação dos mesmos ao Ensino de Química.

De acordo com a pedagogia de Paulo Freire, a contextualização é visivelmente o princípio norteador para o ensino de ciências, o que significa um entendimento mais complexo do que a simples exemplificação do cotidiano ou mera apresentação superficial de contextos sem uma problematização que de fato provoque a busca de entendimentos sobre os temas de estudo (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013).

Portanto, a contextualização constitui-se em um princípio curricular que pode ter distintas finalidades, dentre as quais a motivação do aluno, a facilitação da aprendizagem e a formação para o exercício da cidadania (SANTOS; QUADROS, 2004). E dessa forma, a contextualização no ensino de ciências vem sendo defendida em documentos oficiais como um princípio norteador de uma educação voltada para a cidadania, para o trabalho e para a vida pessoal cotidiana, sendo a maior ênfase dada no meio ambiente, no corpo e na saúde (LOPES, 2002). A interdisciplinaridade, segundo Saviani (2003), é indispensável para a implantação de um processo inteligente de construção do currículo de sala de aula informal, realístico e integrado. Através da interdisciplinaridade, o conhecimento passa de algo setorializado para um conhecimento integrado onde as disciplinas interagem entre si.

Bochniak (1992) afirma que a interdisciplinaridade é a forma correta de se superar a fragmentação do saber instituída no currículo formal e através desta visão, ocorrem interações recíprocas entre as disciplinas, gerando troca de dados, resultados, informações e métodos.

De acordo com Theophilo (2000), a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade permitem que o conhecimento transcenda as questões científicas, valorizando a formação de habilidades, competências e a participação ativa nas decisões coletivas e desta forma, o saber deve transitar por todas as áreas de conhecimento para que se formem cidadãos conscientes e formadores de opinião.

Nos últimos anos, as discussões acerca dos assuntos relacionados à preservação do meio ambiente têm se intensificado, devido à notável devastação a que o ser humano tem submetido o espaço que o cerca, em prol do que se chama qualidade de vida e desenvolvimento econômico (ALVES, 2014).

Diante disso, surge a necessidade de que o tema em questão seja ensinado à população jovem, sobretudo através da escola, competindo à mesma ser o espaço onde esses conceitos poderão ser mapeados e explorados na realidade em que vivem esses alunos, de maneira harmoniosa, melhorando e aprimorando a concepção de natureza que este grupo apresenta (SOUZA, 2013).

São os jovens escolarizados os responsáveis por levar, para os adultos em casa, a preocupação com o meio ambiente e os responsáveis diretos pela mudança de hábitos de vida dos adultos em relação ao cuidado com o meio ambiente e então a escola é o local ideal para se promover este processo (PENTEADO, 2010).

Assim, no tocante ao tema meio ambiente, nos últimos anos tem surgido a necessidade de se trabalhar a educação de forma contextualizada e interdisciplinar, o que permite perceber a importância da biodiversidade e como este conhecimento deve ser passado para a juventude, a fim de que ela perceba as imensas riquezas que fazem parte do patrimônio da humanidade (ALVES, 2014).

Na década de 80, após debates e discussões, decidiu-se que a Educação Ambiental deveria ser uma temática que permeasse todas as disciplinas. Com a elaboração dos PCN o tema meio ambiente foi incluído nos currículos escolares como tema transversal, atravessando toda prática educacional. De acordo com o documento, o tema pode, dependendo da forma como será abordado, se constituir em um espaço revigorador da vida escolar e da prática pedagógica (SOUZA, 2013).

A Química é um campo de conhecimento transversal, propício para ser trabalhado de maneira interdisciplinar e apropriado para a Educação

Ambiental, visto que é capaz de articular diferentes níveis de percepção da realidade, expandindo as visões de mundo e natureza. A convivência com o meio ambiente faz parte da realidade diária de todos e pode ser incluída como um tema interdisciplinar, sendo trabalhado por diferentes ângulos e abordagens, fazendo com que sua compreensão seja completa e possa ser aproveitada em outros campos de atuação (PUGA, 2014).

Sabe-se que a Química é considerada uma disciplina difícil sendo assim, temida por grande parte dos alunos, porém a presença desta pode ser encontrada em inúmeros aspectos da vida cotidiana como alimentos, gases, poluição, remédios, produtos de limpeza, lixo, entre outros. Todos esses são exemplos de conteúdos que contam com participação da Química na vida da sociedade atual e estão relacionados ao meio ambiente, podendo ser trabalhados em conjunto com a disciplina dentro de sala de aula (PUGA, 2014).

Existem várias maneiras para se abordarem esses temas em sala de aula incluindo a discussão de textos, vídeos, experimentação, pesquisa, desenvolvimentos de projetos, fazendo assim uma ligação com os conteúdos presentes no currículo escolar, integrando as aulas com a realidade dos alunos (PUGA, 2014).

Chassot (2003) adverte sobre a importância de se ensinar química dentro de uma concepção na qual se destaque o papel social da mesma e diante disso, cabe ao professor desenvolver seu papel de agente transformador, promovendo e despertando no aluno a capacidade de intervir e melhorar a realidade do mundo em que vive através do conhecimento científico.

A Educação Ambiental que hoje é praticada nas escolas, enfrenta alguns problemas como currículo obsoleto, pouco investimento na formação de professores, alunos decorando textos e o ato de aprender acaba ficando preso aos muros da escola e desta forma, as maneiras como são abordadas necessitam ser ampliadas e aprofundadas (SOUZA, 2013).

Os processos da água, do fogo, do ar e da terra, por exemplo, são temas ricos em conteúdo e analogias e sendo assim, engajar experiências didáticas nesses assuntos é colocar os alunos em contato com a própria natureza. Estabelecer um vínculo entre o ser, a natureza como um todo e o mundo permite às pessoas a buscar caminhos criativos e diferentes para melhor compreender e enfrentar a crise ambiental que toma proporções cada vez mais preocupantes (PUGA, 2014).

De tal forma, a juventude do novo século necessita ter em sua formação os conhecimentos mínimos acerca de ações estratégicas para a promoção de um

desenvolvimento sustentável, de modo que a Educação Ambiental e sua aplicação interdisciplinar proporcionem ao ser humano o entendimento do meio ambiente em que vive, bem como a conservação do mesmo e o uso sustentável dos recursos que a natureza oferece com o objetivo de formar cidadãos capazes de utilizá-los, conservando-os de forma sustentável (ALVES, 2014).

Neste sentido, a sociedade atual tem como um dos seus maiores desafios promover a responsabilidade do homem com o desenvolvimento econômico aliado ao desenvolvimento sustentável, como forma de garantir o bem-estar da sociedade e a diminuição das desigualdades sociais (ALVES, 2014).

Em algumas escolas principalmente as públicas, é visto que os educadores encontram dificuldades em trabalhar as questões ambientais, onde podem ser citados como fatores que influenciam nestas dificuldades o fato de a educação ambiental não constituir uma disciplina curricular, dependendo do professor assim a sua abordagem ou não em sala de aula (ALVES, 2014). Silva (2008) reconhece a dificuldade de se fazer com que os alunos desenvolvam a aprendizagem ambiental, pois exige da parte dos professores uma capacitação científica e pedagógica.

No caso da disciplina de química, além da contextualização dos conteúdos em relação às questões ambientais, deve ocorrer o exercício do trabalho interdisciplinar com as demais disciplinas assim como estabelece os (DCNEM). Dentro deste contexto, as práticas de laboratório surgem como ferramenta pedagógica com o objetivo de auxiliar o professor a contextualizar o conteúdo de química possibilitando a aplicação da teoria através da prática experimental (ALVES, 2014).

Sabe-se que um dos grandes desafios da ciência é encontrar possíveis soluções para as consequências desastrosas deixadas no meio ambiente, portanto, tal constatação traz à tona a necessidade de se repensar o ensino de química, buscando alternativas que possibilitem ao educando a construção do conhecimento de forma prazerosa e contextualizada, fazendo com que este se sinta seguro e atuante na sociedade (ALVES, 2014).

Portanto, conhecer as metodologias didáticas no processo educacional e trabalhar a questão da interdisciplinaridade e transdisciplinaridade dos conteúdos são fundamentais para direcionar adequadamente o profissional da educação para um processo de ensino e aprendizagem verdadeiramente eficaz (SAVIANI, 2003). De acordo com Freire (1996), ensinar exige saber escutar, tendo em vista que a verdadeira escuta não diminui no professor, em nada, a capacidade de exercer o direito de discordar, de se opor e de se posicionar, pelo contrário, segundo

o educador e filósofo, é escutando bem que o professor se prepara para melhor se colocar, e se situar, no ponto de vista das ideias.

Sendo assim, este trabalho consciente conduz a uma aprendizagem significativa e ao alcance das metas estabelecidas. A formação do professor passa pela mobilização dos saberes de uma prática reflexiva, de saberes de uma teoria e saberes de sua ação pedagógica (FREIRE, 1996).

A didática utilizada por Paulo Freire presumia a “leitura de mundo” e o educador afirmava que a leitura de mundo precedia a leitura da escrita. Freire considerava que, ao entender o mundo o homem consegue contextualizá-lo. Nesta perspectiva, ele acreditava em uma prática de sala de aula que levasse em conta a criticidade do aprendiz. Deste modo, percorreu o Brasil com sua pedagogia, conscientizando o homem do seu papel na sociedade, utilizando os temas geradores como uma técnica capaz de incluir todos os estudantes, de qualquer região do país, de qualquer cultura (FREIRE, 1994).

A pedagogia de Paulo Freire dá ênfase à busca dos temas geradores, envolvendo os alunos nesse processo educativo, direcionando-os para a conscientização e liberdade. Dentro dessa pedagogia, destacam-se a problematização e a dialogicidade. A problematização é caracterizada por um processo de desestabilização das concepções prévias do educando, considerando que o seu contexto de vida pode ser apreendido e modificado e a dialogicidade está focada na interlocução entre educador e educando; porém, em um diálogo diretivo que permite ao educando ter conhecimento do seu pensar ingênuo em relação ao seu conhecimento prévio, entendendo o processo educativo como prática da liberdade (FREIRE, 2008).

Nesse cenário, o educador deve possuir uma visão crítica e buscar a humanização dos educandos por meio de um processo dialógico, onde a dialogicidade vai muito além da mera interlocução entre os sujeitos, pois este processo fundamenta uma construção de novos conhecimentos, sempre contemplando a experiência dos indivíduos no processo de aprendizagem (FREIRE, 1975).

Portanto, mediante os valores dominantes, a escola possui o dever de dimensionar a percepção destes valores, socializando o conhecimento com práticas pedagógicas que possibilitem estimular a criticidade dos estudantes, visto que tais práticas devem ser dialógicas e problematizadoras na tentativa de buscar o reconhecimento de suas situações-limite, constituindo-se em desafios que precisam ser vencidos (FREIRE, 1975).

Diante da perspectiva apresentada, a busca pela formação cidadã torna-se fundamental no trabalho pedagógico em todos os níveis de ensino, que deve ser

permeado por ações críticas, com práticas que realmente contribuam para incentivar os estudantes no debate das problemáticas atuais (ZAIONS, 2017).

Portanto, na linha do pensamento freiriano, o conhecimento precisa ser engajado e conectado à realidade, tendo como sujeito transformador o ser humano, que desvela a realidade-mundo ao conhecê-la e tais pressupostos, são fundamentais para a Educação Ambiental, em vista da construção de um conhecimento conscientizador (DICKMANN; CARNEIRO, 2012).

Nessa perspectiva, existe a possibilidade de o educador realizar uma leitura dialógica de mundo com seus educandos, visando à compreensão de natureza, das relações entre os seres humanos e natureza, dos problemas socioambientais, envolvendo as questões econômicas, políticas, culturais, tecnológicas, sociais e éticas (DICKMANN; CARNEIRO, 2012).

