

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

**LUANA MARQUES FERREIRA**

**A INJUSTIÇA AMBIENTAL TEM NOME, COR E ENDEREÇO:**

uma proposta de Sequência Didática que promove o pensamento crítico no Ensino de  
Química

Rio de Janeiro

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

LUANA MARQUES FERREIRA

**A INJUSTIÇA AMBIENTAL TEM NOME, COR E ENDEREÇO:**

uma proposta de Sequência Didática que promove o pensamento crítico no Ensino de Química

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso de Licenciatura em Química do Instituto de Química - IQ, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Licenciatura em Química.

Orientadores:

Prof. Dr. Joaquim Fernando Mendes da Silva

Prof. Me. Lohrene de Lima da Silva

Rio de Janeiro

2023

LUANA MARQUES FERREIRA

**A INJUSTIÇA AMBIENTAL TEM NOME, COR E ENDEREÇO:**

Uma proposta de Sequência Didática que promove o pensamento crítico no Ensino de Química

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso de Licenciatura em Química do Instituto de Química - IQ, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Licenciatura em Química.

Aprovado por:

---

Prof. Joaquim Fernando Mendes da Silva  
Orientador

---

Prof.<sup>a</sup> Lohrene de Lima da Silva  
Coorientadora

---

Prof.<sup>a</sup> Aline Silva Dejosi Nery  
NUTES/UFRJ

---

Prof.<sup>a</sup> Fernanda Arruda Nogueira Gomes da Silva  
IQ/UFRJ

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por me proporcionar tantas experiências e oportunidades que eu jamais imaginaria vivenciar algum dia. Pude ver suas promessas se cumprirem em minha vida e a Ele toda a honra e glória.

A minha família por ter me apoiado em tudo. Sempre. Principalmente minha mãe, Vanusa Cristina, que abdicou de tantas coisas para que eu chegasse até aqui. Agradeço a ti, mãe, por diversas vezes ter acordado de madrugada para orar por mim. Isso tudo é fruto de suas incansáveis orações. A minha brilhantíssima irmãzinha, Laízz Victoria, pelas nossas inúmeras reflexões sobre a vida, ciência e história.

Às coordenadoras do projeto *Mulheres Negras Fazendo Ciência*, Luciana Cabral, Ana Lúcia de Sousa, Mariana Lima e Aline Nery, e a todas as colegas de extensão por essa troca rica sobre ciência, gênero e raça, incluindo as referências debatidas nas leituras coletivas que me ajudaram a desenvolver o tema do presente trabalho.

Aos meus orientadores Lohrene de Lima e Joaquim Fernando. Obrigada pela paciência, suporte e atenção para que eu pudesse concluir esta última etapa da minha graduação com louvor. Grata por aceitarem embarcar nesse desafio comigo.

À presença da banca e seus relevantes apontamentos para o enriquecimento deste trabalho.

*Não vos conformeis com este mundo, mas transformai-vos pela renovação de vossa mente.*

*Romanos 12:2*

## RESUMO

FERREIRA, Luana Marques. A INJUSTIÇA AMBIENTAL TEM NOME, COR E ENDEREÇO: uma proposta de sequência didática que promove o pensamento crítico no Ensino de Química. Rio de Janeiro, 2023. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Química), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

A injustiça ambiental é causada por ações das quais os danos ambientais recaem em maior peso sobre populações mais vulneráveis socialmente. As discussões sobre o tema surgiram na efervescência da luta pelos direitos civis da população negra nos Estados Unidos da América (EUA). Ativistas e estudiosos constataram que essas ações voltadas a conflitos ambientais eram endereçadas majoritariamente a grupos étnicos desfavorecidos pela sociedade estadunidense. Foi então que se definiu o conceito de racismo ambiental como decisões políticas - explicitamente racista ou não - que impactam regiões ocupadas predominantemente por pessoas de uma etnia específica. Com a evolução do estudo academicamente nos EUA e ganhando destaque internacional, intelectuais e ativistas brasileiros começaram a debater sobre este tema no contexto nacional. Diante de dados que evidenciam numerosos casos de conflitos socioambientais no Brasil, e sabendo que esta temática ainda é pouco discutida, o presente trabalho buscou revelar a importância de levar o debate sobre racismo ambiental para a sala de aula. Portanto, foi proposta uma sequência didática com discussões sobre as consequências da contaminação química em áreas ocupadas por populações marginalizadas. Por este prisma, o Ensino de Química com ênfase em Educação Ambiental Crítica traz uma prática educativa inovadora, tecendo o conjunto Meio Ambiente, Ensino de Química e Raça.

**Palavras-chave:** racismo ambiental; temas geradores; direitos humanos; cidadania.

## **ABSTRACT**

Environmental injustice is caused by actions whose environmental damage falls most heavily on socially vulnerable populations. Discussions on the subject emerged in the effervescence of the struggle for the civil rights of the black population in the United States of America (USA). Activists and the academic community found that these actions aimed at environmental conflicts were mostly addressed to ethnic groups disadvantaged by the American society. It was then that the concept of environmental racism was defined as a political decision - explicitly racist or not - that impacts regions predominantly occupied by people of a specific ethnicity. As the study evolved academically in USA and gaining international prominence, Brazilian intellectuals and activists began to debate this topic in the national context. Faced with data that show numerous cases of socio-environmental conflicts in Brazil, and knowing that this topic is still little discussed, the present work sought to reveal the importance of bringing the debate on environmental racism to the classroom. Therefore, a didactic sequence was proposed with discussions on the consequences of chemical contamination in areas occupied by marginalized populations. From this point of view, Teaching Chemistry with an emphasis on Critical Environmental Education brings an innovative educational practice, weaving together Environment, Teaching Chemistry and Race.

**Keywords:** environmental racism; generative themes; human rights; citizenship.

## **LISTA DE QUADROS**

**Quadro 1.** Etapas para execução de temas geradores de Freire sistematizadas por Delizoicov 23

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Tipos de metais tóxicos, suas principais fontes e efeitos à saúde humana	32
<b>Figura 2.</b> William KamKwamba, o construtor do moinho de vento que abasteceu a vila de Wimbe, no Malawi	44
<b>Figura 3.</b> Banco de dados da Fiocruz para consulta de mapa de conflitos em território brasileiro	47
<b>Figura 4.</b> Poluição de praia por óleo	49
<b>Figura 5.</b> Mercúrio despejado em recipiente com água durante o processo de obtenção do ouro	49
<b>Figura 6.</b> A trajetória do laser em um recipiente com água para análise de turbidez	50
<b>Figura 7.</b> Início da animação sobre tratamento de água	51
<b>Figura 8.</b> Ilustração de uma das etapas de tratamento da água	52
<b>Figura 9.</b> Simulação de visita técnica na estação de tratamento	53

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
EA	Educação Ambiental
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
ETA	Estação de Tratamento de Água
EUA	Estados Unidos da América
GAO	<i>Government Accountability Office</i> (Escritório de Contabilidade Geral Americano)
ONG	Organização Não Governamental
ONU	Organização das Nações Unidas

## SUMÁRIO

<b>1 MOTIVAÇÃO</b>	13
<b>2 CONSIDERAÇÕES INICIAIS</b>	14
2.1 Objetivos gerais	16
2.2 Objetivos específicos	16
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	17
3.1 Pedagogia engajada e o Pensamento Crítico	17
3.2 Educação ambiental crítica	19
3.3 Interdisciplinaridade no Ensino de Química a partir de temas geradores	22
3.4 Os Direitos Humanos nas aulas de Química	24
3.4.1 Racismo ambiental: a gênese	26
3.4.2 Racismo ambiental no contexto brasileiro	27
3.5 Ações antropogênicas que afetam a qualidade da água	30
<b>4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA</b>	34
4.1 PRIMEIRA AULA: O que é racismo ambiental?	36
4.1.1 Tempo de duração	36
4.1.2 Objetivo específico	36
4.1.3 Recursos materiais necessários	36
4.1.4 Estratégias de ensino	36
4.1.5 Avaliação	37
4.2 SEGUNDA AULA: Como o racismo ambiental afeta o seu bairro?	37
4.2.1 Tempo de duração	37
4.2.2 Objetivo específico	38
4.2.3 Recursos materiais necessários	38
4.2.4 Estratégias de ensino	38
4.2.5 Avaliação	39
4.3 TERCEIRA AULA: Onde a Química entra nessa história? Parte 1	39
4.3.1 Tempo de duração	39
4.3.2 Objetivo específico	39
4.3.3 Recursos materiais necessários	39
4.3.4 Estratégias de ensino	40
4.3.5 Avaliação	41
4.4 QUARTA AULA: Onde a Química entra nessa história? Parte 2	42

4.4.1 Tempo de duração	42
4.4.2 Objetivo específico	42
4.4.3 Recursos materiais necessários	42
4.4.4 Estratégias de ensino	42
4.4.5 Avaliação	43
4.5 QUINTA AULA: Qual é a solução?	43
4.5.1 Tempo de duração	43
4.5.2 Objetivo específico	43
4.5.3 Recursos materiais necessários	43
4.5.4 Estratégias de ensino	44
4.5.5 Avaliação	45
<b>5 DISCUSSÃO</b>	47
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	55
<b>7 REFERÊNCIAS</b>	56
<b>ANEXO I</b>	63
<b>ANEXO II</b>	64

## 1 MOTIVAÇÃO

A motivação para a escolha do tema de Direitos Humanos associados às Ciências Naturais se deu pela minha vivência no cenário de injustiça ambiental diariamente. Todavia não obtive reflexão sobre este tema enquanto estava inserida como aluna da educação básica. Freire (1996) questiona essa problemática e como poderia ser utilizada em propostas de aulas com viés socioambiental no seguinte trecho:

Por que não aproveitar a experiência que têm os alunos de viver em áreas da cidade descuidadas pelo poder público para discutir, por exemplo, a poluição de riachos e dos córregos e os baixos níveis de bem-estar das populações, os lixões e os riscos que oferecem à saúde das gentes? Por que não há lixões no coração dos bairros ricos e mesmo puramente remediados dos centros urbanos? (FREIRE, 1996, p.17).

Há um frequente descaso com as populações de regiões periféricas e eu refletia sobre isso todas às vezes ao fazer o caminho de ida e volta da faculdade quando me deparava com um rio poluído inundando casas por conta de chuvas torrenciais e outras problemáticas, como: o alto índice de pessoas e moradores de rua coletando lixo para sobreviver; a falta de saneamento básico no bairro; a escassez de água; o transporte público em decadência; nenhum serviço de conexão à internet banda larga na favela; a insegurança ao passar por uma longa rua deserta, sem iluminação ou vigilância à noite. Isso me gerou diversos questionamentos, mas até então eu não sabia que esse inconformismo tinha um nome. O que hooks (2010) nos traz como reflexão não poderia ser mais oportuno, de que os pensamentos são como laboratórios aonde vamos para formular indagações e encontrar soluções. É neste processo de reflexão que desenvolvemos formas de conectar visões de teoria e prática. Foi na tentativa de buscar respostas e contribuir para que a próxima geração se desenvolva em um ambiente de maior criticidade que surgiu o interesse em ensinar Química com viés socioambiental. E não há ambiente mais apropriado que o escolar para que esses pensamentos por uma perspectiva crítica possam ser estimulados e construídos.

## 2 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O Ensino de Química é frequentemente conduzido pelo uso de fórmulas e esquemas devido à natureza dos símbolos introduzidos na disciplina. Conseqüentemente, poucos planejamentos de aulas são pensados para que o ensino de ciências exatas e naturais seja um engajador social e político tendo como fundamento os conteúdos ministrados em sala de aula (ARRIGO; ALEXANDRE; ASSAI, 2018; ARAUJO, G., 2021).

A Constituição Art. 205 diz que a educação deve visar o “pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania (...)” (BRASIL, 1988, p.123), ou seja, a educação deve ser uma facilitadora no acesso ao conhecimento para a promoção da ética e principalmente da cidadania. Nesse sentido, o Ensino de Química deve ser inserido no currículo escolar não apenas com a finalidade de obter conhecimento químico, mas sobretudo pensando na formação de sujeitos capazes de desenvolver as habilidades que todo cidadão deve ter: participação e julgamento (SANTOS; SCHNETZLER, 1996). Portanto, o conhecimento mínimo de Ciências desempenha um papel relevante na formação de uma sociedade democrática. Martins e Medeiros pontuam que

Espera-se que o ensino de Ciências possa contribuir para maximizar a consciência crítica, participativa, questionadora e investigativa dos direitos e deveres para além da busca do bem-estar pessoal e coletivo no presente, mas para o patamar do futuro também (MARTIN; MEDEIROS, 2017, p.7).

A educação científica permite que o sujeito obtenha base mínima para se posicionar de forma crítica quanto às soluções; para argumentar temas relativos ao papel social da química (SANTOS; SCHNETZLER, 1996). Por isso, a importância do letramento científico, pois dessa forma, o cidadão pode compreender minimamente o que é a ciência e como ela influencia nas decisões políticas que corroboram - ou não - no progresso sustentável do país.

À vista disso, o Ensino de Química requer uma reformulação, de modo que o processo de aprendizagem esteja alinhado à prática da cidadania e ao desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão. Ou seja, é preciso pensar em propostas didáticas que entrelaçam o conhecimento químico com um contexto social que faça parte do

repertório de experiências vivenciadas pelo discente (FREIRE, 1996; SANTOS; SCHNETZLER, 1996; ARRIGO; ALEXANDRE; ASSAI, 2018).

