



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO-UFPE
CAMPUS AGRESTE
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE
CURSO DE QUÍMICA-LICENCIATURA**

GUSTAVO COELHO XAVIER

**ABORDAGEM DE CONCEITOS QUÍMICOS ATRAVÉS DA METODOLOGIA DA
PROBLEMATIZAÇÃO: uma sequência didática que discute a poluição hídrica**

CARUARU

2025

GUSTAVO COELHO XAVIER

ABORDAGEM DE CONCEITOS QUÍMICOS ATRAVÉS DA METODOLOGIA DA PROBLEMATIZAÇÃO: uma sequência didática que discute a poluição hídrica

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Química-Licenciatura do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de monografia, como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciado em Química.

Área de concentração: Química.

Orientadora: Regina Celia Barbosa de Oliveira

Coorientador: José Ayrton Lira dos Anjos

CARUARU

2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Xavier, Gustavo Coelho.

Abordagem de conceitos químicos através da metodologia da
problematização: uma sequência didática que discute a poluição hídrica /
Gustavo Coelho Xavier. - Caruaru, 2025.

97 : il.

Orientador(a): Regina Celia Barbosa de Oliveira

Coorientador(a): José Ayron Lira dos Anjos

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Química - Licenciatura, 2025.

Inclui referências, apêndices.

1. Problematização. 2. Conceitos químicos. 3. Poluição hídrica. 4. Arco de
Magueréz. 5. Autonomia. I. Oliveira, Regina Celia Barbosa de. (Orientação). II.
Anjos, José Ayron Lira dos. (Coorientação). IV. Título.

540 CDD (22.ed.)

GUSTAVO COELHO XAVIER

**ABORDAGEM DE CONCEITOS QUÍMICOS ATRAVÉS DA METODOLOGIA DA
PROBLEMATIZAÇÃO: uma sequência didática que discute a poluição hídrica**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do curso de Química - Licenciatura do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco, na modalidade de monografia, como requisito parcial para a obtenção do grau de licenciado em Química.

Aprovado em: 10/04/2025

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dra. Regina Celia Barbosa de Oliveira (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco – CA

Prof. Dr. José Ayrton Lira dos Anjos (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco – CA

Prof^a. Dra. Sulanita Bandeira da Cruz Santos (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco – CA

Dedico este trabalho à todos os educadores que me auxiliaram durante a minha formação escolar e acadêmica, com destaque especial aos meus orientadores Regina e Ayrton, que não apenas me auxiliaram na construção desse trabalho mas também realizam ótimo trabalho como educadores que me ajudou a chegar até aqui.

Dedico também à minha família, com destaque para meu irmão Stterfer, que me auxiliou bastante quando eu precisei para as minhas atividades na graduação em química, com destaque especial para o Estágio II e a Residência Pedagógica. Além disso, seu trabalho como docente em química inspirou e inspira alguns de seus ex-alunos e os estudantes do CAA a buscarem seguir a carreira docente.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família e a Deus por me ajudarem desde que eu era pequeno nos momentos que eu mais precisei e a me dar disposição e força para seguir os meus dias. Devo destacar meu irmão Stterferson e sua esposa Jeyseane, que me ajudaram bastante na caminhada do curso, destaco eles por conta de sua maior proximidade com a área.

À meus professores da educação básica e de cursos que fiz ao longo da vida, particularmente ao professor de química do CADE Bezerros e do 3º Ano do Ensino Médio José Robervan e ao professor de literatura do Ensino Médio Gustavo Ramos, que me mostraram como a educação pode contribuir para transformar vidas para melhor.

Aos meus colegas de curso do CAA ao longo desses cinco anos, por todas as experiências positivas que passamos juntos que me ajudaram a chegar nesse momento. Embora tenha tido mais proximidade com uns do que com outros, entendo que devo ser grato a todos.

À Ailton, Bruno, Maria Camile, Camilly Brayner, Caroline, Daniel, Eduarda, Elenilton, Manoela, Kleyton, Paula e Wesley. Com quem eu participei de estágios, da Residência Pedagógica e do grupo de pesquisa.