Diante disso, referenciada ao pensamento crítico-pedagógico de Paulo Freire, a Educação Ambiental se reafirma como uma das dimensões urgentes da Educação, em vista de melhores condições da vida em nosso mundo (DICKMANN; CARNEIRO, 2012).

Ainda colaborando com essa concepção de ensino contextualizado, Chassot (2004) argumenta que a disciplina de Química quando ensinada deve ser ligada à realidade do educando, de modo a proporcionar uma inserção natural do aluno no universo do conhecimento em debate, motivando-o a debruçar-se sobre o tema, uma vez que se tratará de algo de sua vivência, com elementos cognitivos já previamente dispostos.

Ainda segundo Chassot (2003), a alfabetização científica se torna significativa no momento em que o ensino de Ciências incorpora as dimensões ambientais, históricas, éticas e políticas em interlocução com saberes populares e dessa forma facilita o entendimento da ciência facilita, pois contribui para controlar e prever as transformações que ocorrem na natureza.

## CONCLUSÃO

O presente trabalho conclui que por meio deste estudo, foi possível observar que a educação ambiental é essencial, uma vez que a sensibilização ambiental aplicada no ensino influencia na mudança de comportamento e criação do respeito ao meio ambiente e valores éticos. Portanto, mesmo diante das dificuldades que os alunos encontram no aprendizado de Química, fica em evidência que se deve buscar ferramentas que os auxiliem na compreensão dos conceitos químicos. Diante disso, através da contextualização e da interdisciplinaridade é possível

ajudar os alunos conseguirem buscar significados para esses conceitos. Propor metodologias que utilizem abordagens contextualizadas e interdisciplinares, seria uma maneira de levar os conhecimentos e os significados aos conteúdos e contribuir na construção dos saberes.

#### AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao CEDERJ e ao Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

#### REFERÊNCIAS

- ALVES, S.C. Educação ambiental e interdisciplinaridade: da explicitação de conceitos nos PCNs e DCNEM à prática pedagógica no ensino médio. 2014. 167f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Matemática). Programa de Pós-Graduação em Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - Ceará, 2014.
- AUSUBEL, D. A psicologia da aprendizagem verbal significativa. Oxford, Inglaterra: Grune & Stratton, 1963, 255p.
- BOCHNIAK, R. Questionar o conhecimento: interdisciplinaridade na escola. São Paulo: Loyola, 1992.
- BRASIL. Ministério da Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília: MEC, 1998.
- BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio. Brasília: MEC; SEMTEC, 1999.
- BRASIL. Orientações Curriculares para o Ensino Médio – volume 2. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Ministério da Educação. Brasília, DF, 2006.
- CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. Revista Brasileira de Educação, v. 23, n. 22, p.89-100, 2003.
- CHASSOT, A. Para que(m) é útil o ensino? 2. ed. Canoas: Ed. Ulbra. p. 2004.
- DICKMANN, I.; CARNEIRO, S. M. M. Paulo Freire e Educação ambiental: contribuições a partir da obra Pedagogia da Autonomia. Revista Educação Pública Cuiabá, v. 21, n. 45, p. 87-102, jan./abr. 2012.
- DRIVER, R. et al. Construindo o conhecimento científico na sala de aula. Química Nova na Escola. São Paulo, v., n.9, p.31-40, 1999.
- ENNES, M. Dioxinas, educação ambiental e a abordagem CTSA nas escolas. 2015. 87f. Monografia (Licenciatura em Química). Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro – Rio de Janeiro, 2015.
- FERREIRA, Henrique da Costa. A Teoria piagetiana da equilíbrio e as suas consequências educacionais. Braganca, Portugal: Instituto Politécnico de Braganca, 2003.
- FREIRE, P. Pedagogia do Oprimido. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1975.
- FREIRE, Paulo. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- FREIRE, P. Pedagogia da Esperança: Um reencontro com a Pedagogia do oprimido. 3ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1994.
- FREIRE, P. Pedagogia do Oprimido. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2008.
- LIMA, J. A. Contextualização e ensino de química na educação básica: uma estratégia para promoção de aprendizagem significativa. Revista Docentes, n. 2017, p. 39-49, 2019.
- LOPES, A. R. C. Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio e a submissão ao mundo produtivo: o caso do conceito de contextualização. Educação & Sociedade, Campinas, v. 23, n. 80, p. 386-400, 2002.
- MANTOAN, M. T. E. Compreendendo a deficiência mental: novos caminhos educacionais. 1 ed. Sao Paulo: Editora Scipione, 2001.
- MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. São Paulo, Centauro, 2001.
- MOREIRA, M. A. Organizadores prévios e aprendizagem significativa. Revista Chilena de Educación Científica, v. 7, n. 2, pp. 23-30, 2008.
- MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2006.
- OLIVEIRA, E. S. G.; JURBERG, M. B. Psicologia e educação. v.2. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2012.
- PENTEADO, H. D. Meio ambiente e formação de professores 7. Ed. – São Paulo: Cortez, 2010.
- POZO, J. I. Aprendizes e mestres: a nova cultura da aprendizagem. Porto Alegre, RS: Artmed, 2002.

- PIAGET, J. The moral judgement of the child. New York: Free Press Paperbacks, 1997. 410 p.
- PUGA, I. T. Educação ambiental no ensino de química: propostas de atividades para escola pública. 2014. 39f. Monografia (Licenciatura em Química). Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília – Distrito Federal, 2014.
- RONCA, A. C. C. Teorias de ensino: a contribuição de David Ausubel. Temas em psicologia., Ribeirão Preto, v. 2, n. 3, p. 91-95, 1994.
- RUBIO, F. M. et al. O Ensino de Química na Rede Estadual de Educação de Dourados: percepção dos professores. In: 35ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, Águas de Lindóia/SP, maio, 2012.
- SANTOMAURO, B. Inatismo, empirismo e construtivismo: três ideias sobre aprendizagem. Nova Escola, v. 25, n. 237, p.78-81, 2010.
- SANTOS, W.L.P.; MORTIMER, E.F. Concepções de professores sobre contextualização social do ensino de química e ciências. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 22, 1999. Anais... Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Química, 1999.
- SANTOS, S. B.; QUADROS, A. L. Contextualização: o ensino de Química em questão. ATAS. 27º RA SBQ. XXVI Congresso de Química, 2004.
- SAVIANI, N. Saber Escolar, currículo e didática: problemas da unidade conteúdo/método no processo pedagógico - 4 ed. - Campinas, SP: Autores Associados, 2003.
- SILVA, E.L.D.; MARCONDES, M.E.R. Visões de contextualização de professores de química na elaboração de seus próprios materiais didáticos. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciência, Belo Horizonte, v. 12, n. 1, p. 101-118, 2010.
- SILVA, A. S. Educação Ambiental: aspectos teóricos conceituais, legais e metodológicos. Educação em Destaque. Juiz de Fora, v. 1, n.2, p. 45-61, 2008.
- SOUZA, M. A. S. A educação ambiental na/para formação do eco- professor. 2013. 114f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino em Ciências da Saúde e do Meio Ambiente). Centro Universitário de Volta Redonda, Fundação Oswaldo Aranha, Volta Redonda – Rio de Janeiro, 2013.
- THEOPHILO, R. A transdisciplinaridade e a modernidade. Instituto Brasileiro de Estudos Sociais – IBES. Disponível em: <http://www.sociologia.org.br/tex/ap40.htm>. Acesso em: 17 out. 2012.
- VYGOTSKY, L. S. A construção do pensamento e da linguagem. São Paulo: Martins Fontes, 2001.
- WARTHA, E. J.; ALÁRIO, A.F. A contextualização no ensino de química através do livro didático. Química Nova na Escola, São Paulo, n. 22, p. 42-47, 2005.
- WARTHA, E. J.; SILVA, E.; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e contextualização no ensino de Química. Química Nova na Escola, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.
- ZAIONS, J. R. M. A educação ambiental nos cursos de formação de docentes, na modalidade normal, em nível médio, e a disseminação da temática ambiental nos anos iniciais. 2017. 230f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática). Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática, Universidade Federal do Paraná, Curitiba – Paraná, 2017.
- ZANON, D. A.V.; GUERREIRO, M. A. S.; OLIVEIRA, R.C. Jogo didático Ludo Químico para o ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos: projeto, produção, aplicação e avaliação. Ciências & Cognição, v. 13, n. 1, p. 72-81, 2000.

## APÊNDICE F: Trabalho submetido para o 18º Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas



### EMPREGO DA AGENDA 2030 PARA A PROMOÇÃO DE UMA EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Nathália Carvalho da Silva<sup>1</sup>  
 Grazieli Simões<sup>2</sup>  
 Célia Regina Sousa da Silva<sup>3</sup>  
 Priscila Tamiasso-Martinhon<sup>4</sup>

#### Educação Ambiental

#### *Resumo*

Os impactos negativos da ação humana sobre o meio ambiente interferem diretamente na saúde e bem-estar da população. O ambiente escolar é um espaço onde a maioria dos assuntos presentes na sociedade são abordados. Neste contexto, destaca-se a Educação Ambiental na busca de promover a adoção de comportamentos e hábitos que seguem os princípios da sustentabilidade com o objetivo de se promover uma boa qualidade de vida no ambiente que todos habitam. Este trabalho trata-se de uma revisão de literatura que buscou analisar e descrever o papel da Agenda 2030 no processo de ensino-aprendizagem utilizado nas unidades escolares como o intuito de se promover a Educação Ambiental. Para isso, foram selecionadas publicações científicas sobre o tema em bases de dados como Google Acadêmico e o portal de periódicos da CAPES. Ao final, foi possível concluir por meio da análise que a Educação Ambiental é de suma importância no ambiente escolar e na sociedade em geral. Portanto, seria de grande valia se as escolas e universidades aplicassem práticas pedagógicas com base no proposto pela Agenda 2030 que pudessem levar à aprendizagem significativa, o que permitirá uma melhor compreensão acerca dos propósitos da Educação Ambiental por meio de ações sustentáveis, visto que possibilitarão aos alunos entenderem a importância de se preservar o meio ambiente, de adotar um estilo de vida sustentável, entre outros.

**Palavras-chave:** Meio Ambiente; Revisão da literatura; Sustentabilidade.

<sup>1</sup>Me, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Química, [csquim.nathalia@hotmail.com](mailto:csquim.nathalia@hotmail.com).

<sup>2</sup>Prof. Dr. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Físico-Química, [simoes.grazieli@gmail.com](mailto:simoes.grazieli@gmail.com).

<sup>3</sup>Prof. Dr. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Físico-Química, [sousa@iq.ufjf.br](mailto:sousa@iq.ufjf.br).

<sup>4</sup>Prof. Dr. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Físico-Química, [pris-martinhon@hotmail.com](mailto:pris-martinhon@hotmail.com).



## INTRODUÇÃO

O meio ambiente é considerado propriedade de todos, para uso particular ou coletivo e, portanto, a sociedade deve se conscientizar sobre as questões ambientais, contribuindo para a sua preservação. A preservação ambiental está diretamente ligada à forma com que atuamos hoje, e o que estamos dispostos a fazer para diminuir o impacto que é causado ao meio ambiente. Dessa forma, a Educação Ambiental atua como uma ferramenta extremamente importante e necessária com o intuito de transmitir para as futuras gerações os conceitos de sustentabilidade necessários para que no futuro a população possa ter ainda condições de usufruir daquilo que a natureza hoje pode oferecer (CEZARIO *et al.*, 2018).

Neste contexto surge a Agenda 2030, lançada em 2015 pela Organização das Nações Unidas (ONU), para o desenvolvimento sustentável, a qual contém o conjunto de 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), 169 metas e 230 indicadores e constitui-se em um plano de ação para o planeta, os indivíduos e a prosperidade (PIMENTEL, 2019).