A proposta freireana de trabalhar com temas geradores pode ser eficaz na promoção da cidadania quando associada ao conhecimento científico. Nesse sentido, abordar questões socioambientais no Ensino de Química pode ser um caminho para educação emancipatória, “posto que é mediante a apreensão desses temas que os seres humanos adquirem consciência em relação a sua situação no mundo e as contradições provenientes entre as relações homem-mundo” (ARRAIS; BIZARRIL, 2020, p.15).

Em 1992, um tratado foi firmado no Fórum das organizações não governamentais (ONGs) que ocorreu no Rio de Janeiro. O Tratado da Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global é um compromisso para promover uma educação ambiental de caráter transformador e como direito básico oferecido a todo cidadão. Desde então, diversos educadores ambientais utilizam este tratado como documento referência na defesa de um ensino que permita a sociedade caminhar para ações mais sustentáveis. No mesmo ano, a Organização das Nações Unidas (ONU) também reconheceu a importância da educação ambiental no evento Eco-92 (TOZONI-REIS, 2006).

A crise ambiental está diretamente ligada à questão socioeconômica. Estar ciente de sua existência é fundamental para que essa temática seja levada às escolas brasileiras. Entretanto Carvalho adverte que:

A crise socioambiental não pode ser vista com foco resolutivo na inserção de práticas ingênuas voltadas para boas intenções de respeito à natureza, posto que é um problema que exige a conexão entre várias áreas, envolve a disputa de territórios do conhecimento e do social, e é a forma de lidar, criticar, problematizar e atuar nessa situação que definirá nossa existência e permanência no mundo (ARRAIS; BIZARRIL, 2020, p.13).

Portanto, não basta propor atividades atitudinais. É preciso que se promova a consciência crítica do sujeito, o que a Educação Ambiental Conservadora não garante. É neste momento que a união entre a pedagogia freireana, como promotora do pensamento crítico, e as ciências sociais e naturais se entrelaçam para trazer uma proposta de educação ambiental crítica.

## 2.1 OBJETIVOS GERAIS

A partir do levantamento bibliométrico acerca do racismo ambiental, o presente trabalho teve como objetivo propor uma Sequência Didática para discutir o tema nas aulas de Química do Ensino Médio.

## 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

[1] Dissertar sobre o racismo ambiental nos contextos estadunidense e brasileiro;

[2] Propor uma Sequência Didática relacionando o conteúdo de classificação de misturas e tratamento de água com racismo ambiental nas aulas de Química do Ensino Médio.

### **3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

#### **3.1 A Pedagogia Engajada e o Pensamento Crítico**

De acordo com Freire (1987), é importante conhecer o público a quem se destina a proposta pedagógica, adaptando-a à realidade vivida pelo educando para que na devida oportunidade este possa usar seus conhecimentos. hooks (1994) classifica este modelo de ensino como acessível para que todos compreendam a mensagem do educador. Em concordância ao que Freire apresenta, a autora ressalta que, nesses moldes, a educação tem um poder libertador.

Na sala de aula, a relação dos que se fazem presentes com o assunto discutido pode ter significativa melhora no engajamento da turma a partir de um contexto construtivo (hooks, 1994). A escola, sendo um ambiente plural e multicultural, oportuniza o debate de temas mais inclusivos que visem “transgredir as fronteiras que fecham cada aluno numa abordagem do aprendizado como uma rotina de linha de produção” (hooks, 1994, p. 25). Neste trecho, a autora defende um ensino que integre as competências curriculares, de maneira que a sequência de conteúdos proporcione uma conexão lógica com o mundo real.

Freire (1987) apresenta uma crítica ao modelo amplamente utilizado nas escolas brasileiras que é a abordagem de modo que o docente apenas repassa a informação e o discente a memoriza, como uma espécie de depósito e por isso denominada de educação bancária. Outrossim, ele afirma que “na visão bancária da educação, o saber é uma doação dos que se julgam sábios aos que julgam nada saber” (FREIRE, 1987, p. 38).

Portanto, esta prática educativa resulta em uma população cada vez mais similar a máquinas e menos humana pelo nível de alienação, pois, com a formação de um sujeito acrítico, se tem uma população mais vulnerável à manipulação de uma corrente ideológica (TORRES, 2010). Já quando se promove uma educação libertadora, o estudante sai da posição de consumidor passivo, toma consciência e passa a demonstrar engajamento crítico do que lhe foi apresentado (FREIRE, 1970; hooks, 1994; TORRES, 2010).

É importante estar ciente de que propor uma educação transformadora é mais do que pensar em estratégias para melhorar a didática em sala de aula. É também pensar em como realizar movimentos de ruptura e um processo de desconstrução de preconceitos que criam muros e excluem minorias. Uma vez que estes são necessários para que se caminhe rumo a uma educação como prática libertadora, junto à pedagogia engajada (hooks, 1994; INSFRÁN; LADEIRA, 2019).

A pedagogia engajada, proposta por Freire (1970), apresenta um modelo de ensino “problematizador” no qual o discente tenha uma visão crítica da realidade, mas também autonomia para transformá-la. hooks (2010) salienta que o método de engajamento retoma o ato de pensar do estudante que, por anseio de encontrar respostas, desperta o interesse de estar mais próximo da plenitude da autorrealização.

Esse posicionamento é reforçado por Sagan (2006) sobre a enorme satisfação que se sente quando fazemos uma descoberta de algo que antes não era possível associar pela dificuldade de nos aproximarmos da ciência por parecer difícil demais. Traduz-se essa dificuldade como distante da realidade e abstrata demais para a compreensão de leigos. Nesse sentido, a pedagogia engajada, além de formar o pensamento crítico do estudante, também trabalha sua autoconfiança.

Em diálogo com Paulo Freire, a autora bell hooks (1994; 2010) menciona em seus ensaios que a pedagogia engajada torna todos - discentes e docentes - aprendizes. O professor sai da posição de detentor do conhecimento e assume o papel de gerador de questionamentos a partir de uma construção de pensamento em conjunto com o estudante. E este último que antes era um consumidor passivo se torna um participante mais ativo e passa a ter suas contribuições validadas. Nesse sentido, ambos se tornam aprendizes melhores que, em contribuição mútua, são capazes de “enxergar a inteligência como um recurso que pode fortalecer o bem comum” (hooks, 2010, p. 51).

Ao discutir sobre a importância de investir em uma educação descolonizadora Freire (1967), diz que deveria haver “uma ampla conscientização das massas<sup>1</sup> brasileiras,

---

<sup>1</sup> O termo “massa popular” é compreendido como o grande público que quando não emancipado socialmente, em sua imaturidade política e crítica social, pode ser manipulada por correntes ideológicas (FREIRE, 1967; ROSA; FILIPAK, 2019).

através de uma educação que as colocasse numa postura de auto-reflexão sobre seu tempo e seu espaço” (Idem, p. 36). O potencial que a educação exerce na construção de sujeitos sociais é essencial, quando esta é pensada como espaço concreto de ação-reflexão (TREIN, 2012).

Posto isto, a pedagogia engajada transcende os limites da educação tradicional, pois além do conteúdo de Química ser tema central, ele pode ser contextualizado de modo interdisciplinar com eixos sócio-históricos. E conseqüentemente, a proposta freireana dialoga com bell hooks, ao incentivar “estudantes a questionar os preconceitos e a ter pensamento crítico em relação à dominação do homem e à interseção entre raça e classe” (hooks, 2010, p.167).

Como Insfrán e Ladeira (2019) advertiram, é necessário reformular na práxis se quisermos avançar para uma educação libertadora, que nas palavras da autora citada anteriormente quer dizer: “agir e refletir sobre o mundo a fim de modificá-lo” (hooks, 1994, p. 26). Nesse sentido, o papel que o docente exerce ao conduzir o aluno para o universo do pensamento crítico se torna a chave para que a educação seja de fato transformadora e emancipatória (FREIRE, 1987; hooks, 2010; INSFRÁN; LADEIRA, 2019).

Trein (2012) traz à luz a reflexão de que

[...] contemporaneamente, a escola está marcada por uma cultura do desempenho, pela precariedade do trabalho docente e pela fragilização do compromisso ético-político que dá sentido à identidade profissional dos professores que exercem uma educação crítica (TREIN, 2012, p. 295).

Em resposta à afirmação de Trein (2012), Insfrán e Ladeira (2019) dizem que o problema está na naturalização do modelo de ensino tradicional. O rompimento com esta perspectiva realmente é árduo. Além de que, segundo hooks (2010), capacitar os estudantes a pensar criticamente é um processo que demanda tempo. E para haver transformação da realidade atual, a mudança de estratégia de ensino requer um esforço coletivo, pois apenas em conjunto, será possível caminhar rumo à emancipação social (hooks, 2010; INSFRÁN; LADEIRA, 2019).

### 3.2 Educação Ambiental Crítica

Após o período de guerras que aconteceram entre 1914 e 1945, o conhecimento científico-tecnológico, erguido pelas novas potências globais foi utilizado - de modo destrutivo - para obter poderes econômico e político a partir da exploração dos recursos naturais. Não obstante, a preocupação com a questão ambiental não era um tópico que exigia destaque por assumirem que a natureza era uma fonte inesgotável para exploração. Além disso, não se limitavam apenas ao uso dela como matéria prima - visando o desenvolvimento de projetos que gerassem retorno econômico a partir da produção industrial e do consumo -, mas também utilizando-a como objeto de pesquisa. Com a propagação dos ideais capitalistas nos âmbitos comerciais e industriais, impulsionados pelo desenvolvimento científico-tecnológico, a dominação humana e a exploração da matéria prima para mercantilização foram vistas como naturais (TREIN, 2012).

Na segunda metade do século XX, conferências mundiais e nacionais começaram a debater sobre a crise ambiental que estava afetando a sociedade em escala planetária (TREIN, 2012). O termo Educação Ambiental (EA) é usado pela primeira vez em 1965 na Conferência de Educação da Universidade de Keele, Grã-Bretanha (SILVA, 2014). Portanto, a Educação Ambiental pode ser definida como o exercício de construção de consciência e de atitudes (individual e coletiva), visando a preservação do meio ambiente como bem comum social, assegurando a qualidade de vida de todos e a sustentabilidade (BRASIL, 1999). Após quase uma década que a temática é abordada em eventos mundiais, surgem os primeiros programas de EA (SILVA, 2014).

Desde a promulgação da Constituição de 1988, a promoção da educação ambiental é recomendada em todos os níveis escolares. Todavia a temática não era tratada como disciplina mandatória no currículo. Um marco importante para a discussão da educação ambiental no Brasil foi a Eco 92, organizado pela Organização das Nações Unidas (ONU) e sediado no Rio de Janeiro. Com a criação de diversos fóruns educacionais, motivados por essa conferência, surge a necessidade de instituir uma política para disseminar os princípios básicos da EA nos ensinos formal e não formal (BRASIL, 1999; TREIN, 2012). Foi então que em 1999, a lei nº 9.795 instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA).

A designação do termo “crítico” enfatiza a EA como algo que, apesar de estar subentendido no vocábulo, é pouco explorado pelos educadores ambientais. Por isso, a Educação Ambiental Crítica surge como fusão de abordagens já existentes: Educação Ambiental e Teoria Crítica (LAYRARGUES, 2004).

A Teoria Crítica vem como uma análise das correntes de dominação capitalista do século XX mediante ao revés da sociedade burguesa, fundamentada pelo Instituto de Pesquisas Sociais, também conhecido como Escola de Frankfurt. Com a crise mundial de liberdade, havia também uma necessidade de refletir o rumo que a humanidade tomou, onde a irracionalidade e manipulação das massas eram predominantes (RIBEIRO, 2010). Nesse sentido, a Teoria Crítica é abraçada na perspectiva educacional por ser um fator de transformação social, alicerçada em princípios que abrangem o diálogo e a cidadania (LAYRARGUES, 2004).

Portanto, a partir de dois movimentos distintos - Teoria Crítica e Educação Ambiental - é possível refinar o conceito proveniente de um amadurecimento teórico de ambos os campos que se interseccionam, mas que também estabelece um limite identitário devido aos seus diferentes segmentos (LAYRARGUES, 2004).

A Educação Ambiental Crítica objetiva trabalhar a questão ambiental sem persuadir o receptor à ideia de que os problemas socioambientais serão resolvidos com a mudança de hábitos individuais, como: fechar a torneira ao escovar os dentes, reduzir a duração do banho para economizar água, dentre outras iniciativas. Isso é uma falácia, tendo em vista que o problema em si está em favorecer a produção de *commodities* do agronegócio e no elevado consumo de água por parte das grandes propriedades agrícolas. A educação ambiental crítica se torna um campo articulador no debate sobre desigualdade social e racismo ambiental a partir de uma perspectiva que venha descolonizar os saberes do indivíduo (PEREIRA; LOPES, 2021).

Sob a óptica de Leibniz, filósofo e matemático alemão, o conceito de indivíduo pode ser definido como sujeito moldado pelas “realidades individuais independentes umas das outras, fechadas em si” (SILVA, 2009, p. 21), ou seja, a sociedade é formada

por indivíduos que possuem suas singularidades. Nesse sentido, para se pensar na relação sociedade e indivíduo pela perspectiva da educação ambiental, a problematização dessa dinâmica a partir de sua concepção moderna e ocidental, associada ao liberalismo e marco histórico-filosófico, são fundamentais para tecer essa discussão. Pois, segundo Silva:

Sem a problematização da construção do indivíduo imerso na sociedade capitalista, ou seja, aquele alicerçado num contexto de busca pelo lucro e mercantilização; sem entendermos as relações entre este contexto formador da própria noção de indivíduo singular, não é possível pensar o papel deste em projetos de Educação Ambiental Crítica (SILVA, 2009, p. 24).