Aos meus professores durante a minha jornada de 5 anos no CAA. Nem parece que foi tanto tempo e vocês foram ótimos profissionais que me ajudaram não apenas a conhecer mais sobre a química e sobre a educação, mas na minha formação como ser humano.

Aos meus orientadores nesse trabalho, Regina e Ayrton, por toda a ajuda que me deram para que o trabalho ficasse da melhor forma possível e as contribuições que deram a minha formação acadêmica, principalmente as disciplinas nas quais tive aulas com eles e as coautorias para os trabalhos que publiquei no IX Congresso Nacional de Educação (CONEDU), na VIII Semana da Licenciatura em Química (SELIQUI) e no XXII Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ).

À Escola Estadual Eurico Queiroz (CEREQ) e, principalmente, à Escola de Referência em Ensino Médio Maria José Vasconcelos, nas quais tive as oportunidades de realizar meus estágios de formação docente e a Residência Pedagógica.

E, por fim, aos estudantes dessas duas escolas a quem tive a honra de conviver e dar aula, mesmo que por pouco tempo. Com destaque especial para os que participaram dessa pesquisa, as contribuições de vocês são o elemento de maior destaque desse trabalho.

O profissional e o cidadão, ou seja, o ser humano tem a possibilidade de atuar de forma prática e refletida em cada esfera de sua atividade, desde que aprenda a fazê-lo. Isso significa que além de aprender os dados da cultura e os conhecimentos já existentes, deve aprender a pensar, a refletir, a construir ele próprio os conhecimentos e a tomar decisões conscientes diante dos fatos, dos acontecimentos e da organização da própria sociedade (Berbel, 1996, p. 16).

RESUMO

Nas últimas décadas o mundo vem passando por diversas mudanças que alteraram a forma como as pessoas recebem informações, processo este que traz a necessidade de substituir um ensino fragmentado e descontextualizado de ciências por metodologias de ensino inovadoras que tem como intuito estimular a autonomia e o pensamento crítico dos estudantes, como as metodologias ativas. Este trabalho consiste no uso de uma dessas metodologias, a Metodologia da Problematização, para o ensino contextualizado de conceitos químicos a partir da aplicação de uma Sequência Didática Problematizadora (SDP) com o tema Poluição Hídrica. O principal objetivo da pesquisa foi analisar como um instrumento dessa metodologia, o Arco de Maguerez, contribui para o aprendizado de conceitos químicos, como polaridade, forças intermoleculares, mudanças de estado físico, ácidos e bases e ciclo biogeoquímico da água, de maneira crítica e reflexiva por estudantes da educação básica do estado de Pernambuco. O método de pesquisa aplicado consiste na coleta de dados por meio da observação participante durante a execução da SDP e dos registros de notas de campo e dos materiais produzidos. E a análise dos dados foi realizada pela Análise de Conteúdo, conforme Bardin. Os resultados indicam que os estudantes articularam bem os conceitos químicos trabalhados em sala de aula com o tema poluição hídrica, indicando que o Arco de Maguerez pode contribuir significativamente para o ensino de química.

Palavras-chave: problematização; conceitos químicos; poluição hídrica; arco de Maguerez; autonomia.

ABSTRACT

In recent decades, the world has undergone several changes that have altered the way people receive information. This process has led to the need to replace fragmented and decontextualized science teaching with innovative teaching methodologies that aim to stimulate students' autonomy and critical thinking, such as active methodologies. This work consists of using one of these methodologies, the Problematization Methodology, for the contextualized teaching of chemical concepts based on the application of a Problematizing Teaching Sequence (PTS) with the theme Water Pollution. The main objective of the research was to analyze how an instrument of this methodology, the Maguerez Arc, contributes to the learning of chemical concepts, such as polarity, intermolecular force, changing states of matter, acids and bases, and the biogeochemical cycle of water, in a critical and reflective manner by basic education students in the state of Pernambuco. The research method applied consists of collecting data through participant observation during the execution of the PTS and recording field notes and materials produced. Data analysis was performed using Content Analysis, according to Bardin. The results indicate that the students articulated the chemical concepts worked on in the classroom well with the theme of water pollution, indicating that the Maguerez Arch can contribute significantly to the teaching of chemistry.