A promoção da Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS) surgiu no ano de 1992, quando a Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO) propôs ações educacionais que contribuíram para a mudança do modo de pensar e agir das pessoas em toda a parte do mundo. Com relação à educação de qualidade, a nova Agenda 2030 aponta que a educação é tanto um objetivo em si mesmo como um meio para atingir todos os outros ODS, considerada como uma estratégia essencial na busca pela concretização dos ODS (UNESCO, 2017).

A Educação Ambiental (EA), por fazer parte do cenário mundial, torna-se algo tão primordial que foi incluída nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), passando a ser um instrumento essencial para conscientizar e preservar o meio ambiente. Por essa razão, o Ministério da Educação e a Secretaria de Educação do Ensino Fundamental, por meio do PCN incluiu a EA no ensino formal, adotando em seus currículos as práticas da questão ambiental. O trabalho de EA deve ser desenvolvido para ajudar os discentes a construir uma consciência global das questões relativas ao meio ambiente, para que possam assumir





posições com valores a fim de atribuir um significado com valores quanto a proteção e melhoria. Com isso, destaca-se a importância no aprendizado a respeito da questão ambiental (BRASIL, 1997).

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica a partir de uma abordagem analítica, qualitativa das publicações científicas sobre a importância da Agenda 2030 na promoção da educação ambiental com o propósito de auxiliar nas questões ambientais.

## METODOLOGIA

Para o presente trabalho realizou-se uma revisão bibliográfica sobre como a Agenda 2030 pode atuar na promoção de uma educação ambiental crítica assim como a educação ambiental pode influenciar na mudança de comportamento da população. As pesquisas foram realizadas através de bases de dados online e de livre acesso como o Google Acadêmico e buscas avançadas no Portal de Periódicos da CAPES. O acesso remoto ao CAFE (Comunidade Acadêmica Federada) foi realizado por meio da UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro). Para a busca de trabalhos como fontes de pesquisa, foram utilizados os descritores como: educação ambiental, agenda 2030, BNCC, impactos ambientais e ações desenvolvidas em escolas.

Em seguida foi realizada uma rápida leitura dos artigos e realizado a exclusão dos que não tinham foco na pesquisa.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Educação Ambiental surge no Brasil muito antes da sua institucionalização no governo federal, onde tem-se a existência de um persistente movimento conservacionista até o início dos anos 70, quando ocorre a emergência de um ambientalismo que se une às lutas pelas liberdades democráticas, manifestada através da ação isolada de professores, estudantes e escolas, por meio de pequenas ações de organizações da sociedade civil, de prefeituras municipais e governos estaduais, com atividades educacionais voltadas a ações





para recuperação, conservação e melhoria do meio ambiente (CEZARIO *et al.*, 2018).

Alinhado a este contexto o Brasil no ano de 2018 apresentou o documento Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que se trata de um documento normativo que define o conjunto progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo da Educação Básica. Está contemplada na BNCC toda a educação básica e essa tem como finalidade nortear os currículos dos sistemas e redes de ensino das Unidades Federativas, como também as propostas pedagógicas de todas as escolas públicas e privadas de Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio, em todo o Brasil (BRASIL, 2018).

Diante desse contexto, onde as diversas esferas da sociedade vêm se articulando para o desenvolvimento de ações para a melhoria da qualidade de vida das pessoas, o Brasil junto aos 193 países membros da Organização das Nações Unidas (ONU) comprometeu-se a adotar a Agenda 2030, com um plano de ação desenvolvido para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade com o objetivo de fortalecer a paz universal, a qual norteia as ações a serem desenvolvidas por meio dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS).

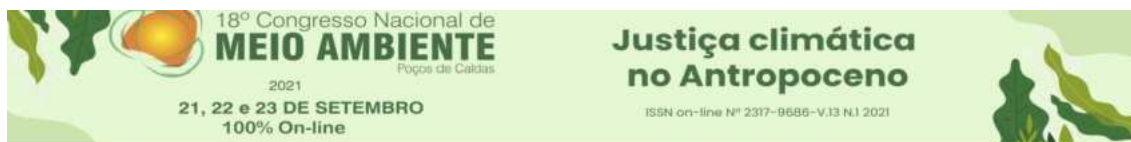
Apesar dos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997) e da Política Nacional de Educação Ambiental (BRASIL, 1999) ratificarem a Educação Ambiental como tema transversal e de responsabilidade de todos, em um esforço articulado, a sua efetivação no cotidiano escolar deixa muito a desejar (FESTOZO; TOZONI-REIS, 2015).

Segundo Almeida (2012), na maioria das instituições brasileiras, de educação superior, incluindo as universidades, predomina o desconhecimento científico e até o despreparo para lidar com o processo de ensino e aprendizagem.

## CONCLUSÕES

Com este trabalho, foi possível observar a importância da Educação Ambiental para um desenvolvimento sustentável principalmente no ambiente escolar, visto que as evidências apontadas neste trabalho indicam que o Brasil avançou na universalização de acesso da educação básica, porém precisa de mais investimentos para garantir a aprendizagem dos estudantes. Percebe-se também que a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável é um instrumento de suma importância para a promoção de





uma aprendizagem de qualidade para todos, visto que seus objetivos e propósitos estão associados ao direito humano à educação, sem discriminação e com igualdade de acesso e oportunidade de aprendizagem para todos.

Conforme o exposto, conclui-se que é necessária a implementação de ações educativas com o intuito de se aplicar de maneira transdisciplinar e interdisciplinar os princípios de Educação Ambiental no âmbito escolar a fim de que o aluno conheça melhor o contexto em que vive, refletindo seu papel como sujeito no mundo e que tem o dever de preservá-lo. E os auxiliando a desenvolverem ações que visem a preservação ambiental, minimizando os impactos tanto no ambiente escolar quanto no seu entorno.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. I. **Formação do Professor do Ensino Superior: desafios e políticas institucionais**. São Paulo: Cortez, 2012.

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: meio ambiente, saúde** / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: 1997.

BRASIL, Ministério da Educação e do Desporto, Lei nº. 9.795 de 27 de abril de 1999. **Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, n. 79, 28 abr. 1999.

CEZARIO, F. A. *et al.* Educação ambiental: solução para as questões ambientais. **Anais do 15º Congresso Nacional de Meio Ambiente**, Poços de Caldas – MG, 25 a 28 de setembro de 2018.

FESTOZO, B.; TOZONI-REIS, M. F. C. Educação ambiental e participação na formação de professores. **Revista Científica Galega de Educación Ambiental**, v.2, n. 20, p. 613-636, dez. 2015.

PIMENTEL, G.S.R. O Brasil e os desafios da educação e dos educadores na agenda 2030 da ONU. **Revista Nova Paideia – Revista Interdisciplinar em Educação e Pesquisa**, v. 1, n. 3, p.22-33, 2019.

UNESCO. **Educação para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: Objetivos de aprendizagem**, 2017.



## APÊNDICE G: Trabalho submetido para o 18º Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas



**ANÁLISE DA PRODUÇÃO ACADÊMICA NOS ANAIS DO CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE ENTRE 2016-2020: O EMPREGO DE BIOSSORVENTES NA ADSORÇÃO DE METAIS**

Nathália Carvalho da Silva<sup>1</sup>  
 Grazieli Simões<sup>2</sup>  
 Célia Regina Sousa da Silva<sup>3</sup>  
 Priscila Tamiasso-Martinhon<sup>4</sup>

**Reaproveitamento, Reutilização e Tratamento de Resíduos (sólidos e líquidos)**

*Resumo*

A contaminação por metais pesados está cada vez mais intensa no meio ambiente devido à constante atividade industrial e isto ocorre principalmente devido ao descarte inadequado de efluentes ou águas residuárias oriundas das indústrias. Porém os métodos para a remoção desses metais nem sempre são eficazes removendo completamente os poluentes, além de terem um custo muito elevado e alto tempo de operação. Diante disso, diversos estudos buscam alternativas para melhorar o tratamento de efluentes nas indústrias e uma delas é o uso de resíduos agroindustriais na adsorção de metais pesados. O objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento bibliográfico a partir de publicações presentes nos Anais do Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas entre os anos de 2016 e 2020 sobre os principais biossorventes que vêm sendo utilizados como adsorventes para a remoção de íons metálicos em meio aquoso. Assim, observou-se o uso de diferentes biomassas utilizadas como biossorventes relacionados à remoção de metais. Com os resultados apresentados, foi possível observar que esses materiais funcionam como alternativas promissoras, pois além de ter um baixo custo de produção por serem de origem natural, mostraram ter eficiência na remoção de metais podendo assim garantir um tratamento eficaz atendendo aos parâmetros legais de lançamento de efluentes. Apesar da relevância, poucas são as pesquisas relacionando o tema do uso de biossorventes na adsorção de metais. Portanto, através desta análise bibliográfica foi possível constatar a importância dessa temática tanto para a saúde humana, quanto para a preservação do meio ambiente.

**Palavras-chave:** Biomassas; Levantamento Bibliográfico; Resíduos Agroindustriais; Adsorventes.

---

<sup>1</sup>Me., Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Química, [csquim.nathalia@hotmail.com](mailto:csquim.nathalia@hotmail.com)  
<sup>2</sup>Prof. Dr., Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Físico-Química, [simoes.grazieli@gmail.com](mailto:simoes.grazieli@gmail.com)  
<sup>3</sup>Prof. Dr., Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Físico-Química, [sousa@iq.ufrj.br](mailto:sousa@iq.ufrj.br)  
<sup>4</sup>Prof. Dr., Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Físico-Química, [pris-martinhon@hotmail.com](mailto:pris-martinhon@hotmail.com)



## INTRODUÇÃO

Nos dias atuais a preocupação com o meio ambiente vem se intensificando cada vez mais devido à constante poluição gerada pelo elevado crescimento industrial e urbano. Essa poluição está diretamente relacionada com os grandes volumes de água contendo substâncias químicas geradas pelas indústrias ao final dos processos. Certa parte deste volume é descartada de forma não controlada, gerando um grave problema ambiental. Estes descartes, denominados de efluentes industriais, contêm vários compostos tóxicos, como metais pesados e corantes que podem ter efeito prejudicial na saúde de seres humanos, causando doenças graves, e à vida aquática, podendo levar à morte de espécies (CHOJNACKA, 2010).

Como exemplo de poluentes que podem ser encontrados nos corpos hídricos, a maioria encontra-se sob a forma de metais pesados como cádmio (Cd), chumbo (Pb), cobalto (Co), cobre (Cu), cromo (Cr), níquel (Ni), prata (Ag) e zinco (Zn), (REDDY *et al.*, 2010). A contaminação por estes metais acontece desde a sua extração até o seu uso, após a industrialização (LAVARDA, 2010).

O tratamento convencional de águas residuais e efluentes contendo metais inclui métodos físicos, químicos e biológicos tais como: precipitação química, adsorção, processo de membrana, troca iônica, entre outros. A aplicação de alguns destes processos resulta em custos elevados, além da possibilidade de produzirem resíduos de difícil tratamento ou, simplesmente, empregam agentes químicos que podem contribuir para a formação de um novo poluente (BONIOLO, 2008).

No tocante à viabilidade, as tecnologias de tratamento de efluentes devem apresentar baixo custo operacional e elevada eficiência na capacidade de remoção dos poluentes. Dessa forma, a busca por novas tecnologias tem focado no uso de materiais biológicos (biossorbentes) como o emprego de resíduos da agroindústria e/ou agrícola relacionados à adsorção para a remoção e recuperação de metais pesados, o qual vem ganhando muita credibilidade nos últimos anos por apresentar um bom desempenho.