Ela também afirma que a individualidade plena é construída socialmente de modo a ser o fator que transgride a sociedade que se encontra ancorada no individualismo. A partir dessa percepção de “busca pela liberdade e superação do entendimento do indivíduo como meramente, ser produtivo” (Idem, p. 23) que nos faz questionar sobre os processos de dominação da natureza e exploração humana em uma sociedade que se curva ao materialismo por estar conformada com a produção capitalista (TREIN, 2012).

Em paralelo às discussões sobre pensamento crítico levantadas por hooks (2010) e Freire (1987), a Educação Ambiental Crítica difere da Conservadora por tentar descobrir respostas e utilizar o conhecimento de maneira que seja possível determinar o que é mais importante. Entretanto, como Trein (2012) ressalta, “não é suficiente que a crítica se faça apenas enquanto negação do existente, mas é importante que ele se faça também como anúncio de uma outra direção” (Idem, p. 300). Portanto, este movimento traz uma abordagem que pode promover o pensamento crítico, aliado ao científico, formando sujeitos sociais emancipados e caminhem para uma sociedade sustentável.

### 2.3 Interdisciplinaridade no Ensino de Química a partir de Temas Geradores

Silva, Fernandes e Campos (2014) apontam sobre a necessidade de reformulação das estratégias pedagógicas no Ensino de Química com o intuito de que essa reconstrução contribua positivamente no processo de aprendizagem, todavia

É preciso romper com algumas práticas tradicionais comuns nas salas de aula, tais como: a memorização dos conteúdos, a resolução de exercícios descontextualizados, a postura passiva dos alunos em relação à aprendizagem, a falta de articulação entre a teoria e a prática dos conteúdos (SILVA; FERNANDES; CAMPOS, 2014, p. 2).

Em crítica ao modelo engessado do ensino tradicional - no qual se impõe uma postura domesticadora baseada no método de repetição e memorização (PINHEIRO; COSTA, 2013) -, Freire (1987) anunciou como uma proposta de ensino à que denominou como temas geradores. A ideia é que se construa, na práxis curricular interdisciplinar, partindo do conhecimento de uma realidade vivida pelo sujeito. Nesse sentido, há um aprofundamento em temas que discutam questões do mundo real (TOZONI-REIS, 2006). Outrossim, essa proposta pode trazer um engajamento do discente na busca de respostas para a resolução de problemas, integrando diferentes áreas do conhecimento (TORRES, 2010).

Na tentativa de sistematizar uma proposta freireana para execução em programas escolares, Delizoicov (1991; 2008) organizou em cinco etapas (Quadro 1):

**Quadro 1.** Etapas para execução de temas geradores de Freire sistematizadas por Delizoicov.

<b>Etapas</b>	<b>Execução</b>
1ª - Levantamento preliminar	reconhecimento do ambiente em que vive o aluno, seu meio, seu contexto;
2ª - Análise das situações e escolha das codificações	escolha de situações que sintetizam as contradições vividas;
3ª - Diálogos descodificadores	a partir desses diálogos se obtêm os Temas Geradores
4ª - Redução temática	trabalho de equipe interdisciplinar, com o objetivo de elaborar o programa e identificar quais conhecimentos disciplinares são necessários para o entendimento dos temas;
5ª - Trabalho em sala de aula	desenvolvimento do programa em sala de aula.

**Fonte:** Torres (2010, p. 321).

A partir dessa visão, é possível elaborar uma proposta didática que una a questão ambiental, presente no cotidiano do estudante, à disciplina de Química. A reformulação deste eixo curricular permite a inclusão de temas transversais que favoreçam a emancipação do indivíduo. Essa questão tem sido cerne de discussão entre educadores e psicólogos (CHIARO; AQUINO, 2017), pois o pensamento crítico a partir da interdisciplinaridade, torna questões urgentes do campo ambiental como foco de aulas contextualizadas com o conteúdo de Química. Portanto, docentes podem elaborar planos de aula de maneira que encontrem temas similares a determinadas técnicas visando uma aprendizagem que fomente a criticidade (SOUSA; VASCONCELOS; SILVA, 2020).

A demarcação de fronteiras entre diferentes componentes curriculares apenas dificulta que o educando seja capaz de criar essas conexões com sua realidade e compreenda que elas conversam entre si (BRASIL, 2019). Pode-se dizer que o Ensino de Química a partir de temas geradores é necessário

[...] para que todo aluno possa dominar fatos científicos e saber integrar leituras, observações e experimentações entre o que aprende fora com o que aprende na escola, entre os desafios que os problemas diários propõem e as soluções experimentadas em sala de aula (SELBACH *et al.*, 2010, p. 35 apud SILVÉRIO, 2018, p.3).

Portanto, para desmistificar a Química como algo incompreensível,

[...] cabe o professor abandonar aulas de exposição de narrativas visando à memorização de conceitos e, em seu lugar, desenvolvendo situações de aprendizagens que promovam o questionamento, estimulem o debate, proponham investigações sem jamais perder o foco central de perceber a ciência como uma construção histórica, uma atitude interdisciplinar e um saber efetivamente prático (SELBACH *et al.*, 2010, p. 35 apud SILVÉRIO, 2018, p. 6).

Nesse sentido, Educação Ambiental Crítica tem um papel fundamental na formação do sujeito preparado para ser um cidadão crítico, que buscará melhorias para sociedade, pautando-se na resolução de problemas sociais a partir do seu conhecimento científico.

## 2.4 Os Direitos Humanos nas aulas de Química

O debate racial em sala de aula é uma temática fundamental para a formação do sujeito como cidadão que respeita as diferenças do outro. hooks (2010) afirma que para pensarmos em meios de promoção da educação como prática de liberdade, é necessário que tanto os docentes quanto os discentes compreendam o que é diversidade em relação à nacionalidade, raça, sexo, classe social e sexualidade. Portanto, é necessário pensar em planejamentos de aula que abordem questões raciais e sociais no Ensino de Química também.

Para desenvolvermos os pressupostos, conceitos básicos precisam ser anunciados. Portanto, é necessário definir o que é racismo. De acordo com o dicionário *Oxford Languages*, o racismo é o

preconceito, discriminação ou antagonismo por parte de um indivíduo, comunidade ou instituição contra uma pessoa ou pessoas pelo fato de pertencer

a um determinado grupo racial ou étnico, tipicamente marginalizado ou uma minoria (OXFORD LANGUAGES, s.n.).

No entanto, a Constituição da República Federativa do Brasil (1988) assegura em seu artigo 5º que “todos são iguais perante a lei, sem distinção de qualquer natureza, garantindo-se aos brasileiros e aos estrangeiros residentes no País a inviolabilidade do direito à vida, à liberdade, à igualdade, à segurança e à propriedade” (BRASIL, 1988, p. 13).

Apesar da Constituição dizer que não se deve fazer qualquer distinção por raça, a realidade prova ser outra. Mesmo que 56,1% da população brasileira seja negra (IBGE, 2021), este grupo sofre constantes ataques racistas nas suas mais diferentes versões (institucional, recreativo, estrutural, dentre outras). A concepção de democracia racial<sup>2</sup> não se sustenta na realidade brasileira, pois como se explicariam os casos de violência policial, a baixa empregabilidade de profissionais negros qualificados, a atenção relegada a crianças negras no ambiente escolar, dentre outras diversas situações (PASSOS, 2005; GERBELLI, 2020; GHIROTTI, 2020)? Constata-se que existe um padrão de grupo a sofrer discriminação racial. E a raiz desse problema está fundamentada no colonialismo.

Nesse sentido, a construção de propostas para Ensino de Química e de Ciências, integrado aos Direitos Humanos, é relevante para que o sujeito seja consciente da estrutura social em que ele está inserido, dialogue sobre tal problema e combata qualquer tipo de preconceito. hooks (2010) menciona sobre o quanto assuntos relacionados à diversidade e antirracismo são silenciados em sala de aula culminando na desinformação de um direito básico que todo ser humano merece saber. Oliveira e Queiroz (2015) complementam as palavras de hooks, pontuando que

Construir uma aula de ciências que vá ao encontro dos Direitos Humanos é uma batalha contra um modelo de escola que, por possuir grande dificuldade de diálogo com as diferenças, encontrou como solução o silêncio. Seria uma luta contra os discursos do “Somos responsáveis apenas pelo conteúdo de Ciências”, do “não tenho tempo para isso”, do “não fui formado para isso” e do “isso é responsabilidade dos professores de filosofia e sociologia”. Esses fatores fazem o ato de educar para a valorização das diferenças e para a luta contra as violações de direitos humanos ser um intenso e árduo “nadar contra a corrente” (OLIVEIRA; QUEIROZ, 2015, p.109).

---

<sup>2</sup>A noção de democracia racial concebida por Gilberto Freyre, precursor da discussão, pode ser entendida como a negação da existência do racismo no Brasil (SOUZA, 2000).

Portanto, o debate sobre a discriminação racial, aliado ao ensino de química, é uma forma de investir em uma educação antirracista que fomente formação do pensamento crítico do discente. Segundo Araújo (2021, p. 28), essa luta “contribui para enfraquecer e deixar de propagar os efeitos causados pela desigualdade consolidada dentro das escolas”. Não obstante, a autora diz que combater o racismo a partir da Educação Ambiental é uma proposta ainda pouco abordada. Nesse sentido, é necessário contribuir para o fortalecimento desta temática visando a promoção de uma educação antirracista.

#### 3.4.1 Racismo ambiental: a gênese

De acordo com Trein (2012), o modo predatório de exploração de fontes de energias não renováveis e de recursos naturais utilizados pelo modelo capitalista-industrial, para a produção de bens de consumo, atingiu os limites materiais e sociais. E quando esses limites são alcançados, é necessário denunciar por meio de análises científicas que provem como isso tem afetado não só a natureza como também a sociedade. Foi a partir de um pensamento semelhante ao desta autora, que começou a se levantar a discussão sobre “justiça ambiental”. Conceitua-se como justiça ambiental princípios que garantem que nenhum grupo, independente da raça ou classe, seja impactado pelos danos ambientais causados por interesses econômicos que partem de decisões políticas (HERCULANO, 2008).

Após repercutir a notícia sobre a contaminação química de um bairro em Nova York, houve uma iniciativa, por parte da população e de alguns estudiosos dos Estados Unidos da América (EUA), para contestar a situação. Em 1980, a Comissão de Justiça Racial dos EUA começou a investigar o caso de áreas ocupadas por minorias (afro-americanos, hispano-americanos, indígenas dentre outros) serem escolhidas para alocar aterros sanitários (CHAVIS, 1987).

A região escolhida para o descarte de resíduos com elevada toxicidade à saúde da população local, evidenciava o menosprezo do governo estadunidense pela vida de indivíduos pertencentes a grupos minoritários. Posteriormente, foi observado o mesmo caso para o condado de Warren, na Carolina do Norte. Então, a comissão juntamente

com a maioria dos moradores negros e pobres daquela região se opuseram a instalação de um aterro sanitário de bifenilpoliclorado (PCB), composto químico altamente carcinogênico (SILVA *et al.*, 2007), no local. A oposição realizou um protesto pacífico como denúncia ao descaso com a população negra e pobre da região. Conseqüentemente, isso culminou na prisão de aproximadamente quinhentas (500) pessoas. A partir deste primeiro protesto organizado por afro-estadunidenses, o movimento passou a chamar os casos de racismo ambiental (CHAVIS, 1987; HERCULANO, 2008).

Os protestos surtiram efeito, pois o Escritório de Contabilidade Geral Americano - *Government Accountability Office* (GAO) iniciou um estudo em quatro (4) bairros onde possuíam aterros sanitários ocupados por pessoas de minorias étnico-raciais e de desfavorecida condição socioeconômica. Constataram que dos bairros investigados, três (3) eram ocupados majoritariamente por afro-americanos (CHAVIS, 1987).

Em 1987, a *United Church of Christ Commission for Racial Justice*, na época liderada pelo químico e reverendo Benjamin Franklin Chavis Junior, gerou o primeiro relatório nacional que relacionava a questão racial e a deposição de lixo tóxico. Além desse estudo, diversos militantes afro-estadunidenses fundaram coalizões para combater o racismo ambiental; no ambiente acadêmico, programas de pós-graduação iniciaram estudos focados em Sociologia Ambiental e desde então é possível encontrar na literatura obras que discutam o tema (CHAVIS, 1987; HERCULANO, 2008).

#### 3.4.2 O racismo ambiental no contexto brasileiro

Embora o Brasil seja um país onde as desigualdades são evidentes, a justiça ambiental, como tema de discussão, ainda é bastante recente. Dito isto, a definição deste termo não está muito clara na Constituição de 1988. Além disso, os casos de contaminação por resíduos químicos não têm ampla divulgação (HERCULANO, 2008) e isso atrapalha no progresso dos estudos acerca deste conceito no contexto brasileiro. Entretanto, a partir de uma simples análise de comparação, percebe-se que casos semelhantes aos dos EUA ocorrem com minorias brasileiras. Apesar do Brasil não ter adotado políticas de segregação racial como os estadunidenses, a herança escravagista

é percebida em determinados aspectos culturais de modo que a desigualdade seja vista como “natural” (HERCULANO; PACHECO, 2008).