Keywords: problematization; chemical concepts; water pollution; Maguerez arch; autonomy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Arco de Maguerez (adaptado).....	27
Figura 2 –	Distribuição da água no planeta.....	32
Figura 3 –	Fórmula estrutural do DDT.....	35
Figura 4 –	Envelhecimento geológico de um rio (Natural x Antrópico).....	37
Quadro 1 –	Descrição das unidades de registro para contemplação dos critérios A, B e C, de acordo com as atividades sugeridas.....	49
Figura 5 –	Animação introdutória de reportagem do Bom Dia PE.....	51
Quadro 2 –	Unidades de registro para contemplação dos Critérios pelos estudantes na elaboração do material solicitado na atividade 2...	55
Quadro 3 –	Categorias elaboradas e suas respectivas contemplações.....	73
Figura 6 –	Post sobre poluição hídrica.....	74
Figura 7 –	Site referente à poluição hídrica.....	75
Figura 8 –	Post sobre definição e tipos de Poluição.....	76
Figura 9 –	Site referente à definição e tipos de poluição.....	76
Figura 10 –	Post sobre o Rio Ipojuca.....	77
Figura 11 –	Post sobre conceitos e características químicas relacionados com a água.....	77

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a.C.	Antes de Cristo
ABP	Aprendizagem Baseada em Problemas
AGT	<i>Achievement Goal Theory</i>
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CATI	Coordenadoria de Assistência Técnica Integral
CIEM	Conselho Internacional para a Exploração do Mar
DD	Documentação Direta
DI	Documentação Indireta
EA	Educação Ambiental
EM	Ensino Médio
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
GESAMP	Grupo de Especialistas sobre Aspectos Científicos da Proteção do Meio Ambiente Marinho
MA	Metodologias Ativas
MAA	Metodologias de Aprendizagem Ativas
MP	Metodologia da Problematização
ODI	Observação Direta Intensiva
pH	Potencial hidrogeniônico
PBL	<i>Problem Based Learning</i>
RP	Resolução de Problemas
SD	Sequência Didática
SDP	Sequência Didática Problematizadora
SP	Situação Problema

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	OBJETIVOS.....	17
2.1	OBJETIVO GERAL.....	17
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
3.1	UMA CONSIDERAÇÃO SOBRE AS METODOLOGIAS ATIVAS...	18
3.2	PROBLEMATIZAÇÃO NAS METODOLOGIAS ATIVAS E METODOLOGIA DA PROBLEMATIZAÇÃO: SEMELHANÇAS E DIFERENÇAS.....	22
3.3	A POSSIBILIDADE DE AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE INTERESSE DE ESTUDANTES A PARTIR DAS DIMENSÕES DO ENGAJAMENTO.....	28
3.4	DEGRADAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS E AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DA ÁGUA COMO POSSÍVEIS TÓPICOS PARA O ENSINO DE QUÍMICA.....	32
3.5	CONSIDERAÇÃO SOBRE OS OBJETIVOS DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL A PARTIR DAS SUAS MACROTENDÊNCIAS NO BRASIL.....	38
4	METODOLOGIA.....	42
4.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	42
4.2	CAMPO E PARTICIPANTES.....	43
4.3	ETAPAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	44
4.4	INSTRUMENTAIS DE PESQUISA.....	46
4.5	CRITÉRIO PARA ANÁLISE DOS DADOS.....	46
5	ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	48
5.1	ANÁLISE DAS ATIVIDADES.....	48
5.1.1	Análise dos dados relativos à primeira atividade.....	49
5.1.2	Análise dos dados relativos à segunda atividade.....	53
5.1.2.1	Contaminação por agrotóxicos (CA).....	55
5.1.2.2	Despejo de efluentes (DE) urbanos e industriais.....	58
5.1.2.3	Eutrofização (EZ).....	60
5.1.2.4	Poluição mineral (PM).....	62