Dentre os biossorventes mais utilizados nos processos de remoção de metais pesados, podemos destacar os de origem vegetal tais como: conchas de mar, conchas de caranguejo, cascas de ovos, sementes e cascas de frutos, talos de uvas, borras e restos de café, polpas e bagaços de beterraba e azeitonas, resíduos de óleo de palma, cascas de arroz e cacau, sabugo de milho, casca de mandioca e inhame, óleo de palma, cuja eficácia depende a natureza do biomaterial utilizado (VAGHETTI, 2009; TEJADA-TOVAR *et al.*, 2016). Além dos exemplos citados anteriormente, existem muitos subprodutos que são resultantes de algum processo de fabricação como, por exemplo, coco verde (PINO, 2005), bagaços de cana-de-açúcar (GURGEL, 2007), bagaço de laranja (STROHER, 2008), casca de banana (CRUZ, 2009), caroço de manga (TELES, 2015), entre outros.

Os biossorventes atuam no tratamento dos efluentes através do processo de adsorção dos metais pesados presentes, também conhecido como biossorção. Esta técnica tornou-se extremamente atraente pois apresenta um bom custo-benefício, pode ser altamente eficiente e facilmente implementada, tornando-se assim uma boa alternativa para os métodos convencionais (EL-SAYED e EL-SAYED, 2014). De acordo com Pietrobelli e colaboradores (2009), a biossorção é um método alternativo com grande eficácia se comparados aos tratamentos convencionais já empregados, pois, os micro-organismos retêm os metais promovendo uma autorregeneração do efluente e qualificando o processo.

Devido à grande importância do tema nos tópicos de reaproveitamento e reutilização de resíduos, visitar e revisitar anais de eventos científicos bem como estruturar revisões bibliográficas sistemáticas desses são fundamentais durante o processo de apropriação da identidade discente-docente de pesquisadores em formação, além de poder contribuir para o surgimento de um olhar acadêmico mais amplo e consistente (LACERDA *et al.*, 2008).

Conforme o exposto, o objetivo do presente trabalho consiste em compartilhar a análise das publicações disponibilizadas nos Anais do Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas acessível nos portais eletrônicos das edições desse evento entre os anos de 2016 e 2020 referentes aos principais biossorventes que estão sendo utilizados na adsorção de metais pesados em efluentes industriais e águas residuais para uma ampliação futura no tratamento destes.





## METODOLOGIA

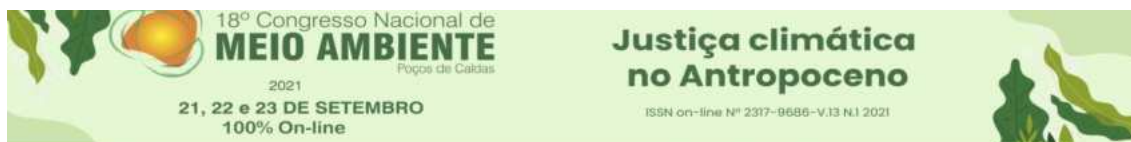
Neste estudo utilizou-se o método de revisão bibliográfica, onde utilizou-se como procedimento técnico o levantamento de trabalhos disponibilizados nos anais do Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas. A pesquisa, classificada como qualitativa-descritiva, identificou e analisou os principais bioadsorventes oriundos de indústrias agrícolas que estão sendo produzidos a partir de diferentes biomassas para serem utilizados como adsorventes atuando na remoção de metais pesados em efluentes e meios aquosos. Visando o alcance do objetivo traçado, foram verificadas a capacidade de adsorção desses materiais na remoção de íons de metais como Cu e Cr em meio aquoso. Os ensaios de bioadsorção foram realizados analisando fatores que influenciam no processo como o pH do meio, o tempo de contato do bioadsorvente com a solução, a velocidade de agitação do meio e a temperatura na qual se encontra.

A análise documental, de caráter exploratório, foi aplicada aos títulos, palavras-chave e/ou resumos do material selecionado. A partir do levantamento e da análise das publicações foram consideradas somente publicações que mencionavam diretamente as palavras remoção, adsorção, bioadsorção e bioadsorventes.

Para o escopo desse levantamento foi definido um período entre os anos de 2016 a 2020. Esse espaço de tempo corresponde às quatro últimas edições do evento: 13º (CNMA, 2016), 14º (CNMA, 2017), 15º (CNMA, 2018), 16º (CNMA, 2019) e 17º (CNMA, 2020). Esse recorte temporal levou em consideração o acesso às informações disponibilizadas no formato digital através dos respectivos portais eletrônicos. Essa análise pôde permitir a tomada de decisão quanto ao tratamento mais indicado considerando o ponto de vista técnico e de sustentabilidade.

Em um primeiro momento foi explorado o teor quantitativo do mapeamento textual, obtido a partir de buscas específicas. Na sequência, foi feita uma triagem dos títulos, palavras-chave e resumos dos Trabalhos Completos e Resumos, com intuito de verificar se o descritor presente no material selecionado pertencia ao campo pré-estabelecido para essa





pesquisa. Após a leitura do material selecionado, iniciou-se a análise qualitativa dos textos, contextos, resultados e discussão de cada trabalho.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise foi iniciada com um determinado número de trabalhos e após a primeira triagem foi reduzida a um novo quantitativo de publicações. Os trabalhos que foram descartados não se relacionavam diretamente com o uso de bio sorventes na adsorção de metais, pertencendo à outras áreas, e, apesar da relevância, a análise destes não foi prevista no desenho metodológico desse levantamento.

Os dados obtidos nessa análise revelam um número maior de publicações abordando o tema bio sorventes nos Anais da 17ª edição (2020) em comparação aos Anais das edições anteriores pesquisados, visto que a temática a respeito do uso desses materiais considerados resíduos agroindustriais é bastante extensa, podendo ser abordada sob diferentes contextos.

A Tabela 01, apresenta os dados sobre o número de publicações conforme o ano dos Anais do Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas e com base nas diferentes abordagens do tema.

Tabela 01: Distribuição quantitativa referente ao número de publicações analisadas em cada edição do evento

Edição Congresso	Ano	Publicações envolvendo o uso de bio sorventes na remoção/adsorção de metais
13º	2016	-
14º	2017	2
15º	2018	1
16º	2019	1
17º	2020	1
Total		5

Fonte: Própria autora (2021).





A publicação referente aos Anais de 2020 envolve o uso de biossorventes na adsorção de metais, na qual os autores avaliaram a biossorção de  $\text{Cr}^{+6}$  em solução através da palha da cana-de-açúcar *in natura* como biossorvente utilizando modelos de isotermas de adsorção Langmuir e Freundlich.

Nos Anais de 2019, foi encontrada uma publicação na qual os autores realizaram um levantamento bibliográfico a respeito da eficiência do uso de biocarvões como biossorventes na remoção de cobre em águas. O levantamento relatou o uso de nove biomassas utilizadas para a produção de biocarvão que podem ser utilizados com a finalidade de adsorver íons de cobre em meio aquoso, sendo considerada, portanto, uma alternativa que pode substituir o carvão ativado comercial, pois além de ter um baixo custo de produção, mostraram ter eficiência na remoção do metal (MARTINS; SERRA; JÚNIOR, 2019).

Nos Anais de 2018 foi encontrada somente uma publicação relativa à pesquisa desenvolvida por Guardabaxo e colaboradores. O objetivo do estudo foi avaliar a capacidade de adsorção de íons  $\text{PO}_4^{3-}$  de soluções aquosas através de fibras de bagaço de cana-de-açúcar modificadas quimicamente ou não, com adição de  $\text{FeCl}_2$ . Os resultados mostraram uma boa eficiência do biossorvente no processo, sendo que a presença de ferro na fibra afetou significativamente a adsorção de fosfato, apresentando melhores resultados para esta condição (Guardabaxo *et al.*, 2018).

Nos Anais de 2017 foram encontradas duas publicações referentes ao tema. Em um dos trabalhos publicados, os autores avaliaram a eficiência do pó da casca de ovo na adsorção de íons cromato ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ) e dicromato ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ) em efluentes (GROUS *et al.*, 2017). No segundo trabalho, os autores verificaram o potencial das fibras de casca de café acidificadas como biossorvente na adsorção de íons  $\text{Cu}^{2+}$  em soluções aquosas. Para este trabalho, não foi possível verificar as informações apresentadas na publicação, devido à impossibilidade de acesso eletrônico ao mesmo pelo próprio site do evento.

Além dos metais, que muitas vezes são considerados tóxicos e poluem os meios aquosos, os corantes também são considerados contaminantes neste meio, visto que quando descartados em efluentes oriundos de indústrias têxteis, podem gerar graves problemas, pois possuem na maioria das vezes em sua composição substâncias químicas nocivas e





perigosas ao meio ambiente. Cabe-se ressaltar que na Tabela 02 foram somente contabilizadas as publicações encontradas envolvendo o uso de biossorventes no processo de adsorção em metais, que é a temática e o objetivo da análise do presente trabalho.

Dessa forma, durante a pesquisa foram encontradas publicações com diferentes abordagens da temática deste trabalho, ou seja, envolvendo o uso de biossorventes na adsorção e remoção de contaminantes como corantes (Anais de 2016, 2018 e 2020) e agrotóxicos (Anais de 2019) em efluentes e meios aquosos.

No ano de 2016 foram observadas publicações relacionadas ao uso de biossorventes, porém através do uso de carvão comercial produzido a partir de casca de coco (SANTOS *et al.*, 2016), a casca de *Pinus elliottii* in natura (CORREA *et al.*, 2016) e a bainha de palmito pupunha (CRESPÃO *et al.*, 2016).

Além dos Anais de 2016, também foram encontrados para os outros anos analisados (2018 e 2020) um maior número de publicações (maior em 2020) envolvendo autores que utilizaram biossorventes com o objetivo de remover ou adsorver corantes em efluentes. Portanto, além dos materiais citados anteriormente, também foram utilizados cascas de manga e melancia (2020) (BRACARENSE *et al.*, 2020), lodo proveniente de reatores anaeróbios inativo (2020) (AGUIAR *et al.*, 2019), epicarpo dos frutos da macaúba e casca de arroz (2018) (REIS *et al.*, 2018), mesocarpo de coco verde (MARQUES; CONCEIÇÃO, 2020) (2020), pó de despoejamento de aciaria elétrica (2020) (SOUZA *et al.*, 2020), carvão ativado obtido do bagaço da cana-de-açúcar (2020) (SANTOS; METZKER; MACHADO, 2020), argila modificada com quitosana (2020) (MENEZES *et al.*, 2020).

Nos Anais de 2019, foi encontrado um trabalho em que os autores analisaram o uso de um biossorvente preparado a partir de sabugo de milho com a finalidade de adsorver o agrotóxico glifosato em meio aquoso. O biossorvente foi modificado quimicamente com  $H_3PO_4$  concentrado (85%). Foram realizados ensaios de isotermas de adsorção e os resultados foram ajustados de acordo com os modelos de Langmuir e de Freundlich. Parâmetros como pH, tempo de contato e agitação do meio também foram analisados (SEVERINO *et al.*, 2019). Novamente, embora muito relevante, a temática deste trabalho não fez uso de metais pesados.

Embora não faça uso de biossorventes na adsorção de metais, ainda nos Anais de





2020, foi encontrada uma publicação que apresentou uma abordagem diferente envolvendo o uso de biossorventes na adsorção de poluentes. O objetivo do estudo foi determinar o pH no ponto de carga zero ( $\text{pH}_{\text{PCZ}}$ ) na adsorção de poluentes em meios e avaliar como as modificações químicas (pré-tratamento com HCl, NaOH e a funcionalização com ácido cítrico) podem alterar o  $\text{pH}_{\text{PCZ}}$  e possibilitar remoção mais específica de poluentes utilizando um resíduo agroindustrial de baixo custo, neste caso, casca de macaúba (SUZUKI; BRACARENSE; AMORIM, 2020).

A Tabela 02 apresenta os principais biossorventes utilizados na remoção de íons metálicos relacionando a capacidade máxima de adsorção de acordo com o que foi pesquisado nos Anais do Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas.