A denúncia feita pela escritora Carolina Maria de Jesus em sua obra *Quarto de Despejo* descreve com detalhes o que o racismo ambiental escancara em relação às desigualdades:

Quando estou na cidade tenho a impressão que estou na sala de visita com seus lustres de cristais, seus tapetes de *viludos*, almofadas de *sitim*. E quando estou na favela tenho a impressão que sou objeto fora de uso, digno de estar num quarto de despejo (JESUS, 2020, p. 40).

A autora com suas simples palavras e observação do mundo a sua volta, foi capaz de explicitar a diferença de tratamento quando se vive em áreas marginalizadas. Relatos como o de Carolina mostram que a lei está apenas no papel. Apesar de diversos movimentos lutarem em prol de um país mais justo, parte da população ainda não sabe como exercer sua cidadania e não possui consciência de seus direitos (HERCULANO, 2008). Consequentemente, a injustiça também refletirá na questão ambiental. Segundo Herculano:

O desprezo pelo espaço comum e pelo meio ambiente se confunde com o desprezo pelas pessoas e comunidades. Os vazamentos e acidentes na indústria petrolífera e química, a morte de rios, lagos e baías, as doenças e mortes causadas pelo uso de agrotóxicos e outros poluentes, a expulsão das comunidades tradicionais pela destruição dos seus locais de vida e trabalho, tudo isso, e muito mais, configura uma situação constante de injustiça socioambiental no Brasil, que vai além da problemática de localização de depósitos de rejeitos químicos e de incineradores da experiência norte-americana (HERCULANO, 2008, p. 5).

Por isso, pesquisadores brasileiros (PORTO; PACHECO; LEROY, 2013; WANDERLEY, 2015) têm reunido dados para denunciar os limites do capitalismo no país. Nesse sentido, um estudo sobre os conflitos socioambientais é realizado por um grupo de pesquisadores nacionais, sob a coordenação de Marcelo Firpo, Tania Pacheco e Diogo Rocha (Neepep/ENSP/Fiocruz). No levantamento de dados, contabilizaram que, atualmente, há 623 conflitos em territórios brasileiros. As regiões ocupadas por quilombolas e indígenas totalizam mais de 200. Outrossim, no banco de dados<sup>3</sup> criado pelo grupo, soma-se aproximadamente 100 conflitos causados por indústrias químicas,

---

<sup>3</sup> Banco de dados do Mapa de Conflitos e Injustiça Ambiental disponível no endereço <https://mapadeconflitos.ensp.fiocruz.br>

petroquímicas, agroindústrias e contaminação por agrotóxicos. Esta análise evidencia o racismo ambiental no país (FIOCRUZ, 2022).

Em uma entrevista ao MultiRio (FERNANDES, 2021), a pesquisadora Tania Pacheco afirma que é comumente criticado o motivo de se usar o termo racismo ambiental para definir políticas que afetam populações mais vulneráveis socialmente. A crítica se dá pelo fato de antes de surgir essa classificação, já existia uma denominada justiça ambiental. Entretanto, Pacheco e Faustino (2013) apontam que a inclusão do conceito de racismo no debate de questões socioambientais é importante. Segundo estes autores, isso significa estar consciente que o modelo de desenvolvimento deste país fomentou os atuais conflitos e injustiças, ecoando traços de um Brasil colônia nos dias de hoje. Portanto, como Pacheco (FERNANDES, 2021) advertiu, é necessário fazer esse recorte racial, pois a injustiça ambiental neste país tem cor.

Pacheco (FERNANDES, 2021) também comenta sobre um caso que ocorreu no Espírito Santo durante a ditadura militar com a empresa Aracruz Celulose. Esta companhia tinha interesse de plantar eucalipto em uma área dividida entre três comunidades distintas: uma italiana, uma indígena e outra quilombola. O que futuramente seria chamado de “deserto verde” pela Aracruz Celulose precisaria primeiramente resolver uma problemática situação. A empresa tinha consciência de que poderiam ter complicações com a comunidade italiana, que possuía advogados e imprensa para defendê-los; as áreas ocupadas por indígenas e os quilombolas não eram homologadas e reconhecidas pela justiça. Logo, previram que seria melhor tomar posse da terra de grupos sub-representados.

Um outro caso que merece ser destacado está relacionado às indústrias de mineração. Minas Gerais, sendo polo de exploração das grandes mineradoras, áreas ocupadas por negros e pobres são comumente afetadas pelas tragédias ambientais. Dois dos casos mais recentes foram: (1) rompimento da barragem de Fundão, da mineradora Samarco, que afetou a cidade de Mariana, mais especificamente o distrito de Bento Rodrigues. De acordo com a Fiocruz (2022), cerca de 80% da população local é constituída por negros; (2) rompimento da barragem da Mina do Córrego do Feijão, da mineradora Vale S. A., que afetou a cidade de Brumadinho. Segundo os dados de

Milanez *et al.* (2019), entre 58% e 71% de não brancos residem nas regiões mais afetadas pelo rejeito desta indústria.

Em uma transmissão ao vivo<sup>4</sup> disponibilizada na plataforma de vídeo *YouTube* entre moradores e assessores técnicos das comunidades atingidas, foi relatado que empresas retiraram a lama tóxica do centro das cidades afetadas e depositaram em áreas marginalizadas, como morros e comunidades carentes. Essas áreas são majoritariamente ocupadas por moradores pobres e negros. É como a escritora Carolina de Jesus (2020) já anunciava na década de 1960 que “a prefeitura é a sala de jantar e a cidade é o jardim. E a favela é o quintal onde jogam os lixos” (JESUS, 2020, p. 36). Pereira e Lopes (2021) explanam que

O crescimento econômico não só gera impactos ao meio ambiente, como também destaca o deslocamento geográfico das fontes de recursos e do descarte dos resíduos para locais onde vivem comunidades tradicionais e/ou periferias habitadas por pessoas pobres (PEREIRA; LOPES, 2021, p.118).

O que denuncia a desvalorização de vidas negras e indígenas nestas áreas mediante ao colonialismo que se perpetuou na sociedade brasileira (PEREIRA; LOPES, 2021). De acordo com o artigo 225 da Constituição (1988), todo cidadão brasileiro merece viver em um ambiente ecologicamente equilibrado que ofereça uma qualidade de vida e saúde de maneira universal. Todavia, os fatos apresentados evidenciam o privilégio de determinados grupos sobre outros na sociedade brasileira. Pereira e Lopes (2021) ressaltam a importância de discutir conflitos socioambientais e como isso prejudica comunidades tradicionais, a partir da perspectiva do racismo ambiental. Nesse sentido, a Educação Ambiental Crítica entra para debater esse tema, seja dentro ou fora da sala de aula.

## 2.5 Ações antropogênicas que afetam a qualidade da água

A água é uma substância essencial para a manutenção da vida. Embora vivamos em um planeta que possua cerca de 70% de água em sua superfície, 0,7% de seu volume é destinado ao uso humano. E dessa pequena parcela acessível, apenas parte dela está em condições ideais para consumo (HARRIS, 1948; MÓL; BARBOSA; SILVA, 1995).

---

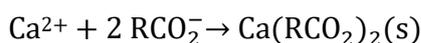
<sup>4</sup> Esta conversa faz parte do vídeo intitulado “Racismo e o rompimento da barragem da Vale em Brumadinho – O que tem a ver? Vamos falar sobre isso?” disponível no canal do Instituto Guaicuy no *YouTube*.

Para ser considerada segura para o consumo humano, há alguns procedimentos de análise para verificar sua potabilidade e confirmar se a água é própria ou imprópria. No presente trabalho, abordará dois tipos de análises de controle de qualidade da água como principal foco: a dureza e a turbidez. A escolha dessas duas análises está associada a fácil reprodutibilidade do experimento em sala de aula com recursos acessíveis e de baixo custo.

A dureza da água é definida como a concentração total de íons do Grupo 2 (alcalinos terrosos) da Tabela Periódica. Os principais cátions encontrados na água para o cálculo da dureza são o cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e o magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ). No geral, estes possuem ânions carbonatos, bicarbonatos, cloretos ou sulfatos. Analiticamente, é possível classificar o teor desses cátions na água como “mole” (abaixo de 75 mg/L) ou “dura” (acima de 150 mg/L) (HARRIS, 1948; MÓL; BARBOSA; SILVA, 1995).

O sabão é um agente tensoativo que permite a diminuição da tensão superficial da água para uma melhor ação de limpeza de objetos e superfícies. Na presença da água dura, este agente tem preferência a consumir os íons  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , o que diminui a eficácia de sua ação. Consequentemente, ocorre a formação de produtos pouco solúveis no meio, como demonstrado na Equação 1.

**Equação 1.** Sabão reagindo com cátions da água dura para formar precipitado, onde R é o radical que representa a cadeia longa apolar do sabão.



Nesse sentido, quando a água passa para o estado gasoso, os precipitados permanecem no recipiente. Nas indústrias, isso é um grande problema, pois esses depósitos sólidos formam incrustações que obstruem tubulações e podem causar prejuízos (HARRIS, 1948; MÓL; BARBOSA; SILVA, 1995). Outrossim, água de alta dureza reduz a formação de espuma o que acarreta o maior consumo de sabões e xampus (DIGITAL WATER, 2022).

A origem da dureza da água pode ter uma causa natural - como é o caso da presença de íons  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  provenientes da dissolução de rochas calcárias - ou influência das ações antropogênicas, como o despejo de resíduos industriais (MÓL; BARBOSA; SILVA, 1995; DIGITAL WATER, 2022).

Além de metais divalentes que causam dureza, há outros metais que a partir de ações humanas, podem aumentar o nível de toxicidade da água. Qualquer metal de elevada toxicidade, não importa sua massa atômica ou densidade, causam riscos ao ecossistema. Portanto, pode ser um metal de transição, metalóide, lantanídeo ou mesmo actinídeo. Os metais tóxicos<sup>5</sup> são uma das causas de contaminação de solos, lagos e rios que são impactados pela lixiviação de íons metálicos devido à chuva ácida, corroborando no aumento da poluição ambiental. Além disso, a exposição a altas concentrações desses metais gera diversos riscos à saúde (SINGH *et al.*, 2011). Dos principais metais utilizados pelas indústrias e seus efeitos à saúde são encontrados no Figura 1.

**Figura 1.** Tipos de metais potencialmente tóxicos, suas principais fontes e efeitos à saúde humana.

<b>Poluentes</b>	<b>Principais Fontes</b>	<b>Principais Efeitos na saúde humana</b>
<b>Arsênio</b>	Pesticidas, fungicidas e metais fundidos.	Bronquite, dermatite e envenenamento.
<b>Cádmio</b>	Fertilizantes, rias galvanizadas e baterias.	Disfunção renal, Doença pulmonar, doença nos ossos e câncer.
<b>Chumbo</b>	Mineração, pesticidas, tintas, emissão de automóveis e queima de carvão.	Retardo mental em crianças, paralisia congênita, danos ao fígado, rins, gastrointestinal, atraso no desenvolvimento e encefalopatia infantil.
<b>Manganês</b>	Aditivo para combustível e produção de ferromanganes.	Quando inalado, quase danos ao sistema nervoso central.
<b>Mercúrio</b>	Pesticidas, baterias e indústria de papel.	Tremores, gengivite e pequenas mudanças psicológicas.
<b>Zinco</b>	Refinarias, Fabricação de latão e chapeamento de metal.	Vapores de zinco têm efeito corrosivo na pele.
<b>Cromo</b>	Indústria química, mineração e produção de pesticidas.	Dano ao sistema nervoso, dano ao fígado e rins e fadiga.

**Fonte:** Lino; Sá; Silva (2019).

Todo organismo vivo necessita de uma determinada quantidade de alguns metais potencialmente tóxicos. Entretanto, quando consumidos altas doses, eles podem se

<sup>5</sup> Metais tóxicos eram antigamente denominados “metais pesados”. Este termo se tornou obsoleto tendo em vista que atualmente não se leva em consideração a densidade na classificação do nível de toxicidade desses metais. Alguns autores começaram a argumentar sobre a inconsistência do termo, até que em 2002 a União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) passou a adotar o termo metal tóxico como oficial (IUPAC, 2002).

tornar extremamente perigosos como é o caso do Ferro, Cobalto, Manganês, Molibdênio e Zinco. Há também os metais que não trazem qualquer benefício à vida e os tóxicos, como o Mercúrio, Plutônio e Chumbo, que podem desencadear doenças severas.

Retomando a potabilidade da água, um outro método de avaliar é a ocorrência de turbidez, que se dá pela presença de material particulado de caráter orgânico ou inorgânico, que pode estar em suspensão ou estado coloidal e não se dissolve no meio aquoso (SILVA *et al.*, 2015; HAETINGER, 2017). Um equipamento muito utilizado para medir o nível de turbidez é o turbidímetro. A partir de um feixe que reflete sua luz sob o material suspenso, o turbidímetro é capaz de medir valores em Unidade de Turbidez Nefelométrica por um detector de luz que possui um desvio de 90° em relação a este feixe (MARTINS, 2012). Ou seja, esse método de análise define a quão límpida está a amostra de água, e se ela é própria ou não para o consumo.

De acordo com Haetinger (2017), os vírus e bactérias podem se depositar nessas partículas em estado coloidal e que de alguma forma as preservam contra a ação de um agente desinfetante. Nesse sentido, a limpidez da água no estado líquido é de suma importância para evitar desencadear problemas de saúde.