5.1.2.5	Poluição térmica/radioativa (T/R).....	64
5.1.3	Considerações gerais sobre as atividades.....	68
5.2	ANÁLISE DO ÁUDIO.....	69
5.3	ELABORAÇÃO DO MATERIAL DE SENSIBILIZAÇÃO.....	72
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	79
	REFERÊNCIAS.....	81
	APÊNDICE A – SEQUÊNCIA DIDÁTICA	
	PROBLEMATIZADORA (SDP).....	94
	APÊNDICE B – SITUAÇÃO PROBLEMA SOBRE POLUIÇÃO	
	HÍDRICA.....	97

1 INTRODUÇÃO

Desde o final do século XX e início do século XXI, o mundo passou por diversas transformações ocasionadas pelo desenvolvimento tecnológico. Isso modificou as relações de trabalho, que passaram a exigir uma produção mais rápida e flexível de conhecimento, com novas exigências de aptidões para o mercado e preocupação com a cidadania (Castro, 2005).

Essas transformações alertam para a necessidade de mudanças nos processos de ensino e aprendizagem e na forma de repassar informações científicas para os estudantes da educação básica em um contexto que Pozo e Crespo (2009, p. 24) definem como “sociedade da informação, do conhecimento múltiplo e do aprendizado contínuo”. Sendo assim, acreditamos na necessidade de metodologias de ensino que transcendem as amarras do ensino tradicional, no qual os estudantes são meros receptores das informações passadas pelo professor, em um currículo escolar fragmentado com disciplinas isoladas, que dificilmente se relacionam entre si ou com os conhecimentos prévios dos discentes, resultando em apatia e desinteresse destes em aprender química (Guimarães, 2009; Menezes; Faria, 2003).

Nesse sentido, alguns autores sugerem o uso de metodologias ativas (Berbel, 2011; Pereira, 2017; Richartz, 2015; Teixeira; Shitsuka; Silva, 2016). Dentre essas metodologias, destacamos a Metodologia da Problematização (MP), que consiste na investigação crítica da realidade para que possa ocorrer a indicação de possíveis soluções para um problema social. O diferencial dessa metodologia, conforme aponta Berbel (1998), é que a problematização necessita de alguma intervenção no meio social por parte de professores e estudantes, algo que pode servir para tornar estes últimos participantes ativos do processo de ensino e aprendizagem. Enxergamos o potencial transformador da MP, como salienta Berbel:

[A Problematização] Volta-se para a realização do propósito maior que é preparar o estudante/ser humano para tomar consciência de seu mundo e atuar intencionalmente para transformá-lo, sempre para melhor, para um mundo e uma sociedade que permitam uma vida mais digna para o próprio homem (Berbel, 1998, p. 144).

Nessa perspectiva, na formulação de um problema se faz pertinente a escolha de um eixo temático relevante, atual, que favoreça a emergência de conteúdos de ciências e que possibilite diversos meios a solução de um problema envolvendo-o.

Sendo assim, a problematização da temática poluição dos rios e mares (ou simplesmente “Poluição Hídrica”) pode auxiliar na contextualização de conceitos químicos na educação básica. Neste estudo, problematizamos a poluição hídrica, com foco na poluição de rios pernambucanos (com destaque especial para o Rio Ipojuca), utilizando a metodologia da problematização por meio da aplicação do esquema de progressão pedagógica desenvolvido por Charles Maguerez, comumente conhecido como Arco de Maguerez (1966, p. 65¹ *apud* Berbel; Gamboa, 2011, p. 268).

O Arco de Maguerez consiste em cinco etapas, a saber: Observação da Realidade, Observação da Maquete, Discussão, Execução na Maquete, Execução na Realidade. De forma resumida, entendemos que o Arco de Maguerez se constitui em observar a realidade, discutir sobre ela, unindo conhecimentos prévios com os adquiridos durante a sua aplicação, teorizar maneiras de solucionar o(s) problema(s) apontado(s) e agir concretamente para solucioná-lo(s) (Berbel; Gamboa, 2011). Essa observação corrobora com Berbel (1996, p. 8) quando afirma que o Arco de Maguerez “concretiza-se através de um processo criativo de ação - reflexão sobre um determinado aspecto extraído ou observado ou ainda vivido pelos estudantes”.