Tabela 02: Publicações envolvendo o uso de biossorventes utilizados para adsorção de metais em meio aquoso

Biossorvente	Capacidade máxima de adsorção ou Eficiência (%)	Metal (íons)	Edição do evento/Ano de publicação	Referência
Pó da casca de ovo	77 %	$\text{CrO}_4^{2-}$ e $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	14ª/2017	Grous <i>et al.</i> (2017)
Fibra de bagaço de cana-de-açúcar	152 $\text{mmol g}^{-1}$	$\text{PO}_4^{3-}$	15ª/2018	Guardabaxo <i>et al.</i> (2018)
Biocarvões a partir de cana-de-açúcar	27,88 $\text{mg g}^{-1}$	$\text{Cu}^{2+}$	16ª/2019	Martins; Serra e Júnior (2019)
Palha de cana-de-açúcar <i>in natura</i>	11,0619 $\text{mg g}^{-1}$	$\text{Cr}^{6+}$	17ª/2020	Saran; Salata e Vicentini (2020)

-\*: não encontrado no estudo. Fonte: Própria autora (2021).





Conforme apresentado na tabela, pode-se observar o uso de diferentes biomassas utilizadas na adsorção de metais presentes em meio aquoso. Resíduos de cana-de-açúcar foram utilizados pelos autores nos Anais de 2018, 2019 e 2020 e apresentaram uma boa capacidade na adsorção de metais.

Percebe-se também que existem poucas publicações referentes ao uso de biossorventes na adsorção de metais em efluentes e águas entre os anos de 2016 e 2020 conforme analisado no presente trabalho. Embora o número de publicações não seja tão alto, é necessário destacar a importância do uso desses materiais no processo de adsorção de metais, visto que além de serem considerados métodos eficientes, apresentam baixo custo por serem de origem natural.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta análise bibliográfica permitiu que dentro dos objetivos estabelecidos houvesse a conciliação entre a objetividade (por meio de pré-análise e interpretação dos dados) e uma análise crítica e interpretativa das informações extraídas dos documentos.

Com relação aos resultados, a primeira consideração a ser feita a partir dos dados recolhidos é o número relativamente pequeno de trabalhos dentro da linha temática que é destinada para o assunto. Ou seja, o número de trabalhos dentro da linha temática do uso de biossorventes na adsorção de metais representou muito pouco dentro do total para os anos analisados e, mesmo se considerarmos publicações que também abordam o tema, porém não se encaixaram dentro do recorte desse trabalho, a expectativa seria aquém do desejado para representar uma mudança do panorama do tratamento de efluentes, no que tange à poluição causada ao meio ambiente.

A perspectiva para a próxima edição é que mais trabalhos desse tipo sejam produzidos e espera-se que a linha temática dedicada ao assunto tenha um crescimento significativo no volume de publicações em relação às edições anteriores. Esse levantamento mostrou que alguns biossorventes estão sendo estudados com a finalidade de atuar na remoção de íons provenientes de metais tóxicos muitas vezes presentes em efluentes e descartados ao meio ambiente ocasionando em diversos problemas.



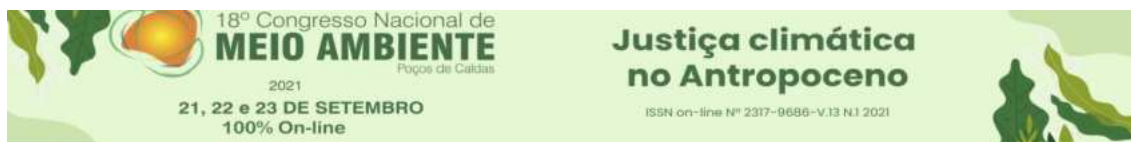


Dessa forma, através das análises realizadas pelos trabalhos publicados no Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas, pode-se observar que a capacidade de adsorção assim como a eficiência do processo variam de acordo com o tipo de biossorbente utilizado de forma a atender aos parâmetros estabelecidos por legislações ambientais e com isso espera-se que o uso do mesmo seja vantajoso quando comparado com outras metodologias convencionais.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. B. S. *et al.* Biossorção de metais Cu e Zn por biomassa anaeróbia granular e macerada. In: **17º Congresso Nacional do Meio Ambiente. Poços de Caldas – MG, 23 a 24 de setembro de 2020.**
- BONIOLO, M. R. **Biossorção de Urânio nas Cascas de Banana.** 2008. Dissertação de Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- BRACARENSE, A. A. P. *et al.* Avaliação do uso de cascas de manga e melancia como biossorbentes na remoção do corante azul de metileno. In: **17º Congresso Nacional do Meio Ambiente. Poços de Caldas – MG, 23 a 24 de setembro de 2020.**
- CHOJNACKA K. Biosorption and bioaccumulation—the prospects for practical applications. **Environment International**, v.36, n.3, p.299–307, 2010.
- CORREA, V. H. M. *et al.* **Adsorção de corantes dispersos com diferentes adsorventes.** 15º Congresso Nacional do Meio Ambiente. Poços de Caldas – MG, 21 a 23 de setembro de 2016. Disponível em: [Acesso em 16 jul. 2021.](#)
- CRESPÃO, L. M. P. *et al.* **Utilização de bainha de palmito pupunha como biossorbente do corante têxtil vermelho 4B.** 13º Congresso Nacional do Meio Ambiente. Poços de Caldas – MG, 21 a 23 de setembro de 2016. Disponível em: [Acesso em 16 jul. 2021.](#)
- CRUZ, M. A. R. **Utilização da casca de banana como biossorbente.** Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Londrina, Paraná, 2009.
- EL-SAYED, H. E. M.; EL-SAYED, M. M. H. Assessment of Food Processing and Pharmaceutical Industrial Wastes as Potential Biosorbents: A Review. **Journal of Biomedicine and Biotechnology**, v. 2014, 2014.
- GROUS, G. S. *et al.* **Pó da casca de ovo como adsorbente na remoção de íons cromato e dicromato como tecnologia terciária para tratamento de efluentes.** In: **14º Congresso Nacional do Meio Ambiente. Poços de Caldas – MG, 21 a 23 de setembro de 2017.**





GUARDABAXO *et al.* Estudo da capacidade de adsorção de fibras de bagaço de cana de açúcar modificadas ou não quimicamente na remoção de íons  $\text{PO}_4^{3-}$  de soluções aquosas. In: **15º Congresso Nacional do Meio Ambiente**. Poços de Caldas – MG, 25 a 28 de setembro de 2018.

GURGEL, L. V. A. Mercerização e modificação química da celulose e bagaço de cana-de-açúcar com anidrido succínico e trietilenotetramina: Preparação de novos materiais quelantes para adsorção de Pb (II), Cd (II), Cr (VI) e Cu (II). Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, 2007

LACERDA, A. L. *et al.* A Importância dos Eventos Científicos na Formação Acadêmica: estudantes de biblioteconomia. *Revista ACB: Biblioteconomia em Santa Catarina*, Florianópolis. v.13, n. 130.1, p.130-144, 2008.

LAVARDA, L. F. Estudo do Potencial de Biossorção dos Íons Cd (II), Cu (II) e Zn (II) pela Macrófita *Eichhornia crassipes*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Química, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, Paraná, 2010.

MARQUES, F. C.; CONCEIÇÃO, M. V. Adsorventes alternativos para remoção de corantes em efluente têxtil: um levantamento bibliográfico. In: **17º Congresso Nacional do Meio Ambiente**. Poços de Caldas – MG, 23 a 24 de setembro de 2020.

MARTINS, D. D. S.; SERRA, J. C. V.; JUNIOR, J. C. V. Eficiência de biocarvões na remoção de cobre em água. In: **16º Congresso Nacional do Meio Ambiente**. Poços de Caldas – MG, 24 a 27 de setembro de 2019.

MENEZES, I. P. *et al.* Adsorção competitiva dos corantes índigo carmim e auramina o em composto bentonita/quitosana. In: **17º Congresso Nacional do Meio Ambiente**. Poços de Caldas – MG, 23 a 24 de setembro de 2020.

PIETROBELLI, J.M.T.A. *et al.* Cadmium, copper and zinc biosorption study by non-living *Egeria densa* biomass. *Water Air Soil Pollution*, v. 202, p.385-392, 2009.

PINO, G. A. H. Biossorção de Metais Pesados Utilizando Pó da Casca de Coco Verde (*Cocos nucifera*). Dissertação de Mestrado em Engenharia Metalúrgica, Universidade Pontifícia do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

REDDY, D. H. K. *et al.* Biosorption of  $\text{Pb}^{2+}$  from aqueous solutions by moringa oleifera bark: Equilibrium and Kinetic studies. *Journal of Hazardous Materials*, v. 174, p. 831-838, 2010.

REIS, A. L. *et al.* Estudo da eficiência de adsorção de corante têxtil em casca de arroz modificada com magnetita. In: **15º Congresso Nacional do Meio Ambiente**. Poços de Caldas – MG, 25 a 28 de setembro de 2018.

SANTOS I. O.; METZKER, S.L.O.; MACHADO, A. R. T. Carvão ativado obtido do bagaço de cana-de-açúcar: cálculo da área superficial por adsorção de azul de metileno. In: **17º Congresso Nacional do Meio Ambiente**. Poços de Caldas – MG, 23 a 24 de setembro de 2020.





SANTOS, R. F. *et al.* Adsorção de corantes reativos remazol preto 5 e remazol vermelho RGB utilizando carvão comercial de casca de coco comercial e ativado com  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . In: 13º Congresso Nacional do Meio Ambiente. Poços de Caldas – MG, 21 a 23 de setembro de 2016.

SARAN, M. L.; SALATA, R. C.; VICENTINI, S. T. Biossorção de cromo hexavalente por palha da cana-de-açúcar *in natura*: isotermas de adsorção. In: 17º Congresso Nacional do Meio Ambiente. Poços de Caldas – MG, 23 a 24 de setembro de 2020.

SEVERINO, F. N. *et al.* Remoção de glifosato de meio aquoso utilizando biossorvente preparado a partir de sabugo de milho. In: 16º Congresso Nacional do Meio Ambiente. Poços de Caldas – MG, 24 a 27 de setembro de 2019.

SOUZA, C. C. *et al.* Produção e caracterização de adsorvente a partir do pó de aciaria elétrica. In: 17º Congresso Nacional do Meio Ambiente. Poços de Caldas – MG, 23 a 24 de setembro de 2020.

STROHER, A. P. Tratamento por adsorção em bagaço de laranja de um efluente da indústria têxtil. Dissertação de Mestrado em Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá, Paraná, 2008.

SUZUKI, M. G. G.; BRACARENSE, A. A. P.; AMORIM, F. R. Determinação do  $\text{pH}_{\text{pzc}}$  do biossorvente obtido a partir do epicarpo da macaúba (*acrocomia aculeata*) *in natura*, pré-tratado com HCl e NaOH e funcionalizado com ácido cítrico. In: 17º Congresso Nacional do Meio Ambiente. Poços de Caldas – MG, 23 a 24 de setembro de 2020.

TELES, I. M. O. Elaboração de um filtro oriundo do caroço da manga no tratamento e qualidade da água obtida para o consumo humano. Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade Estácio de Belém, Belém, Pará, 2015.

TEJADA-TOVAR, C., MONTIEL, Z.; ACEVEDO, D. Aprovechamiento de Cáscaras de Yuca y Ñame para el Tratamiento de Aguas Residuales Contaminadas con Pb (II). *Información tecnológica*, 27(1), p. 9-20, 2016.

VAGHETTI, J. C. P. Utilização de Biossorventes para Remediação de Efluentes. Tese de Doutorado em Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2009.