#### **4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

Segundo Zabala (1998), a sequência didática pode ser definida como um conjunto de atividades que segue uma sequência de raciocínios bem estruturados e articulados para um determinado objetivo de cunho educacional, apresentando um início e fim conhecidos tanto pelo docente quanto pelos discentes. O autor analisa algumas unidades de sequência didática e de que forma o uso destas cooperam para o processo de aprendizagem. Dentro destas unidades, ele apresenta três categorias que fundamentam os conteúdos que podem ser: conceituais, procedimentais ou atitudinais.

A unidade que é fundamentalmente conceitual é quando o professor se preocupa mais que os alunos saibam determinados conceitos sendo capazes de interpretar fenômenos ou situações que se associam ao conhecimento previamente apresentado. Já a unidade que é fundamentalmente procedimental é aquela em que um conjunto de ações que seguem uma ordem para atingir um objetivo final. E há unidades que são fundamentalmente atitudinais, que estão relacionadas a valores, normas e atitudes.

Ao elaborar uma sequência didática, é essencial definir o papel das atividades propostas para justificar a necessidade de implementação dela. Portanto, a escolha da categoria que melhor se encaixe no propósito da mesma deve ser questionada para que se alcance o objetivo da proposta (ZABALA, 1998).

Segundo Libâneo (2006), os métodos de avaliação em cada unidade didática permitem um diagnóstico em qual nível de qualidade estão as aulas e se tem alcançado o objetivo. A cada início de uma unidade didática, é importante que o professor realize uma sondagem do conhecimento prévio dos alunos sobre o tema. Em caso de conteúdo previamente visto, uma breve revisão, estudo dirigido ou discussão em grupo facilita o progresso da aula sem que haja estranhamento por parte dos alunos. À medida que ocorre o avanço no conteúdo, diagnosticar o rendimento da turma. Sendo assim, um trabalho oral em grupo é uma alternativa viável pensando no desenvolvimento de habilidades como trabalho em equipe e comunicação.

De acordo com Behrend, Cousin e Galiazzi (2018), a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) não abre tanto espaço para a abordagem da Educação Ambiental. É

notório que quando ela aborda a questão ambiental por um viés mais conversador e naturalista. A reforma do currículo neoliberal, inibe uma educação baseada na pedagogia freireana que promove o pensamento crítico e a transformação do indivíduo.

Em compromisso com as sugestões da BNCC (2017), a elaboração da presente metodologia baseou-se na competência 1, habilidade EM13CNT104, que recomenda

Avaliar potenciais prejuízos de diferentes materiais e produtos à saúde e ao ambiente, considerando sua composição, toxicidade e reatividade, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para o uso adequado desses materiais e produtos. (BRASIL, 2017, p. 541).

Entretanto, a presente proposta didática não se limita apenas ao que sugere a mesma, pois o intuito é que se promova uma educação problematizadora por meio de temas geradores como racismo ambiental e água.

Apesar dos conteúdos escolares relacionados ao meio ambiente serem fundamentalmente atitudinais (SABINO; DAMASCENO, 2018), esta metodologia tende a utilizar um pouco das três classificações de unidade explicadas por Zabala (1998). Todavia a que mais se destaca é a procedimental.

Em uma sequência de 5 aulas elaboradas para uma turma de 1º ano do Ensino Médio, o professor abordará sobre problemas socioambientais permeando conhecimentos científicos para explicitar: (1) os conteúdos de Química sobre classificação de misturas; (2) separação de misturas a partir das etapas de tratamento da água. Ao fim de cada unidade, o docente realizará um diagnóstico com perguntas que ele deverá responder para saber se tem atingido o objetivo. Assim como recomendado por Libâneo (2006), avaliações em grupo serão uma das estratégias utilizadas nessa proposta para verificação de progresso no processo de ensino-aprendizagem.

Para que se possa ter êxito na reprodução das 5 aulas propostas nesta sequência didática, recomenda-se que esta prática educativa seja aplicada em datas com o objetivo de trazer reflexão acerca do meio ambiente ou da questão étnico-racial, como mês da água ou do meio ambiente.

Também ciente de que há escolas que não possuem recursos mínimos necessários para viabilizar a reprodução da Sequência Didática proposta, a presente

proposta buscou apresentar alternativas para essas situações. Deste modo, é possível que a discussão sobre racismo ambiental seja levantada independentemente da realidade em que o aluno esteja inserido e dos recursos disponibilizados pela escola.

#### 4.1 PRIMEIRA AULA: O que é racismo ambiental?

##### 4.1.1 Tempo de duração

- 50 minutos

##### 4.1.2 Objetivo específico

- Discutir e conceituar racismo ambiental a partir da análise de um vídeo que aborda a temática

##### 4.1.3 Recursos materiais necessários

- Computador portátil com acesso à internet para a reprodução do vídeo intitulado “você sabe o que é RACISMO AMBIENTAL? - Canal Preto”, disponível no endereço <<https://www.youtube.com/watch?v=hTRuVRXLwz0>>.
- Caixa de som;
- Retroprojetor;
- Quadro e giz ou caneta de quadro.

##### 4.1.4 Estratégias de ensino

Esta aula se iniciará com uma breve discussão do que os alunos entendem como racismo e o que supõem ser racismo ambiental. Logo em seguida, será introduzido o vídeo intitulado “Você sabe o que é RACISMO AMBIENTAL? - Canal Preto” para verificarem se o que pensaram inicialmente estava correto. Será solicitado aos alunos que anotem as palavras e cenas que durante o vídeo remetem à Química. O vídeo apresenta entrevistas, relatos sobre (in)justiça climática e sua relação com o racismo ambiental. Nesse sentido, os entrevistados conceituam e trazem a origem do termo, além de dizerem onde e de que maneira ele é evidenciado. Para a reprodução do vídeo, será necessário utilizar a sala de vídeo da escola ou equipamentos audiovisuais em sala de aula.

Após o término do vídeo apresentado alguns questionamentos seriam feitos aos alunos, como:

- Vocês gostariam de refazer a definição de vocês sobre racismo ambiental?
- Saberiam citar um exemplo de como o racismo ambiental afetou/afeta a sua vida?
- Vocês notaram em algum momento atividades que poderiam associar a química com racismo ambiental? Poderiam citar?

Além da participação durante as discussões, será solicitado aos alunos, como *Tarefa 1*, a formação de grupos de até 7 pessoas para realização de uma pesquisa de campo virtual acessando o banco de dados do site Mapa de Conflitos, uma realização da Fiocruz. A partir disso, escolherão 1 área de conflito do mapa que tenha sido impactada por contaminação química e/ou industrial. O grupo deverá utilizar o filtro para encontrar apenas casos relacionados à química, utilizando palavras-chaves como contaminação, indústria química, petroquímica, agroindústria, agrotóxicos, danos à saúde e população. Após os alunos informarem ao professor a área escolhida, realizarão um estudo sobre o caso. A apresentação ocorrerá na segunda aula.

Em caso da falta de recursos para realizar a Tarefa 1 como proposto, recomenda-se ao professor escolher determinada quantidade de regiões mencionadas no mapa de conflitos da Fiocruz e imprimir os relatórios do banco. Em seguida, levá-los para que cada grupo decida qual região deseja estudar para apresentar na próxima aula.

#### **4.1.5 Avaliação**

Após o término desta aula, o professor deve se questionar o seguinte:

- Os alunos se engajaram com o tema?
- Foi percebido diferença nas respostas para a definição de racismo ambiental antes e depois da reprodução do vídeo?
- Eles conseguiram identificar as palavras que se relacionam com a química mencionadas durante o vídeo?

### **4.2 SEGUNDA AULA: Como o racismo ambiental afeta o seu bairro?**

#### **4.2.1 Tempo de duração**

- 2 tempos de 50 minutos

#### 4.2.2 **Objetivo específico**

- Visualizar a problemática por meio de registros sobre a área de conflito escolhida pelo grupo.

#### 4.2.3 **Recursos materiais necessários**

- Canetas hidrográficas;
- Cartolinas;
- Cola;
- Figuras impressas de áreas de conflito socioambiental;
- Tesoura.

#### 4.2.4 **Estratégias de ensino**

Esta aula será iniciada com a apresentação da *Tarefa 1* dos grupos. Durante a apresentação, os alunos devem dizer qual é a área de conflito escolhida, apresentar um resumo sobre o local e especificar qual é a problemática da região pesquisada por eles.

A apresentação do grupo deve ter duração de aproximadamente 10 minutos, utilizando um cartaz que exponha por meio de imagens (se possível) para a turma a área de conflito escolhida e o motivo de classificarem a situação como racismo ambiental. O cartaz deve ser confeccionado antes da aula.

Após o término de todas as apresentações será feito um momento de reflexão do que foi apresentado com os seguintes questionamentos:

- Vocês identificam algum desses problemas no bairro onde moram?
- Quais outros impactos ambientais podem ser observados no seu bairro?
- A partir da análise feita com as questões anteriores, vocês também classificam o bairro de vocês como uma área de conflito socioambiental?

Será solicitado que cada aluno liste em uma folha de papel casos observados no bairro deles, identificando-a com o nome deles. Ao final da aula, serão recolhidas as cartolinas e entregues ao professor para serem utilizadas em uma exposição na escola

sobre racismo ambiental. A lista criada por cada aluno também será recolhida para retomar a discussão na Aula 5.

Caso não seja possível que turma elabore um cartaz com imagens impressas por falta de recursos, solicite que cada grupo faça um desenho na cartolina a partir do que entenderam e o que é descrito sobre a região de conflito.

#### **4.2.5 Avaliação**

Após o término desta aula, o professor deve se questionar o seguinte:

- Os alunos compreenderam a dimensão da temática de racismo ambiental e os impactos na sociedade?
- Foi possível ver o engajamento na discussão e nas respostas para o que lhes foi questionado?
- Eles foram capazes de identificar situações que se enquadram no caso de racismo ambiental onde vivem?

### **4.3 TERCEIRA AULA: Onde a Química entra nessa história? - Parte 1**

#### **4.3.1 Tempo de duração**

2 tempos de 50 minutos

#### **4.3.2 Objetivo específico**

Elucidar uma relação entre o conteúdo “classificação de misturas” e meio ambiente discutindo a classificação de misturas a partir da análise de água em diferentes sistemas. Procedimento experimental encontra-se no ANEXO I.

#### **4.3.3 Recursos materiais necessários<sup>6</sup>**

- Água do bebedouro da escola;
- Argila dispersa em água;
- Água deionizada;
- Bastão de vidro ou colher;

---

<sup>6</sup> A maioria destes materiais podem ser encontrado em lojas de matéria-prima para produção de cosméticos artesanais.

- Caneta esferográfica;
- Copos medidores transparentes de vidro ou béquer;
- Detergente ou sabão;
- Etiquetas;
- Laser;
- Sais de Epsom (sulfato de magnésio) dissolvidos em água;
- Tubos de ensaio.

#### 4.3.4 Estratégias de ensino

Será feita uma breve revisão dos conceitos de misturas antes do experimento, relembrando a diferença entre misturas homogêneas e heterogêneas. Durante a revisão, serão apresentadas imagens que evidenciam situações que causam impacto ambiental - e outras não - para classificarem o tipo de mistura. Além disso, será feita uma simulação de modo que cada aluno represente um fiscal ambiental do governo, informando se tais imagens causam impactos ou não ao meio ambiente e à saúde da população.

Em seguida, serão introduzidos métodos analíticos qualitativos simples para verificação de potabilidade da água<sup>7</sup>, sendo estes: turbidez e dureza. Posteriormente, a turma será dividida em dois grandes grupos, de modo que cada grupo ficará responsável por analisar 4 amostras. Será feita uma reprodução do experimento com 2 amostras de água não identificadas para demonstrar o que se espera observar das amostras entregues a cada grupo. Posteriormente, o grupo deverá explicar como eles classificariam a amostra de água a partir das análises de qualidade realizadas por eles. Deverão reproduzir na frente da turma, explicitando o motivo da amostra apresentar determinado fenômeno. Os grupos serão divididos da seguinte maneira:

**Grupo 1 (G1):** Análise de turbidez

**Grupo 2 (G2):** Análise de dureza

---

<sup>7</sup> Proposta didática adaptada dos autores Silva *et. al* (2015).

Utilizarão 4 recipientes transparentes, previamente identificados, que serão diferenciados pelo conteúdo das amostras, sendo:

**Recipiente 1** - Sais de Epsom ( $MgSO_4$ ) dissolvidos em água;

**Recipiente 2** - Água do bebedouro da escola;

**Recipiente 3** - Argila dispersa em água;

**Recipiente 4** - Água deionizada.

Para o G1, além das amostras, será entregue um laser para incidir sobre cada recipiente transparente um feixe de luz para verificar a trajetória do mesmo sobre o sistema de forma horizontal. A partir disso, os alunos deverão observar se ocorre um trajeto retilíneo da luz ou não e justificar sua resposta.

Para o G2, além das amostras, será entregue quantidade suficiente de sabão líquido ou detergente para que seja verificado se ocorreu formação de espuma em cada amostra após agitar com bastão de vidro, se utilizou muito ou pouca concentração de sabão e justificar a resposta a partir dos conhecimentos prévios.