Como direcionamento da nossa prática, foi aplicada uma sequência didática problematizadora (SDP) que visava responder ao seguinte questionamento: como a utilização da MP com o arco de Maguerez pode contribuir para a aprendizagem de conceitos químicos de maneira crítica e reflexiva por meio de contextualização da poluição hídrica no estado de Pernambuco?

Partimos da premissa de que a problematização de um tema ambiental, área que tem despertado atenção nas últimas décadas devido aos impactos das mudanças climáticas, pode favorecer uma participação mais efetiva e sensibilização dos estudantes em discussões que afetam toda a sociedade (Martinez, 2022; Ruppenthal, 2014). Acreditamos que a SDP pode servir como planejamento para, por meio da abordagem contextualizada de um desafio social atual, fomentar um processo de aprendizagem crítico-reflexivo de tópicos da química e a respeito das mudanças climáticas, que afetam não apenas os ecossistemas, mas também a nós seres humanos.

¹ MAGUEREZ, C. *La promotion technique du travailleur analphabete*. Paris: Editions Eyrolles, 1966.

Para que esse envolvimento nas questões sociais esteja alinhado com maior aprendizagem crítica e reflexiva de ciências, se faz necessário que os atuais e futuros professores auxiliem os estudantes a organizar, selecionar e interpretar as informações que recebem a todo o momento. Pelo fato de vivermos em uma sociedade em que a escola não é mais o principal local para obtenção de informações, que podem ser acessadas por meio de aparelhos eletrônicos de fácil acesso, pensamos que esse trabalho docente deva se dar por meio da educação científica e de metodologias de ensino que promovam a participação ativa dos discentes na construção de seus conhecimentos e na resolução de questões que podem afetar a realidade de sua comunidade e de todo o planeta (Mendes *et al.*, 2023; Pozo; Crespo, 2009).

Sendo assim, esta pesquisa não procurou apenas provocar reflexões a respeito de uma temática socioambiental, mas também observar como a problematização pode contribuir para que os estudantes construam a compreensão deles sobre conceitos químicos, a partir da contextualização com a poluição hídrica.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar as contribuições da problematização com o arco de Maguerez, em situações de aprendizagem de conceitos químicos com estudantes do ensino básico, a partir da contextualização da poluição hídrica no estado de Pernambuco.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar como os(as) estudantes articulam questões ambientais com outros contextos relacionados à química;
- Verificar se os(as) estudantes realizam inferências apropriadas para a compreensão de conceitos químicos relacionados à poluição hídrica;
- Construir material de divulgação digital para a sensibilização da população quanto às implicações ecológicas e sociais de impactos ambientais e ao uso sustentável dos recursos naturais.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção do trabalho, iniciamos nossa discussão apontando a necessidade dos professores em tratar os seus estudantes como sujeitos ativos na construção do próprio conhecimento a partir das metodologias ativas (MA), principalmente com a discussão e a problematização da realidade social. Depois serão indicadas semelhanças e diferenças entre o uso da problematização nas MA e a metodologia da problematização. Em um terceiro momento, faremos uma rápida explanação sobre como pode-se realizar uma análise em relação ao interesse dos estudantes pelos conteúdos escolares a partir das três dimensões do engajamento. Depois, apresentamos algumas informações sobre a poluição hídrica e como se avalia a qualidade da água, mostrando como estes tópicos podem ser utilizados para o ensino de química. E, por fim, fizemos uma explicação sobre como pode se realizar o ensino de educação ambiental a partir das três macrotendências desta no Brasil.