## APÊNDICE H: Trabalho submetido para o Congresso Nacional de Práticas Interdisciplinares e Sustentabilidade

Capítulo 27

### **BIOSSORVENTES NO TRATAMENTO DE EFLUENTES: PROPOSIÇÃO DE ÁGUA COMO TEMA GERADOR NO ENSINO DE QUÍMICA**

**Nathália Carvalho da Silva, Grazieli Simões, Priscila Tamiasso-Martinhon**

**Resumo:** A poluição por metais pesados vem se tornando um grave problema ambiental, principalmente nas águas residuais. Diante disso, o uso de resíduos agroindustriais surge como um método alternativo na remoção desses metais. A utilização de biossorventes obtidos a partir da casca de banana por exemplo, tem mostrado resultados promissores. O objetivo deste trabalho foi propor uma sequência didática através do uso de biossorventes no tratamento de águas residuais utilizando o tema gerador água para alunos do Ensino médio. A sequência didática foi elaborada em diferentes partes, através do desenvolvimento de conceitos envolvendo separação de misturas, tratamento de águas residuais e conscientização ambiental, com a aplicação de uma oficina, a fim de demonstrar a importância da inserção da Educação Ambiental em sala de aula. Espera-se que a proposição da sequência didática descrita neste trabalho possibilite ao professor, em última análise, certa autonomia para produzir suas próprias ferramentas pedagógicas.

**Palavras-chave:** Biossorventes. Água. Tratamento. Ensino de Química.

N. C. Silva (✉). Instituto de Química/Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.  
e-mail: csquim.nathalia@hotmail.com

G. Simões (✉). Instituto de Química/Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

P. Tamiasso-Martinhon (✉). Instituto de Química/Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

© Este trabalho integra o terceiro volume da obra: "Sustentabilidade - conceito articulador de saberes e práticas", publicado pela Reconnecta Soluções em 2023, disponível para acesso gratuito em: [www.reconnectasolucoes.com.br/editora](http://www.reconnectasolucoes.com.br/editora).

## INTRODUÇÃO

O acelerado desenvolvimento industrial trouxe como consequência a contaminação do meio ambiente por metais e outras substâncias tóxicas, aumentando desta forma a preocupação das indústrias em tratar seus efluentes de forma correta somadas às buscas por técnicas de baixo custo (SILVA *et al.*, 2014; SOUZA; CECHINEL; PETERSON, 2019).

Atualmente, os maiores poluentes aquáticos são as águas residuais, também chamadas de efluentes, descartadas de forma incorreta e sem o devido tratamento (SILVA *et al.*, 2013). Esses efluentes contêm vários compostos tóxicos, como metais pesados, corantes, e alimentos orgânicos, que podem ter potencial efeito prejudicial não somente aos seres humanos causando doenças graves, mas também à vida aquática, podendo levar a morte de espécies da região (CHOJNACKA, 2010). Entre os poluentes presentes em efluentes industriais, estão os metais pesados, também conhecidos como metais tóxicos (BARROS; CARVALHO; RIBEIRO, 2017).

A descontaminação de efluentes líquidos é um problema que pode ser solucionado através da recuperação ou remoção dos metais, por meio de técnicas como precipitação, coagulação, redução, troca iônica e adsorção (PINO; TOREN (2011)). Segundo Pino (2005) a busca por novas tecnologias tem foco no uso de materiais biológicos para a remoção e recuperação de metais pesados, ganhando muita credibilidade nos últimos anos por apresentar um bom desempenho. Dentre as diversas técnicas que são empregadas na remoção de íons metálicos presentes em solução aquosa, a adsorção é amplamente utilizada para a remoção de metais e também é uma técnica considerada econômica e ambientalmente acessível (RAFATULLAH *et al.*, 2010).

### **A adsorção com o uso de biossorventes no tratamento de águas residuais - Biossorção**

O processo de adsorção consiste na utilização de um material capaz de reter íons ou moléculas de contaminantes em sua superfície (BRANDÃO; DOMINGOS, 2006), sendo considerado uma operação de transferência de massa do tipo sólido-fluido na qual se explora a habilidade de certos sólidos em concentrar na sua superfície determinadas substâncias existentes em soluções líquidas ou gasosas. Este processo permite separá-las dos demais componentes dessas soluções (SALAVERRY; SANTOS; FRANKENBERG, 2015). Dentro desse contexto, a adsorção surge como um processo físico-químico envolvido no tratamento de águas residuais a fim de reduzir metais, contaminantes, efluentes industriais e diversos outros poluentes (FERREIRA, 2021).

De acordo com Nascimento e colaboradores (2014), a partir da crescente contaminação química da água com uma diversidade de poluentes como metais tóxicos, poluentes orgânicos e inorgânicos entre outros, surgiu a necessidade de desenvolver novas tecnologias que possibilitem a remoção de poluentes encontrados em resíduos líquidos e gasosos. O custo deste processo está relacionado, principalmente, ao custo do adsorvente e sua regeneração (MUNAGAPATI; KIM, 2016).

Além do baixo custo e da abundância imediata, o adsorvente deve ser eficaz para que o tratamento possa ser considerado uma excelente alternativa em comparação aos tratamentos convencionais (WANG; CHEN, 2006). Os adsorventes são divididos em inorgânicos naturais, orgânicos naturais e sintéticos. Entre os adsorventes inorgânicos naturais estão: argilas, minerais, cinzas volantes, zeólita, lamas, entre outros. Os adsorventes orgânicos naturais abrangem serragem, casca de coco, resíduos de alguns alimentos e etc. Os sintéticos podem ser derivados de óxidos de metal ou até mesmo nano

materiais modificados (PFEIFER; SKERGET, 2020). Dentre os adsorventes mais relevantes utilizados no processo de adsorção, estão o carvão ativado, alumina ativada, zeólita e a sílica-gel (FERST *et al.*, 2018).

Mesmo com bastante opções no mercado, os adsorventes comerciais apresentam um valor elevado, além da dificuldade de regeneração, necessitam de seletividade e de uma elevada capacidade de adsorção. Devido a isso, os pesquisadores acabam optando por meios alternativos de utilizar resíduos de biomassa disponíveis em grande escala (PFEIFER; SKERGET, 2020).

Com a crescente produção agrícola no Brasil, buscou-se desenvolver adsorventes alternativos, com enfoque nos resíduos oriundos da atividade agroindustrial do país (VIEIRA *et al.*, 2011), visto que a reutilização de subprodutos predominantes desta atividade torna-se indispensável (WERLANG *et al.*, 2013). Dessa forma, a biossorção surge como um método alternativo economicamente viável que vem apresentando excelentes resultados, sendo uma das tecnologias mais promissoras envolvidas na remoção de íons metálicos tóxicos de águas residuais. Pois além de utilizar um adsorvente de baixo custo, essa alternativa também contribui na valorização dos resíduos agroindustriais, agregando interesse econômico a esses (BHATNAGAR, 2010).

#### **A casca de banana como biossorvente**

A biossorção consiste em um processo no qual se utilizam matérias-primas de biomassa que são abundantes (sementes, cascas, folhas, etc.) ou resíduos de outras operações industriais que seriam descartados (VOLESKY, 2003) para promover a adsorção, remoção ou recuperação de metais pesados de um determinado ambiente líquido (VOLESKY, 2001). Os materiais que promovem a biossorção são chamados de biossorventes e podem ser resíduos de indústrias fermentativas ou biomassas.

As biomassas que promovem a biossorção são chamadas de biossorventes e como exemplo pode-se citar a casca do coco verde, fibra de coco, casca de amendoim, casca de banana, casca de laranja, casca de arroz e a serragem de madeira, representam alternativas aos tratamentos de efluente (SILVA *et al.*, 2013). Nos estudos sobre biossorção de íons metálicos, os mesmos são removidos de uma solução na forma de cátions, já que a maioria dos metais existe em solução na forma catiônica. Entretanto, alguns metais podem existir em solução tanto como cátion ou ânion, dependendo do estado de valência do metal (BARROS; CARVALHO; RIBEIRO, 2017).

Um dos maiores desafios no campo da biossorção é selecionar a biomassa mais promissora, onde se tem uma ampla variedade de opções de resíduos agroindustriais com baixo custo. Embora muitos materiais biológicos possam se ligar a metais pesados, apenas aqueles com maior capacidade de ligação a metais e que também apresente uma maior seletividade para determinados metais pesados serão adequados para serem utilizados em um processo de biossorção de alta escala (ZIAGOVA *et al.*, 2007).

Uma alternativa para a remoção de metais pesados é a utilização de adsorventes naturais como cascas de frutas. Os compostos orgânicos são comumente utilizados como alvo de pesquisa no processo de adsorção para tratamento de água e entre os mais comuns estão a laranja, banana e acerola que apresentam semelhanças entre si em relação à capacidade de remoção dos compostos metálicos e ao baixo custo (SILVA, *et al.*, 2015).

A casca da banana vem sendo utilizada em diversos estudos relatados na literatura por diferentes autores apresentando excelentes resultados no processo de adsorção dos metais em águas residuais. De acordo com os resultados obtidos por Santana e colaboradores (2020), a utilização da casca de banana como adsorvente foi eficiente na adsorção de metais pesados em águas residuárias de indústria, além de apresentar baixo custo e não necessitar

de energia para realizar o processo, evidenciando a possibilidade de substituir o carvão ativado. Um outro estudo utilizando a casca de banana como adsorvente, observou uma ótima retenção do íon manganês em águas subterrâneas, apresentando 100% de eficiência na remoção, tornando possível sua utilização no tratamento de águas subterrâneas para abastecimento público em caso de contaminação por esse metal (GARBIN, 2018).

#### **A água como tema gerador**

Na busca pelo desenvolvimento de práticas educacionais que valorizem o meio em que o aluno está inserido, a proposta do tema gerador vem se mostrando como uma boa alternativa metodológica para a aplicação dos conteúdos disciplinares. Esses temas se chamam geradores porque qualquer que seja a natureza de sua compreensão como ação por eles provocada, contém em si a possibilidade de desdobrar-se em outros tantos temas, que, por sua vez, provocam novas tarefas a serem cumpridas (FREIRE, 1987). Para a seleção do tema é importante que inicialmente o professor conheça o contexto social que permeia o cotidiano do aluno, visto que essa estratégia permite a construção de diálogos que levem a introdução do assunto que se pretende abordar (BARCELLOS, 2019).

Os temas geradores retratam assuntos de grandes significados para os participantes no processo educativo e são usados para a interpretação e representação da realidade (COSTA, 2013). Logo, o reconhecimento de situações reais colocadas em discussão durante a aplicação de determinado conceito científico, pode contribuir para facilitar a capacidade de interpretação do educando. Um outro ponto considerado importante a respeito do tema gerador destacado por Costa (2013), é que o mesmo precisa ser problematizado para ganhar um maior significado por meio de uma análise minuciosa entre os envolvidos no processo educativo.

Diante disso, a utilização dos temas geradores tem se mostrado uma boa forma de se abordar os conceitos científicos no ensino de Química e dentro desse contexto, a água vem sendo utilizada como tema gerador por vários autores em seus respectivos trabalhos.

O tema gerador água tem feito parte do ensino de química, não apenas pelos seus aspectos socioambientais, mas principalmente pela ampla variedade de conteúdos químicos que o mesmo permite abordar, tais como soluções, métodos de separação de misturas, concentração, propriedades coligativas, entre outros. De acordo com Silva e Marcondes (2006) o tema “água” tem sido considerado importante no ensino da química, pois permite ao professor problematizar situações para que os alunos as interpretem, de maneira que os conceitos químicos possam auxiliar no entendimento de problemas, propiciando assim, a construção de atitudes de responsabilidade relacionadas ao meio ambiente. No entanto, estudos têm mostrado que os professores de química demonstram certa dificuldade em tratar os conhecimentos numa perspectiva de contextualização que valorize a reflexão e a tomada de decisões.