#### 4.3.5 Avaliação

Após o término desta atividade, o professor deve avaliar qualitativamente a turma com as seguintes perguntas:

- Os alunos compreenderam o que é dureza?
- Os alunos compreenderam o que é turbidez?
- A turma demonstrou engajamento ao responder aos questionamentos levantados ao longo do experimento?
- Os alunos compreenderam os malefícios da água não tratada adequadamente?
- Os alunos foram capazes de identificar qualitativamente uma água própria para o consumo e não própria a partir das análises apresentadas?
- Os alunos compreenderam o que são metais potencialmente tóxicos?
- Os alunos compreenderam os impactos socioambientais dos metais potencialmente tóxicos?
- Os alunos compreenderam o motivo da água dura não fazer espuma?

## 4.4 QUARTA AULA: Onde a Química entra nessa história? - Parte 2

### 4.4.1 Tempo de duração

2 tempos de 50 minutos.

### 4.4.2 Objetivo específico

Elucidar métodos de separação de misturas a partir das etapas de tratamento da água.

### 4.4.3 Recursos materiais necessários

- Caixa de som;
- Computador portátil com acesso à internet para a reprodução do vídeo intitulado “Como funciona uma estação de tratamento de água - ETA? (Tour virtual)”, disponível no endereço <<https://www.youtube.com/watch?v=ESvfOS2wHm0&t=91s>> e visita virtual 360° à Estação de Tratamento de Água (ETA) disponível no endereço <<https://www.sanasa.com.br/eta/>>;
- *Power Point*;
- Retroprojektor.

### 4.4.4 Estratégias de ensino

Inicialmente, serão explicadas as principais etapas de separação de mistura envolvidas no tratamento da água em uma apresentação no *Power Point*. Em seguida, demonstrar por meio de um simulador dinâmico (reprodução do vídeo), pausando em cada etapa para pontuar com os alunos os processos de separação apresentados anteriormente. Após isso, os estudantes farão uma visita técnica virtual à ETA para visualizarem o processo do que foi observado no vídeo. Para encerrar a aula serão levantadas as seguintes questões:

- Você poderia listar as etapas de tratamento da água? Se possível, cite também os principais compostos químicos utilizados durante o processo.

- Com base no que você viu e discutiu nas duas últimas aulas, qual a importância da Química na formação de profissionais habilitados para realizar análises em órgãos públicos de monitoramento ambiental?
- Você acha que a distribuição de água é igual para todos? Cite uma situação observada sobre isso.
- Você acredita que o racismo ambiental também impacta no acesso à água? Por quê?

#### 4.4.5 Avaliação

- Os alunos foram capazes de compreender em quais etapas utiliza-se de procedimentos químicos no tratamento da água?
- Os alunos compreenderam as diferentes etapas do tratamento e sua relevância?
- Os alunos compreenderam sobre as contaminações e os riscos à saúde?
- Os alunos compreenderam a importância da Química no monitoramento ambiental?
- Os alunos refletiram e responderam de forma crítica a questão da má distribuição da água para a população?
- A partir das perguntas finais, os alunos demonstraram-se participação crítica sobre a relação da escassez de água causada pelo racismo ambiental?

#### 4.5 QUINTA AULA: Qual é a solução?

##### 4.5.1 Tempo de duração

2 tempos de 50 minutos

##### 4.5.2 Objetivo específico

Engajar os alunos na luta antirracista, promovendo a cidadania e o respeito ao próximo utilizando como referência personalidades negras para a construção do processo identitário.

##### 4.5.3 Recursos materiais necessários

- Caixa de som;

- Computador portátil com acesso à internet para a reprodução do vídeo intitulado “Precisamos falar sobre o Racismo Ambiental | Amanda Costa | TEDxMorroDaUrca”, disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=3aEFKgGML-o>>;
- Material impresso em folha A4 com uma citação extraída do diário de Carolina Maria de Jesus e espaço para os alunos desenvolverem a atividade solicitada (ANEXO I);
- Retroprojektor.

#### 4.5.4 Estratégias de ensino

No primeiro momento da aula, para iniciar uma discussão sobre soluções ambientais, será apresentada uma foto de William KamKwamba (Figura 2), que aos 14 anos trouxe uma solução para um problema real enfrentado em sua comunidade. Em seguida, abordaria sua história resumidamente mencionando que, com os recursos que tinha e conhecimento básico de ciências, o jovem William construiu um moinho de vento para distribuir água na região onde residia. Levantada essa discussão, o professor apresentaria Amanda Costa, uma ativista climática e uma das grandes personalidades da juventude brasileira na luta contra o racismo ambiental no Brasil, a partir de seu vídeo disponível no *TEDx Talks*.

**Figura 2.** William KamKwamba, o construtor do moinho de vento que abasteceu a vila de *Wimbe*, no *Malawi*.



Fonte: [https://www.ted.com/talks/william\\_kamkwamba\\_how\\_i\\_harnessed\\_the\\_wind](https://www.ted.com/talks/william_kamkwamba_how_i_harnessed_the_wind)

Com o término do vídeo, serão feitas as seguintes perguntas:

- Como a Química pode ser uma reprodutora do racismo ambiental?
- Como a Química pode também ser uma solução para os problemas ambientais?
- O racismo ambiental pode acabar da noite pro dia? Por quê?

Em seguida, será entregue um material impresso em folha A4 (ANEXO II) contendo um trecho da obra de Carolina Maria de Jesus denunciando o problema da água no bairro em que residia e após o término alguns questionamentos serão feitos aos alunos, como:

- O que há em comum com o que foi retratado por Carolina e as pesquisas da *Tarefa 1*?
- Vocês perceberam alguma mudança dos anos 50, a partir da descrição de Carolina, para os dias de hoje?
- Por que o departamento de saúde visitava as favelas aconselhando não tomarem a água do rio, mas não fornecia água tratada ou com maior distribuição para os moradores?

Em um outro momento da aula, como *Tarefa 2*, será solicitada uma produção de texto individual de modo que os alunos exponham uma opinião crítica do que foi registrado e discutido na *Tarefa 1*. Neste mesmo texto, deverão apresentar uma solução para o governo, cidadãos e/ou empresas. A pergunta de partida para a produção textual se encontra no Anexo II.

#### 4.5.5 Avaliação

- Foi percebido progresso da primeira aula para esta em relação a evolução do pensamento crítico?
- Os alunos se mostraram engajados nas respostas para as perguntas?
- Na *Tarefa 2* os alunos demonstraram um olhar mais crítico em relação ao que apresentaram na *Tarefa 1*?
- Compreenderam que a química pode ser causadora de impactos ambientais se não houver prevenção e preocupação com as pessoas?

- Compreenderam que o racismo ambiental afeta a sociedade como um todo, mas que os primeiros a serem impactados são grupos minoritários?

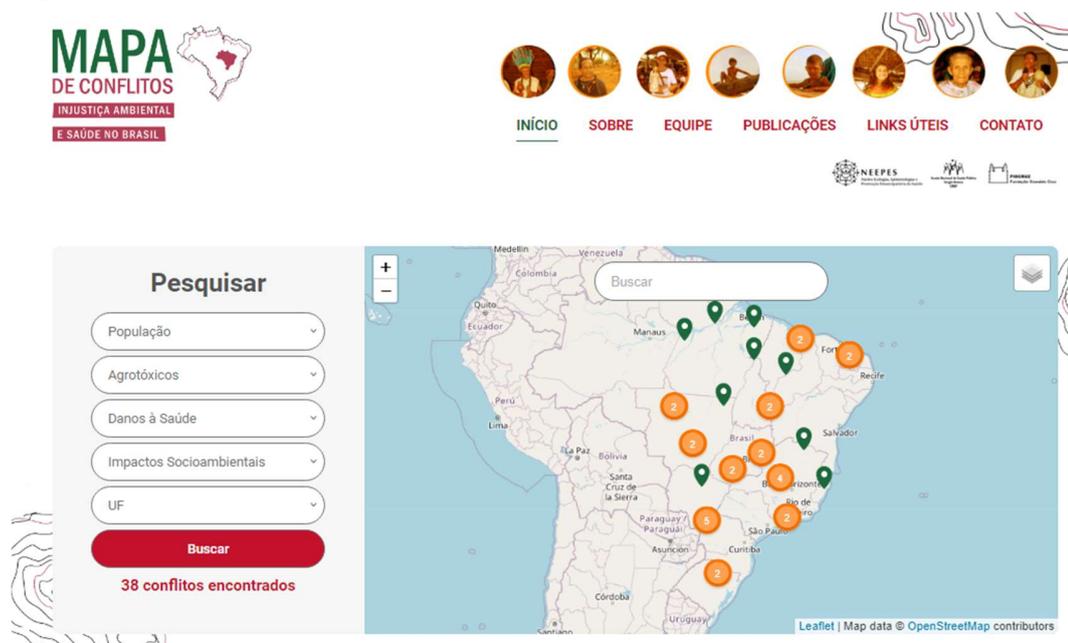
## 5 DISCUSSÃO

### AULA 1: O que é racismo ambiental?

Nesta aula espera-se sondar o que os alunos entendem como racismo para saber como encaminhar a aula a partir das dúvidas iniciais. Solicitar que observem cenas e anotem termos que remetem à Química no vídeo tem como intuito fazê-los ficarem atentos ao que ele informa; entender de que modo a contaminação química impacta grupos desfavorecidos na sociedade. Com o término do vídeo e a oportunidade do estudante de refazer a definição inicial de racismo ambiental, permite avaliar se é capaz de trabalhar melhor suas palavras de forma mais crítica e compreender a real dimensão do termo no contexto brasileiro.

Na *Tarefa 1* a qual cada grupo iniciará as pesquisas em sala de aula, espera-se que os alunos desenvolvam autonomia para realizar a busca no banco de dados da Fiocruz (Figura 3), a capacidade de trabalhar em equipe e se aprofunde no tema sobre racismo ambiental.

**Figura 3.** Banco de dados da Fiocruz para consulta de mapa de conflitos em território brasileiro.



Fonte: <https://mapadeconflitos.ensp.fiocruz.br/>

### AULA 2: Como o racismo ambiental afeta o seu bairro?

Nesta aula, a apresentação do que foi pesquisado na aula anterior tem como intuito desenvolver a habilidade de comunicação, assimilação do conteúdo a partir de exemplos reais e reflexão crítica sobre o caso escolhido pelos alunos no banco de dados da Fiocruz. Nesse sentido, os alunos serão capazes de estudar casos reais e a maneira como a injustiça ambiental afeta populações marginalizadas. A ideia de questioná-los sobre esses casos informados pela Fiocruz e fazê-los refletir sobre situações observadas em seus bairros e proximidades permite evidenciar que não é uma realidade distante deles. Além disso, aprenderão a analisar os impactos causados pelo racismo ambiental por diferentes perspectivas na sociedade. Isso os permitirá desenvolver o senso crítico e discutir com os demais colegas de turma o que foi apresentado por cada grupo.

O intuito de finalizar a aula com a lista de problemas similares que o estudante identifica em seu bairro é para que ele reflita que casos de racismo ambiental não estão distantes da realidade em que vivem. A capacidade de associar um caso ao outro é uma estratégia para assimilar melhor a amplitude que tem a questão do racismo ambiental e como isso afeta toda a sociedade.

### AULA 3: Onde a Química entra nessa história? - Parte 1

Nesta aula, a revisão dos conceitos de mistura pode ser iniciada por meio de perguntas simples para constatar o quanto os alunos lembram do conteúdo. Isso permite que o professor compreenda pontos que precisam ser lembrados e melhorados para que os alunos acompanhem a proposta da presente aula.

Ao longo da revisão, mostrar imagens onde é possível classificar o tipo de mistura é uma das estratégias que pode ser utilizada. Um exemplo disso é simular com os alunos que fossem analistas ambientais que precisassem avaliar a água da praia contaminada com óleo (Figura 4) em um recipiente e questioná-los como eles classificariam a mistura. A outra estratégia é que, por serem imagens associadas a situações em que se observa risco de poluição ambiental, eles avaliariam se o caso gera impacto ambiental ou não. Pensando em discutir sobre regiões de exploração de minérios onde há resíduos de mercúrio em rios, atingindo populações ribeirinhas e povos indígenas locais, tem-se uma forma de abordar sobre o racismo ambiental e casos de garimpo ilegal por falta de fiscalização. A Figura 5 é uma oportunidade de ilustrar sobre o assunto e os perigos da

exposição ao mercúrio sem devida proteção. Além disso, é possível notar que o metal não é solúvel em água, criando uma fase diferente e podendo ser classificado neste caso como heterogênea. Já na Figura 4, é possível verificar que há uma camada de óleo em uma região praiana que pode causar sérios impactos à população caiçara e à fauna marinha. Da mesma forma que na Figura 5, este exemplo permite evidenciar uma heterogeneidade da mistura.

**Figura 4.** Poluição de praia por óleo.



Fonte: <https://meioambiente.culturamix.com/poluicao/poluicao-por-oleo>

**Figura 5.** Mercúrio despejado em um recipiente com água durante o processo de obtenção do ouro.



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=HjQKIAoaZuA>

Dando sequência à aula com as amostras previamente preparadas pelo professor, perguntar a classificação das misturas apresentadas é uma forma de fazer o aluno buscar o conhecimento já apresentado e relacionar com o que eles visualizam naquele momento. Questioná-los se seria possível a partir da água com lama obter água própria para consumo humano, de que maneira seria possível fazer isso, pedir a eles

para citar exemplos. O progresso desta aula se dá pela ação-reflexão proposta por Freire (1967). Portanto, a demonstração será uma das formas de elucidar esta prática educativa, que ao mesmo tempo será impulsionadora do pensamento crítico, geradora de questionamentos. É importante fazer isso sempre considerando o protagonismo dos alunos e suas contribuições para o desenvolvimento da aula.

A intenção de separar a turma em grupos é para que, mais uma vez, exercitem a prática de diálogo com os demais colegas, desenvolvendo o trabalho em equipe em prol de um objetivo. Sabendo que o progresso científico de um estudo se dá pela contribuição de diversas mentes, é importante que desde cedo estudantes exercitem a habilidade de pensar em conjunto. Por isso, fazê-los discutir entre si a partir de seus conhecimentos prévios sobre os fenômenos observados é um dos pontos-chave desta aula. Durante o experimento de cada grupo, quando realizar a análise de turbidez (Figura 6), o professor pode questionar aos alunos sobre o porquê na água límpida não é possível observar a trajetória do feixe de luz disperso no meio, mas para amostras é visível. A partir do desenvolvimento dessa questão, pode-se abordar sobre o *Efeito Tyndall*. Graças à explicação deste fenômeno, pode-se explicar a análise de turbidez. É válido também mencionar como equipamentos medidores de turbidez funcionam e sua relevância para órgãos de monitoramento ambiental, sendo capaz de indicar poluição da água.

**Figura 6.** A trajetória do laser em um recipiente com água para análise de turbidez.



Fonte: <http://marcilia.com.br/tag/efeito-tyndall/>

Outra temática que o experimento abrange é a questão dos minerais da água ao se avaliar a dureza. Na visualização da mistura sabão + água + sal de epsom, o aluno observará que não ocorre formação de espuma. Isso dá abertura para questionar o aluno sobre o que pode estar acontecendo e engajá-lo a levantar hipóteses, construção de raciocínio. A partir disso, o professor pode pontuar questões em que a água altamente dura causa prejuízos na indústria e na natureza. Pode mencionar que existe diferença entre a dureza de origem natural e de origem antropogênica. Além disso, a temática de minerais permite abordar também sobre metais que em altas concentrações causam riscos à saúde e ao meio ambiente, como é o caso dos metais potencialmente tóxicos.

Nesse sentido, o educador também pode lembrar os impactos ambientais sofridos em regiões de exploração de minerais em Minas Gerais, discutindo o rompimento das barragens que atingiram as cidades de Brumadinho e Mariana. É importante que o professor seja capaz de instruir os alunos a compreender que a química não é a vilã desses eventos, todavia o seu uso irresponsável, indiscriminado e/ou negligenciar a segurança podem provocar acidentes irreversíveis a uma população local.

#### AULA 4: Onde a Química entra nessa história? - Parte 2

A partir das sugestões que os alunos apresentaram sobre a possibilidade de separar a lama da água para o consumo, esta aula tem como intuito demonstrar um dos métodos utilizados para realizar o tratamento da água. A partir de um esquema dos processos de tratamento da água, os alunos podem ser questionados se sabem dizer o que cada etapa é responsável para que fosse obtido água de qualidade para o consumo humano.

A utilização do vídeo (Figuras 7 e 8) que mostra as etapas de tratamento da água pode tornar a dinâmica da aula mais visual. Este jogo não está mais disponível para acessar devido a versão ser antiga demais para ser suportada pelos navegadores atuais. Entretanto, a versão em vídeo foi disponibilizada na plataforma *YouTube*. Nesse sentido, espera-se que os alunos compreendam cada etapa e ao mesmo tempo o professor explique o processo observado.

**Figura 7.** Início da animação sobre tratamento de água.



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=ESvFOS2wHm0&t=91s>

**Figura 8.** Ilustração de uma das etapas de tratamento da água.



Fonte: [www.youtube.com/watch?v=ESvFOS2wHm0&t=91s](http://www.youtube.com/watch?v=ESvFOS2wHm0&t=91s)

Após a apresentação da animação, a intenção de realizar um *tour* virtual 360° em uma estação de tratamento (Figura 9) é a de apresentar como realmente são as instalações para além da ilustração. Nesse sentido, perguntar se reconhecem alguma etapa que foi apresentada na animação - de modo a engajar os alunos a compararem o que visualizaram anteriormente - é importante para trabalhar a memória e relembrar os métodos de separação apresentados no início da aula. Posteriormente, no final da aula questioná-los sobre a distribuição da água em seus bairros para entrar na questão de

como o racismo ambiental também está relacionado ao acesso e distribuição universal de água potável. O intuito é que esta aula seja encerrada de modo reflexivo para se conectar com a proposta a ser discutida na última aula desta sequência.

**Figura 9.** Simulação de visita técnica na estação de tratamento.



Fonte: [www.sanasa.com.br/eta](http://www.sanasa.com.br/eta)

#### AULA 5: Qual é a solução?

Iniciar esta aula com uma história inspiradora de superação, mas também de como a educação tem o poder de transformar uma vida, uma comunidade e um pensamento, se torna necessário trazer personalidades para a turma. Nesse sentido, começar com a imagem de William KamKwamba (Figura 2), tem como intuito perguntar se os alunos já ouviram falar do menino que descobriu o vento como solução para um problema da sua comunidade. Como há disponível a versão do filme, pode ser interessante indicá-lo para os que ficarem curiosos em saber mais. A partir dessa história é possível discutir como o racismo ambiental afeta a vida das pessoas a nível continental. Nesse sentido, pode-se mencionar os casos de instalação de polos industriais com produção altamente poluente em países em desenvolvimento, enquanto as empresas responsáveis mantêm apenas seu setor administrativo no país de origem (ABREU; BUSSINGUER, 2017).

Trazendo para o cenário nacional, apresentar uma jovem afro-brasileira engajada na causa socioambiental tem como intuito evidenciar que os mesmos problemas que

afetam minorias de outros países também afetam o Brasil. Além disso, há pessoas que lutam contra o racismo ambiental e buscam soluções de modo a pensar no avanço da sociedade de forma mais sustentável que inclua grupos minoritários. A linguagem que a jovem embaixadora da ONU e ativista climática, Amanda Costa, utiliza para se comunicar durante a sua apresentação no *TED Talks* é acessível e permite se conectar com a juventude da periferia das cidades brasileiras. A maneira que ela termina sua apresentação com uma pergunta retórica complementa tudo o que foi proposto para esta sequência: engajar a juventude brasileira na luta antirracista, promover a cidadania e o senso crítico.

Por fim, a entrega do material com um trecho da obra de Carolina Maria de Jesus (ANEXO II) visa denunciar a presença do racismo ambiental nos pequenos atos e descasos com a população mais carente. A proposta de utilizar a figura da autora como propulsora na participação crítica dos alunos, é pelo fato de sua imagem representar a realidade enfrentada em diversas comunidades.

Ao gerar nos alunos a consciência de seus direitos, para que saibam utilizá-los de forma crítica, também fomenta discussões de aspectos sociais do que eles apresentaram na Aula 2. Nesse sentido, serão capazes de propor soluções a partir da fundamentação científica e soluções políticas sustentáveis para o governo e as empresas. Portanto, esta aula trabalhará habilidades relativas à cidadania, participação crítica e capacidade de tomada de decisão a partir do tema racismo ambiental em sala de aula, como discutido pelos autores Santos e Schnetzler (1996).

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente trabalho objetivou contribuir com reflexões acerca do racismo ambiental, tema pouco discutido na academia e socialmente. Este estudo desembocou no desenvolvimento de uma proposta de Sequência Didática com potencial para abordar a temática em uma turma de Ensino Médio.

Conclui-se que é possível promover o pensamento crítico baseando-se nas concepções de bell hooks e Paulo Freire, atravessando tópicos relacionados à questão socioambiental no Ensino de Química. Esta prática educativa também tem a potencialidade de desmistificar o imaginário de uma Ciência incompreensível. Ela pode até ser difícil, mas com as ferramentas certas se torna acessível, coopera na descolonização de determinados saberes, além de desafiar os alunos e suas próprias opiniões.

Além disso, educação ambiental crítica, como aliada ao objetivo de formar sujeitos críticos, também demonstra potencial para inovar na apresentação de conceitos químicos como misturas e métodos de separação. Nesse sentido, a interdisciplinarização de áreas do conhecimento, a partir de temas geradores, possam romper com a ideia de que Ciências Sociais e Naturais tratam de conteúdos desconexos.

## 7 REFERÊNCIAS

ABREU, I. S.; BUSSINGUER, E. C. A. O racismo ambiental no Brasil e seus reflexos na saúde: uma análise do uso do corante caramelo IV. **Opini3n Jur3dica**, Medellin, Vol. 16, N° 32, p. 229-243, 2017.

ARA3JO, B. E. **A obra Quarto de Despejo**: di3rio de uma favelada de Carolina Maria de Jesus como caminho para abordar o tema Racismo Ambiental na Educa33o em Ci3ncias. Florian3polis: Universidade Federal De Santa Catarina, 2021.

ARA3JO, G. M. **Proposta de uma Sequ3ncia Did3tica com Vi3s Ambiental para a Abordagem de Conte3dos de Qu3mica sob a Perspectiva CTS**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2021.

ARCHER, L.; DEWITT, J.; WONG, B. Spheres of influence: what shapes young people's aspirations at age 12/13 and what are the implications for education policy?, **Journal of Education Policy**, 29:1, 58-85, 2014.

ARRIGO, V.; ALEXANDRE, M.C.L.; ASSAI, N.D.S. O Ensino de Qu3mica e a Educa33o Ambiental: uma Proposta para Trabalhar Conte3dos de Pilhas e Baterias. **Experi3ncias em Ensino de Ci3ncias**, V.13, No.5, 2018.

SEARA DA CI3NCIA. **3gua mole e 3gua dura**. [s.n.] Dispon3vel em: <<https://seara.ufc.br/pt/sugestoes-para-feira-de-ciencias/sugestoes-de-quimica/agua-mole-e-agua-dura/>> Acesso em: 20.dez.2022.

BEHREND, M. B.; COUSIN, C. S.; GALIAZZI, M. C. Base Nacional Comum Curricular: o que se Mostra de Refer3ncia 3 Educa33o Ambiental? **Ambiente & Educa33o**, v. 23, n.2, p.74-89, 2018.

BRASIL. [Constitui33o (1988)]. **Constitui33o da Rep3blica Federativa do Brasil**. Bras3lia, DF: Senado Federal, 2016. 496 p. Dispon3vel em: <[https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88\\_Livro\\_EC91\\_2016.pdf](https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88_Livro_EC91_2016.pdf)> Acesso em: 10.out.2022.

\_\_\_\_\_. Minist3rio da Educa33o. Temas Contempor3neos Transversais na BNCC: Contexto Hist3rico e Pressupostos Te3ricos. Bras3lia, DF: Minist3rio da Educa33o, 2019.

\_\_\_\_\_. Minist3rio da Educa33o. Base Nacional Comum Curricular. Bras3lia, 2017.

\_\_\_\_\_. Lei n. 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispon3vel em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9795.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm)> Acesso em 25.mai.2023.

CARVALHO, I. C. M. Educação ambiental crítica: nomes e endereçamentos de educação. In: Layrargues, Philippe Pomier (coord.). **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

CHAVIS, B. F. Toxic Waste and Race in the United States: A National Report on the Racial and Socio-economic Characteristics of the Communities with Hazardous Waste Sites. United Church of Christ. **Commission for Racial Justice**, p.1-79,1987. Disponível em: <https://www.ucc.org/wp-content/uploads/2020/12/ToxicWastesRace.pdf>. Acesso em: 10.jan.2023.

CHIARO, S. DE; AQUINO, K. A. S. Argumentação na sala de aula e seu potencial metacognitivo como caminho para um enfoque CTS no ensino de química: uma proposta analítica. **Educ. Pesqui.**, São Paulo, v. 43, n. 2, p. 411-426, 2017.

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.

DELIZOICOV, D. N. **Conhecimento, Tensões e Transições**. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – São Paulo: Universidade de São Paulo, 1991.

\_\_\_\_\_. La Educación en Ciencias y la Perspectiva de Paulo Freire. In: ALEXANDRIA **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.1, n.2, p.37-62, 2008.

DIGITAL WATER. **Indicador de Qualidade Química: Dureza da Água e Tecnologias de Tratamento**, 2022. Disponível em: <<https://www.digitalwater.com.br/indicador-de-qualidade-quimica-dureza-da-agua-e-tecnologias-de-tratamento/>> Acesso em: 28.jan.2023.

DIONYSIO, R. B.; AMORIM, G. C.; OLIVEIRA, R. D. V. L. Direitos Humanos na aula de Química: um relato de experiência a partir da aplicação da Lei 10.639/2003. **Revista Práxis**, Ano VII, n. 14, 2015.

FERNANDES, F. **O que é racismo ambiental e por que falar sobre isso na escola**. [2021]. Disponível em:<<https://www.multirio.rj.gov.br/index.php/reportagens/17388-o-que-%C3%A9-racismo-ambiental-e-por-que-falar-sobre-isso-na-escola>> Acesso em: 10.out.2022.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 17ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa** – São Paulo: Paz e Terra, 1996. Disponível em: <<https://nepegeo.paginas.ufsc.br/files/2018/11/Pedagogia-da-Autonomia-Paulo-Freire.pdf>>. Acesso em 20.fev.2023.

GERBELLI, L. G. **Negros com ensino superior têm mais dificuldade para encontrar trabalho qualificado.** [2020]. Disponível em:<<https://g1.globo.com/economia/concursos-e-emprego/noticia/2020/11/10/negros-com-ensino-superior-tem-mais-dificuldade-para-encontrar-trabalho-qualificado.ghtml>> Acesso em: 29.dez.2022.