Segundo Quadros (2004), a escolha da temática água ocorre devido à sua proximidade com a realidade dos alunos e pelo fato de constituir um assunto importante que permite trazer para o contexto os conceitos químicos que, por sua vez, podem permitir a formação do pensamento químico. De acordo com Franco (2017) a temática da água além de ser atual, surge como opção para a contextualização do Ensino de Química, pois permite que vários conteúdos do programa da disciplina sejam trabalhados em sala de aula.

A água representa uma necessidade humana e social, visto que é um bem público que necessita ser respeitado e preservado, assim sendo, e como consequência, tem sido objeto de pesquisa de muitos estudiosos, envolvendo pesquisas sobre aspectos ambientais, técnicos, científicos, sociais e políticos. A temática da água deve ser uma

preocupação constante no ensino da Química, pois além de desenvolver os conceitos químicos, ela pode levar a uma reflexão acerca dos comportamentos que podem prejudicar a natureza, ou que podem promover a sua preservação, pois esta representa um recurso natural que vem se esgotando, e que é vital para a sobrevivência do ser humano, não importando o meio onde este esteja inserido, na cidade ou no campo, a preocupação deve ser coletiva (FILHO; SILVEIRA, 2013).

### **Educação Ambiental**

Segundo Garlet e colaboradores (2019), a sustentabilidade abrange muito mais que questões ambientais, mas culturas e pessoas como um todo, e possui a elaboração de políticas que proporcionam a união mundial em prol da sustentabilidade para todos. A Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS) se apresenta como um elemento chave para tornar a educação mais relevante para o desenvolvimento social e para o enfrentamento dos desafios das sociedades (MONTENEGRO *et al.*, 2017). Por promover diferentes abordagens, a EDS equilibra-se entre os pilares da sustentabilidade, entre eles: ambiental, social e econômico, não estando baseada apenas em aspectos ambientais (CAMPELLO, 2016).

No contexto escolar, o desenvolvimento da Educação Ambiental (EA) é compreendido como uma das mais significativas possibilidades de provocar mudanças na forma de pensar e agir dos sujeitos com relação ao meio ambiente. A Lei 9.795, de 27 de abril de 1999, que instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental (BRASIL, 1999), estabelece a obrigatoriedade da EA em todos os níveis do ensino formal da educação brasileira. Em outro aspecto legal, o tema “meio ambiente” é considerado como um dos temas transversais sugeridos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1997), justificando a inserção do tema, inclusive, no ensino de Química.

Diante desse contexto, do processo de degradação e conflitos de interesses que envolvem o meio ambiente, a escola se apresenta como um espaço legitimado para a criação de condições e alternativas que estimulem os alunos a terem percepções e posturas cidadãs, críticas e cientes de suas responsabilidades em relação ao meio ambiente (SANTOS; RODRIGUES, 2018).

Todavia, para que o professor possa mediar o processo de educação voltada para a sustentabilidade, é preciso compreender os princípios do desenvolvimento sustentável. Assim, o Relatório Final de Avaliação da Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável (UNESCO, 2014) orienta que sejam desenvolvidos programas para formação de professores em EDS, para que estes se sintam encorajados a redefinirem as suas práticas pedagógicas, de maneira que possam contribuir para a divulgação e efetivação das propostas com ênfase no desenvolvimento sustentável.

Portanto, o desenvolvimento da Educação Ambiental nas escolas é de extrema importância para a transformação do crescente quadro de degradação ambiental e do uso excessivo dos recursos naturais e o ensino de Química pode contribuir para essa abordagem crítica, visto que é considerado importante para a compreensão do meio ambiente e das suas transformações (SANTOS; SCHNETZLER, 2003).

### **Contextualização no Ensino de Química**

De acordo com Marcondes e Silva (2007), a contextualização no ensino é motivada pelo questionamento sobre o que os alunos precisam saber de Química para exercer uma melhor cidadania de tal forma que seja permitida a abordagem de conteúdos químicos associados aos aspectos sociais, históricos, políticos, éticos e psicológicos. Como consequência, é preciso compreender que a escola exerce um papel fundamental

no sentido de despertar o aluno para uma compreensão crítica da sua realidade com o intuito de formar cidadãos autônomos, cujas escolhas contribuam para a melhoria da sociedade.

Os autores Canesim *et al.* (2010) mencionam que o profissional da Química é considerado um dos principais atores que pode atuar como um mediador da compreensão do meio ambiente e as suas relações com a Química. E diante disso, alguns professores definem temas-chave para que em cima deles possam interagir com diversas disciplinas estabelecendo, junto de práticas docentes e do desenvolvimento do trabalho didático-pedagógico, subsídios para a transformação do indivíduo.

Buscando a conscientização ambiental nas salas de aula, são encontrados na literatura trabalhos que descrevem metodologias que inserem as questões ambientais no Ensino de Química, nos quais os autores trazem em seus textos propostas de projetos e ações que contribuam para a formação de atitudes sustentáveis, incentivando os alunos a entenderem e preservarem o meio ambiente, através do desenvolvimento de práticas fáceis de serem realizadas, que introduzam o conceito requerido, e utilizem materiais renováveis que não agridam o meio ambiente (ABREU *et al.*, 2008; LIMA; ARAÚJO, 2011; SILVA; MACHADO, 2008; CANELA *et al.*, 2003).

De acordo com Paulo Freire, em contrapartida ao espaço formal de ensino, o espaço não formal é um ambiente diferente do cotidiano e proporciona o método de ensino onde os alunos podem fazer análises e interpretações sobre o mundo em que vivem, utilizando metodologias diferentes, onde faz-se necessário uma preparação por parte dos professores para que o processo tenha o máximo aproveitamento possível do aprendizado. O bom senso do professor diz para sermos coerentes, diminuindo a distância entre o discurso e a prática (FREIRE, 2003).

Segundo Freire (1987), a troca de experiências e de ideias é o que normalmente falta nos sistemas de ensinos formais atuais, visto que os docentes costumam ditar ideias, levando a uma aprendizagem mecânica dos estudantes. De acordo com o educador e filósofo a aprendizagem mecânica e especializada é importante, porém ela sozinha se torna uma ameaça quando, por exemplo, o oprimido acredita que a única forma de mudar é se tornando opressor. Nessa perspectiva, o ensino pressupõe a necessidade de contextualização, no sentido de promover o senso crítico e reflexivo frente às questões sociais às quais estamos inseridos. Assim, os educadores são responsáveis por buscar estratégias para tornar a aprendizagem significativa (CRUZ, 2021).

### **Aprendizagem Significativa**

O idealizador do conceito de “aprendizagem significativa”, David Ausubel, realça a necessidade de o aprendiz se colocar como sujeito ativo e não passivo em seu processo de aprendizagem. A vida oferece conhecimentos diversos para o indivíduo, esses vão se construindo desde o nascimento até a morte, servindo como conhecimentos prévios e base para a aprendizagem significativa. Portanto, o aprendiz deve ser capaz de receber novas informações e analisá-las de forma a construir uma interação entre o que já se sabe e o que é proposto a se aprender (MOREIRA; MASINI, 2001).

Na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel, o conhecimento que o indivíduo já possui previamente é denominado de “conceito subsunçor”, ou seja, conceitos e proposições estáveis na sua estrutura cognitiva, sendo essa estabilidade um fator que pode promover possibilidades ao aprendiz de conhecer ideias novas que se agreguem aos conhecimentos já existentes, de forma significativa.

Nesse sentido, a TAS, ao buscar construir conhecimentos significativos, possibilita que o conhecimento científico seja utilizado na melhora das soluções

problemas do dia a dia, contextualizando-o à realidade dos alunos. A construção de uma Educação Ambiental crítica encontra subsídios na Teoria da Aprendizagem Significativa, uma teoria construtivista, em que o conhecimento é um processo construtivo que valoriza o papel da estrutura cognitiva prévia de quem aprende. No entanto, vale ressaltar que nem sempre haverá o ponto de partida para se desenvolver uma aprendizagem potencialmente significativa, ou seja, pode ser que o aluno não disponha do subsunçor para que seja realizado o processo de ancoragem do novo conhecimento.

Diante disso, Moreira (1999) sugere que o professor deva apresentar esses conceitos para o estudante, para, então, explicar o novo conteúdo propriamente dito. Essa estratégia poderá resultar na apropriação de novos significados pelo educando, que realizará uma nova organização das informações de forma hierárquica, estabelecendo prioridades aos conceitos eleitos como principais para o seu conhecimento. Portanto, deve-se buscar relacionar o conhecimento prévio do educando com conceitos teóricos relevantes para sua formação, através de materiais que permitam a revisão dos conceitos e assim ele poderá descobrir e redescobrir seus conhecimentos.

### **Recursos alternativos para o Ensino de Química**

De acordo com Freire (2016) é fundamental que o professor reconheça o aluno como personagem principal do processo de ensino e aprendizagem, dando a ele a voz necessária dentro da sala de aula, se mostrando aberto ao diálogo, de modo que sejam criados espaços de investigação e aprendizado coletivos, lhe permitindo conhecer o contexto em que os estudantes estão inseridos, suas vivências, curiosidades e ideias sobre o mundo.

A partir do reconhecimento dessa leitura de mundo que o aluno possui, é possível ao professor promover a dinamização do processo de ensino e aprendizagem, de forma a tentar atribuir significado aos conhecimentos adquiridos, em um processo que articule a identificação dos conhecimentos científicos, de modo a utilizá-los como instrumentos para a realização de uma nova leitura de mundo que tem por objetivo uma transformação social (FREIRE, 2016).

Dentro do ambiente escolar se faz necessário refletir acerca das metodologias e estratégias que são utilizadas em sala de aula para o ensino e diante disso, cabe aos professores a busca constante de estratégias e metodologias que auxiliem os alunos na aprendizagem do conhecimento químico. Nesse contexto, surgem as sequências didáticas que são utilizadas como ferramentas educacionais com enfoque investigativo e são vistas como momentos pedagógicos ordenados e articulados, que possuem como objetivo auxiliar no processo de ensino e de aprendizagem de uma temática central por meio de problematizações de conceitos científicos (MOREIRA, 2015; GONDIM, 2016; ZÓMPERO; LABURÚ, 2016; SANTOS; GALEMBECK, 2018).

Para Zabala (1998) uma Sequência Didática (SD) como se constitui como um “conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de objetivos educacionais que envolve um conjunto de momentos pedagógicos realizados durante um certo número de aulas, buscando promover a compreensão de conceitos e a retomada de informações anteriormente desenvolvidas. De acordo com Batista (2016), uma sequência didática “consiste em propostas metodológicas para a organização e planejamento do ensino, com diferentes aspectos e ênfases”. O autor resalta ainda que, uma sequência didática deve ser desenvolvida na perspectiva do ensino de conteúdos através de atividades sequenciadas, organizadas com objetivos bem definidos e esclarecidos para os professores e alunos, que contribuirão para a aprendizagem e construção do conhecimento e de novos saberes.

Salienta-se que a elaboração de uma SD pressupõe planejamento, execução e avaliação, sendo organizados para que os objetivos possam ser alcançados (ZABALA, 1998; MOREIRA, 2015; GONDIM, 2016). Sendo assim, o professor é visto como a figura-chave no desenvolvimento de uma SD, pois passa a ser o promotor de oportunidades para novas interações entre os alunos e o conhecimento. Sua função se inicia desde o planejamento até a avaliação da aprendizagem, em que são definidos os objetivos de ensino, atividades didáticas e instrumentos avaliativos.

As sequências didáticas devem, também, servir para a reflexão sobre a prática docente através da observação do seu processo de desenvolvimento e interação entre todos os envolvidos e se for bem planejada, permitirá ao educador visualizar o conhecimento inicial do aluno, seu desempenho e perceber o que ainda necessita ser trabalhado para que se concretize a aprendizagem (BATISTA, 2016).