GHIROTTI, E. **Pesquisa exclusiva: 61% dos brasileiros acham que o país é racista.** [2020]. Disponível em: <<https://veja.abril.com.br/brasil/pesquisa-exclusiva-61-dos-brasileiros-acham-que-o-pais-e-racista>> Acesso em: 05.jan.2023.

HAETINGER, K. J. **Avaliação da capacidade de remoção de matéria orgânica e inorgânica presente em água bruta utilizando sistema convencional de tratamento de água, mimetizado em escala de bancada – Jar test.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017.

HARRIS, D. C, 1948. **Análise Química Quantitativa.** Rio de Janeiro: LTC, 2015.

HERCULANO, S. O clamor por justiça ambiental e contra o racismo ambiental. **INTERFACEHS – Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente**, v.3, n.1, Art. 2, 2008

HERCULANO, S.; PACHECO, T. Building Environmental Justice In Brazil: A Preliminary Discussion Of Environmental Racism. **International Clinical Sociology.** New York: Springer, 2008.

hooks, bell, 1994. **Ensinando a transgredir: a educação como prática da liberdade.** São Paulo: WMF Martins Fontes, 2013.

\_\_\_\_\_, 2010. **Ensinando pensamento crítico: sabedoria prática.** São Paulo: Editora Elefante, 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Brasileiro de 2021.** Rio de Janeiro: IBGE, 2021.

IUPAC. **HEAVY METALS”—A MEANINGLESS TERM?** (IUPAC Technical Report). V. 74, N. 5, p. 793–807, 2002. Disponível em:<<https://publications.iupac.org/pac/2002/pdf/7405x0793.pdf>> Acesso em 28.mai.2023.

JESUS, M. C. de. **Quarto de Despejo: diário de uma favelada - 1ª ed.** São Paulo: Ática, 2020.

LADEIRA, T. A.; INSFRÁN, F. F. N. A pedagogia engajada e a práxis da transformação do mundo – um ensaio sobre a educação libertadora. **Revista Educação Pública**, v. 19, nº 22, 2019.

LAYRARGUES, P. P. **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Editora Cortez, 2006.

LINO, M. F. S.; SÁ, M. V. F.; SILVA, C. M. **Química Ambiental**: enfrentando os problemas ambientais com a Educação. In: IV Congresso Nacional de Educação, 2019.

MARTINS, G. S. **Construção de um turbidímetro de baixo custo para controle de qualidade de efluentes industriais**. Campinas, SP: Universidade Estadual de Campinas, 2012.

MARTINS, M. G.; MEDEIROS, G. C. M. O Ensino de Ciências e a formação cidadã dos estudantes da Educação Básica. In: **VI Congresso Nacional de Educação**, 2019. Disponível em: <[https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2019/TRABALHO\\_EV127\\_MD1\\_SA16\\_ID14261\\_26092019151612.pdf](https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2019/TRABALHO_EV127_MD1_SA16_ID14261_26092019151612.pdf)> Acesso em: 15.abr.2023.

MENEZHINI, N. V.; ORSINI, A. G. S.; GONÇALVES, I. S.; MORAIS, J. C. S. **Racismo Ambiental e acesso à Justiça pela via dos direitos**: Uma reflexão sobre o desastre ambiental em Brumadinho e os desafios para a concretização da Agenda 2030. Disponível em: <<https://www.revistas.ponteditora.org/index.php/j2/article/view/342/294>> Acesso em: 20.jan.2023.

MILANEZ, B., MAGNO, L., SANTOS, R. S. P., COELHO, T. P., GIFFONI PINTO, R., WANDERLEY, L. J. M.; GONÇALVES, R. J. A. F. Minas não há mais: avaliação dos aspectos econômicos e institucionais do desastre da Vale na bacia do rio Paraopeba. **Versos - Textos para Discussão PoEMAS**, v.3, n.1, p.1-114, 2019. Disponível em: <<https://www.ufjf.br/poemas/files/2017/04/Milanez-2019-Minas-n%c3%a3o-h%c3%a1-mais-versos.pdf>> Acesso em: 17.out.2022

MÓL, G. S.; BARBOSA, A. B.; SILVA, R. R. da. Água dura em sabão mole. **Química nova na escola**, n° 2, 1995. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc02/exper2.pdf>> Acesso em: 17.out.2022.

OLIVEIRA, R. D. V. L. DE; QUEIROZ, G. R. P. C. As bonecas Karajá em aulas de ciências: caminhos para a implementação da lei 11.645/08 e diálogo com os Direitos Humanos. **Periferia: Educação, Cultura & Comunicação**, v.7 n.1, p.107-125, 2015.

PACHECO, T; FAUSTINO, C. **A Iniludível e Desumana Prevalência do Racismo Ambiental nos Conflitos do Mapa**. In: PORTO, M.F.; PACHECO, T.; LEROY, J.P.

Injustiça ambiental e saúde no Brasil: o Mapa de Conflitos. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2013, p. 73-114.

PASSOS, J. C. As práticas educativas do movimento negro. In: UNESCO, MEC, RAAAB. (Org.). **Construção coletiva: contribuições à educação de jovens e adultos**: Coleção Educação para Todos, v. 3, p. 165-173. Brasília: 2005.

PEREIRA, V. C.; LOPES, C. V. G. O Ecologismo dos Pobres e o Racismo Ambiental: Reflexões sobre Sociedade e Natureza para uma Educação Ambiental Crítica. **Divers@ Revista Eletrônica Interdisciplinar**, Matinhos, v. 14, n. 2, p. 110-125, 2021.

PORTO, M.F.; PACHECO, T.; LEROY, J.P. **Injustiça ambiental e saúde no Brasil: o Mapa de Conflitos**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2013

RACISMO. In: **Oxford Languages and Google**. Editora: Oxford University Press, 2023. Disponível em: <<https://www.google.com/search?q=racismo+significado>> Acesso em 05.jan.2023.

RIBEIRO, L. T. F. A teoria crítica, a escola de Frankfurt e a educação. In: RIBEIRO, L. T. F.; RIBEIRO, M. A. P. **Temas educacionais: uma coletânea de artigos**. Fortaleza: Edições UFC, 2010. p. 165-177. Disponível em: <[https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/45807/1/2010\\_capliv\\_ltfribeiro.pdf](https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/45807/1/2010_capliv_ltfribeiro.pdf)> Acesso em 28.mai.2023.

ROSA, Sandra Regina Bernardes de Oliveira. FILIPAK, Sirley Terezinha. **Paulo Freire: Educação como transformação social**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 04, Ed. 12, Vol. 06, p. 131-141, 2019.

SABINO, C. V. S.; DAMASCENO, A. M. B. A Tipologia de Conteúdos de Zabala, a Música, a Arte e o Diálogo no Ensino/Aprendizagem de Tópicos de Ciências Ambientais. **Educação Ambiental em Ação**. [2018]. Disponível em: <<https://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=3116>> Acesso em: 10.fev.2023.

SAGAN, C. **O mundo assombrado pelos demônios**: a ciência vista como uma vela no escuro. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

SANTOS, T. **Racismo ambiental**: o que é isso? Fiocruz, 2022. Disponível em: <<http://www.invivo.fiocruz.br/sustentabilidade/racismo-ambiental/>> Acesso em 28.dez.2022.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. Função Social: O que significa ensino de química para formar o cidadão? **Química nova na escola**, n. 4, 1996.

SILVA, C. E. A. et al. Toxicologia das bifenilas policloradas. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, n. 2, p.179-187, 2007.

SILVA, J. T.; SILVA, B. B. S; SILVA, A. A.; SILVA, G. N. R. Análise Físico-Química da Qualidade de Água nos bebedouros da Escola e Conscientização dos Estudantes sobre Seu Consumo. In: **Congresso Nacional de Educação**, 2015. Disponível em: <[https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2015/TRABALHO\\_EV045\\_MD1\\_SA\\_10\\_ID6972\\_06092015222102.pdf](https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2015/TRABALHO_EV045_MD1_SA_10_ID6972_06092015222102.pdf)> Acesso em 17.out.2022.

SILVA, L. F. da. **Educação Ambiental Crítica: entre ecoar e recriar**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2009.

SILVA, M. J.; FERNANDES, L. S.; CAMPOS, A. F. Situação-Problema como Estratégia didática na Abordagem do Tema Lixo. **Revista Educação Ambiental em Ação**, v. 46, n. 50, p. 1-8, 2014. Disponível em: <http://rpeq.ufrpe.br/sites/rpeq.ufrpe.br/files/Situa%C3%A7%C3%A3o-Problema%20como%20Estrat%C3%A9gia%20Did%C3%A1tica%20na%20Abordagem%20do%20tema%20Lixo.pdf>. Acesso em: 15.jan.2023.

SILVÉRIO, R.F. **Quando Ciência e literatura se encontram: as potencialidades do uso de livros infantis no Ensino de Ciências**. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2018.

SINGH, R.; GAUTAM, N.; MISHRA, A.; GUPTA, R. Heavy Metals and Living Systems: An Overview. **Indian J Pharmacol**, 2011. Disponível em:<<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3113373/>> Acesso em: 18.dez.2022.

SOUSA, K. R. P; VASCONCELOS, S. M.; SILVA, M. D. B. Educação Ambiental e Ensino de Ciências: o lixo como tema gerador de uma sequência didática nas aulas de química. **REnCiMa**, São Paulo, v. 11, n. 6, p. 268-288, 2020.

SOUZA, Democracia racial e multiculturalismo: ambivalente singularidade cultural brasileira. **Estudos afro-asiáticos**, p. 135-155, 2000.

TORRES, J. R. **Educação ambiental crítico-transformadora e abordagem temática Freireana**. Tese (Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

TOZONI-REIS, M. F. de C. Temas ambientais como "temas geradores": contribuições para uma metodologia educativa ambiental crítica, transformadora e emancipatória. **Educar em revista**, n. 27, p. 93-110, 2006.

TREIN, E. S. A Educação Ambiental Crítica: Crítica de que? **Revista Contemporânea de Educação**, v. 7, n. 14, 2012.

WANDERLEY, L.J. **Indícios de Racismo Ambiental na Tragédia de Mariana:** resultados preliminares e nota técnica. Grupo Política, Economia, Mineração, Ambiente e Sociedade (PoEMAS). Universidade Estadual do Rio de Janeiro – UERJ, 2015.

ZABALA, A. **A Prática Educativa: como ensinar.** Porto Alegre: Artmed, 1998.

## ANEXO I

### Aula 3 – Onde a Química entra nessa história?

#### *Grupo 1: Turbidez*

##### **Materiais**

- Copos medidores transparentes de vidro ou béquer de 250 mL;
- 100 mL de água do bebedouro da escola;
- 5 g de Argila dispersa em 100 mL de água mineral;
- 100 mL de água deionizada;
- 10 g Sais de Epsom (sulfato de magnésio) dissolvidos em água 100 mL;
- Etiquetas;
- Caneta esferográfica;
- Laser.

##### **Procedimento**

Identifique cada recipiente com uma etiqueta e escreva o nome de cada amostra a ser adicionada:  gua mineral + argila; água deionizada; água de bebedouro; água mineral + sal de Epsom. Em seguida, adicione quantidade suficiente dos ingredientes de acordo com a identifica o escrita. Agite com auxílio de uma colher. Após isso, incidir a luz do laser horizontalmente sobre cada recipiente e verificar o comportamento da trajetória da luz.

#### *Grupo 2: Dureza*

##### **Materiais**

- Copos medidores transparentes de vidro ou béquer de 250 mL;
- bastão de vidro ou colher;
- Detergente ou sabão;
- Sais de Epsom (sulfato de magnésio) dissolvidos em água;
-  gua do bebedouro da escola;
- Argila dispersa em água;
-  gua deionizada;
- Etiquetas;
- Caneta esferográfica;

##### **Procedimento**

Identifique cada recipiente com uma etiqueta e escreva o nome de cada amostra a ser adicionada:  gua mineral + argila; água deionizada; água de bebedouro; água mineral + sal de Epsom. Em seguida, adicione quantidade suficiente dos ingredientes de acordo com a identifica o escrita. Agite com auxílio de uma colher até observar forma o de espuma. Verificar se houve muita, pouca ou nenhuma forma o de espuma após 30 segundos agitando.

##### **IMPORTANTE!**

Aguarde as instru es do professor.

Não faça nenhum procedimento sem a supervisão e permissão do professor.

## ANEXO II

Nome do aluno: \_\_\_\_\_

Turma: \_\_\_\_\_

### Tarefa 2

**9 de junho** [...] Eu já estava deitada quando ouvi as vozes das crianças anunciando que estavam passando cinema na rua. Não acreditei no que ouvia. Resolvi ir ver. Era a Secretaria da Saúde. Veio passar um filme para os favelados ver como é que o caramujo transmite a doença anêmica. Para não usar as águas do rio. Que as larvas desenvolve-se nas águas. [...] Até a água... que em vez de nos auxiliar, nos contamina. Nem o ar que respiramos, não é puro, porque jogam lixo aqui na favela.

por **Carolina Maria de Jesus**



Sendo você um cidadão consciente dos impactos do racismo ambiental na vida da população brasileira, escolha um dos problemas ambientais que listou na Aula 2 encontrados no seu bairro e proponha em até 20 linhas uma solução para este caso. Sua solução pode estar relacionada a questões políticas, sociais e/ou científicas. O que o governo, os cidadãos e as empresas poderiam fazer em prol de um desenvolvimento sustentável no seu bairro?