De acordo com Zômpero; Laburú (2016), as atividades investigativas no ensino de Ciências consistem em momentos didáticos com base na resolução de problemas de situações cotidianas e/ou científicas, com o intuito de o aluno desenvolver determinadas habilidades como observação, registro, identificação de irregularidades, levantamento de hipóteses, busca por informações, discussão entre os pares, bem como a comunicação dos resultados de maneira oral ou escrita. Para a disciplina de Química, para a elaboração da SD, alguns autores relataram em sua pesquisa que as principais dificuldades identificadas pelos alunos foram em relação aos conceitos sobre Polaridade, Separação de Misturas, Combustão, entre outros conceitos específicos.

Diante disso, o presente trabalho tem por objetivo propor uma sequência didática através do uso de biossorventes no tratamento de águas residuais utilizando o tema gerador água para alunos do Ensino fundamental e 1º ano do Ensino médio.

## DESENVOLVIMENTO

A metodologia utilizada para a elaboração da sequência didática foi qualitativa. A mesma pode ser dividida em 3 partes: na 1ª etapa os alunos têm aporte teórico baseado nos conceitos envolvendo separação de misturas, tratamento de águas residuais e conscientização ambiental.

Na 2ª etapa os alunos participam de uma oficina utilizando a casca da banana como material adsorvente no tratamento de águas residuais. Esta oficina baseia-se na construção de um modelo para a demonstrar a importância da inserção da sustentabilidade através da Educação Ambiental em sala de aula. As oficinas temáticas demonstram ser uma ótima estratégia no processo ensino-aprendizagem, podendo contribuir para o desenvolvimento de uma metodologia de ensino contextualizada e dinâmica.

Na 3ª etapa propõe-se como método avaliativo a elaboração por parte dos alunos de um folder de divulgação científica, possibilitando avaliar se os alunos foram capazes de contextualizar os temas apresentados em aula e a prática desenvolvida na oficina com sustentabilidade e meio ambiente. A escolha da casca de banana como biossorvente justifica-se por meio de estudos que revelam que a mesma pode ser utilizada em substituição ao carvão ativado comercial (normalmente utilizado, mas que possui alto custo para a remoção de metais em águas contaminadas), apresentando excelentes resultados para a adsorção de íons metálicos tais como Cu, Zn, Cd e Pb.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, foram utilizadas narrativas para a elaboração de uma sequência didática cujo tema gerador norteado foi a água. Utilizando a triangulação das temáticas educação ambiental – tratamento de efluentes – biossorventes, utilizando referenciais teóricos norteados por Paulo Freire, foi possível propor atividades pedagógicas a fim de demonstrar a importância da inserção da Educação Ambiental em sala de aula para alunos do Ensino Médio. Espera-se que a proposição da sequência didática descrita neste trabalho possibilite ao professor, um material de apoio para produzir suas próprias ferramentas pedagógicas.

### AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e ao Consórcio Cederj.

### REFERÊNCIAS

ABREU, D.G.; CAMPOS, M.L.A.M.; AGUILAR, M.B.R. Educação ambiental nas escolas da região de Ribeirão Preto (SP): concepções orientadoras da prática e reflexões sobre a formação inicial de química. **Química Nova**, v. 31, n. 3, p. 688-693, 2008.

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.1-15, 2017.

BATISTA, R. C. (2016). Sequência didática – ponderações teórico-metodológicas. Mato Grosso. Anais XVIII ENDIPE – In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICAS DE ENSINO. 6 p.

BHATNAGAR, A. Utilization of agro-industrial and municipal waste materials as potential adsorbents for water treatment - A review. **Chemical Engineering Journal**, v. 157, n. 2-3, p. 277-296, 2010.

BRANDÃO, L. H.; DOMINGOS, F. Fatores Ambientais para a Floração de Cianobactérias Tóxicas. **Saúde & Ambiente**, Sorocaba, v. 1, n. 2, p. 40-50, 2006.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Introdução**. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. Lei nº. 9.795 de 27 de abril de 1999. **Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências**. Brasília, MEC, 1999.

CAMPELLO, L.G.B.; SILVEIRA, V.O. (2016). Educação para o desenvolvimento sustentável (EDS) e o Greening das Universidades. **Revista Thesis Juris – RTJ**, São Paulo, v. 5, n. 2, pp. 549-572, 2016.

CANELA, M.C.; RAPKIEWICZ, C.E.; SANTOS, A.F. A visão dos professores sobre a questão ambiental no ensino médio do Norte Fluminense. **Química Nova na Escola**, n. 18, p. 37-41, 2003.

CANESIN, F.P.; SILVA, O.C.V.; LATINI, R.M. O olhar de um licenciando para o ensino de química e a educação ambiental. **Revista Eletrônica do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente**, v.3, n. 2, p.50-60, 2010.

CHOJNACKA K. Biosorption and bioaccumulation—the prospects for practical applications. **Environment International**, v. 36, n.3, p.299–307, 2010.

FERST, C. W. **Reutilização da sílica-gel como adsorvente para remoção de nitrato de águas**. Monografia – (Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária). Universidade Federal da Fronteira Sul. Cerro Largo, 2018.

FILHO, A. M; SILVEIRA, M. P. **Abordando a temática ambiental na perspectiva ambiental**. Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE, Secretaria de Estado da Educação. Superintendência da Educação. Programa de Desenvolvimento Educacional. – Curitiba: SEED – PR, 2016. v.1, 2013.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 10ª ed. Rio de Janeiro: Editora Paz, Terra, 1987.

GARBIN, B. **Adsorção de manganês de águas subterrâneas em cascas e biochar de banana**. Monografia – (Engenharia Ambiental). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2018.

GARLET, V. *et al.* Correlações entre Comportamentos e Competências: a busca de uma Universidade verde. **Revista Gest@o Organização**, v. 17, n. 1, p. 73-87, jun. 2019.

GONDIM, M. S. (2016). **Ensino de ciências: sequência didática multissensorial sobre solos**. 64f. 2016. (Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG.

LIMA, M.C.; ARAÚJO, M.C. O ensino de química a partir da consciência do lixo na escola. Projeto: Cais consCiência –Aulas experimentais, Universidade Estadual de Santa Cruz, Bahia, 2011. Disponível em: <<http://ambiente.educacao.ba.gov.br/conteudos/download/2172.pdf>>.

MARCONDES, M. E. R.; SILVA, D. P. **Oficinas temáticas no ensino público. Formação continuada de professores**. Grupo de Pesquisa em Educação Química – GEPEQ – Instituto de Química. São Paulo: Secretaria da Educação de São Paulo; São Paulo: FDE, 2007.108 p.

MONTENEGRO, L. A. *et al.* Desafios para a inserção da educação para a sustentabilidade em escolas localizadas em áreas de vulnerabilidade socioambiental. *In: X CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGAÇÃO NA DIDÁTICA DAS CIÊNCIAS, SEVILLA. ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*, p. 3351-3356, set. 2017.

MUNAGAPATI, V. S.; KIM, D. S. Adsorption of anionic azo dye Congo Red from aqueous solution by Cationic Modified Orange Peel Powder. **Journal of Molecular Liquids**, v. 220, p. 540-548, 2016.

NASCIMENTO, R. F. *et al.* Adsorção: aspectos teóricos e aplicações ambientais. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2014.

PFEIFER, A.; ŠKERGET, A. M. A review: a comparison of different adsorbents for removal of Cr (VI), Cd (II) and Ni (II). **Turkish Journal of Chemistry**, v. 44, n. 4, p. 859, 2020.

PINO, G. **Biossorção de metais pesados utilizando pó da casca de coco verde (cocos nucifera)**. 2005. (Dissertação de Mestrado). Pontifícia Universidade Católica – PUC, Rio de Janeiro. 2005.

QUADROS, A. L. A água como tema gerador do conhecimento químico, **Química nova na escola**, vol. nº 20, nov. 2004.

RAFATULLAH, M. *et al.* Adsorption of methylene blue on low-cost adsorbents: A review. **Journal of Hazardous Materials**, v. 177, n. 1-3, p. 70-80, maio 2010.

SALAVERRY, I. B.; SANTOS, F. A.; FRANKENBERG, C. L. C. Uso de resíduos da produção de azeite de oliva como biossorbentes de cromo hexavalente. **Revista Liberato**, Novo Hamburgo, v. 17, n. 27, p. 01-118, jan./jun. 2016.

SANTANA, J. S.; S, B, R; O, R, B. Utilização da casca de banana como biossorbente para adsorção de metais pesados viabilizando sua utilização em águas residuárias da indústria galvânica. **Journal of Engineering, Architecture and Technology Innovation**, v. 8, n. 1, p. 143-157, 2020.

SANTOS, V. G.; GALEMBECK, E. (2018) Sequência Didática com Enfoque Investigativo: Alterações Significativas na Elaboração de Hipóteses e Estruturação de Perguntas Realizadas por Alunos do Ensino Fundamental I. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. Acesso em 21 jan., 2019.

SANTOS, J. C.; RODRIGUES, C. Educação ambiental no ensino de Química: a “água” como tema gerador. **Revista Eletrônica Mestrado em Educação Ambiental**, v. 35, n. 2, p. 62-86, maio/ago. 2018.

SANTOS, W.L.P.; SCHNETZLER, R.P. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. Ijuí-RS: Unijui, 2003. – (Santos e Schnetzler, 2003).

SILVA, J. L. B. C. *et al.* Biossorção de metais pesados: uma revisão. **Revista saúde e ciência**, v. 3, n. 3, p. 137-149, set-dez, 2014.

SILVA, R.R.; MACHADO P.F.L. Experimentação no ensino médio de química: a necessária busca da consciência ético-ambiental no uso e descarte de produtos químicos - um estudo de casos. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 2, p. 233-249, 2008.

SOUZA, A.; CECHINEL, M. A. P.; PETERSON, M. Avaliação do potencial sortivo da casca de laranja quimicamente e termicamente modificada na remoção de metais em solução aquosa. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 6, p. 7107-7128, jun. 2019.

SILVA, K. M. D. *et al.* Caracterização físico-química da fibra de coco verde para a adsorção de metais pesados em efluente de indústria de tintas. **Engevista**, v. 15, n. 1, p. 43-50, abr. 2013.

SILVA, W, M. *et al.* Análise de Adsorventes Naturais Empregados na Remoção de Metais Pesados Para o Tratamento de Efluentes. *In: III WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO*. 2015, 3 ed, 2015, Campina Grande-PB.

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (2014). Década das Nações Unidas da Educação para o Desenvolvimento Sustentável (2005-2014) **Relatório final de monitoramento e avaliação global moldando o futuro que queremos**. Brasília: UNESCO, 2014.

VIEIRA, A. P. *et al.* Epicarp and Mesocarp of Babassu (*Orbignya speciosa*): Characterization and Application in Copper Phtalocyanine Dye Removal. **Brazilian Chemical Society**, v. 22, n. 1, p. 21-29, 2011.

VOLESKY, B. Detoxification of metal-bearing effluents: biosorption for the next century, **Hydrometallurgy**, v. 59, p. 203 -216, 2001.

VOLESKY, B. **Sorption and biosorption**. Montreal: McGill University, 2003. 316 p.

WANG, J.; CHEN, C. Biosorbents for heavy metals removal and their future. **Biotechnology Advances**, v. 27, n. 2, p. 195–226, 2009.

WERLANG, E. B. *et al.* Produção de carvão ativado a partir de resíduos vegetais. **Jovens Pesquisadores**, v. 3, n. 1, p. 156-167, 2013.

ZABALA, A. A **Prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

ZIAGOVA, M. *et al.* Comparative study of Cd (II) and Cr (VI) biosorption on *staphylococcus xylosus* and *pseudomonas* sp. in single and binary mixtures, **Bioresource Technology**, v.98, p.2859–2865, 2007.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas para as aulas de Ciências: um diálogo com a teoria da aprendizagem significativa. Curitiba: Appris, 2016.