3.1 UMA CONSIDERAÇÃO SOBRE AS METODOLOGIAS ATIVAS

Entendemos que as transformações tecnológicas e culturais das últimas décadas trouxeram a necessidade de mudanças de paradigma na abordagem do conteúdo científico trabalhado na escola. Isso porque vivemos uma falta de concretude na educação científica, que se materializa em uma aparente dificuldade dos estudantes para aprender o que lhes é repassado pelos professores. Isso se dá pela aplicação de práticas de ensino orientadas por uma visão tradicional de ciência² em um contexto social flexível em que essa visão foi superada e saberes são vistos como provisórios, ou seja, aproximações relativas da realidade que podem ser utilizadas para edificar e moldar a estrutura da natureza (Pozo; Crespo, 2009).

Nessa sociedade dinâmica, a escola não é mais a maior fonte de informações. Recebe-se uma ampla variedade de informações a respeito de diversos assuntos. No entanto, estas, que podem ser inverídicas em alguns casos, costumam ser superficiais e tende-se a esquecer muitas delas (Lombardi, 2006; Perrotti, 2006). Sendo assim, para ter uma educação científica satisfatória, os estudantes podem não precisar tanto ou apenas de mais informação, mas sim cada

² Entende-se aqui como “visão tradicional de ciência”, uma concepção positivista que enxerga como: “uma coleção de fatos objetivos governados por leis que podem ser extraídas diretamente observando esses fatos com uma metodologia adequada” (Pozo; Crespo, 2009, p. 20).

um construir a habilidade de organizar, selecionar e interpretar informações de maneira autônoma (Pozo; Crespo, 2009). Berbel (2011) entende o professor como mediador desse processo de construção, podendo contribuir tanto para o desenvolvimento da independência intelectual de seus estudantes quanto para a manutenção de uma postura passiva e acrítica diante do meio social.

Ademais, consideramos que mediação docente pode contribuir com o letramento científico da população brasileira, uma exigência apontada pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), ao falar sobre as ciências da natureza no ensino médio. Tal objetivo seria conseguido através da expansão e coordenação da aprendizagem a respeito de quatro aspectos das ciências naturais: conhecimentos conceituais; contextualização com a sociedade e o ambiente; processos e práticas investigativos da ciência e suas linguagens específicas (Brasil, 2018).

Dessa forma, pensamos que, para uma melhor aplicação do que preconiza a BNCC (porém, não estritamente para esse fim), um professor pode incentivar a autonomia e a criticidade de seus estudantes com relação ao mundo que estamos inseridos. Isso porque a cultura que vivemos não é algo dado, mas sim um fruto da ação dos homens. Pode-se entender como um elemento histórico a existência de uma realidade opressora que desumaniza a todos os envolvidos nela. Uma mudança, ou a restauração da humanidade de opressores e oprimidos, pode envolver a consciência crítica destes últimos a respeito da sua situação. Sendo assim, compreendemos que o papel de um educador é o de dialogar com as massas para que elas entendam, por si mesmas, a sua situação de opressão para que busquem se libertar a partir da práxis (Freire, 1987).

No contexto escolar, isso se daria por meio de um incentivo a uma curiosidade crítica, pois é a curiosidade que orienta os indivíduos a buscar aprender algo. Freire (1996) diz que não existiria criatividade sem uma curiosidade nos instigando a querer deixar nossa marca no mundo. Para ele, o educador precisa criar caminhos para que o educando construa seus próprios conhecimentos (Lasakoswitsck, 2022). Mitre *et al.* (2008) e Berbel (2011) defendem o uso de metodologias ativas como uma maneira que os professores têm para estimular a formação tanto profissional quanto humana dos seus discentes, e pensamos que esse estímulo ocorre a partir da formação dessa curiosidade crítica.

Antes de aprofundar a respeito das MA, primeiro há de se explicar sobre o significado de metodologia, sinônimo de método. Como explica Mitre *et al.* (2008), o

termo método – vindo do grego *meta-hodós* (*meta* = através e *hodós* = caminho) – refere-se ao rumo que precisa ser seguido para se atingir um determinado local ou objetivo. Nesse sentido, entendemos que para os estudantes da educação básica não apenas aprendam conceitos científicos, mas também se interessem mais pela ciência, pode ser necessário que o docente estimule e valorize as contribuições dos discentes ao processo de educação científica (Berbel, 2011; Pozo; Crespo, 2009).

Em princípio, acreditamos que para a alfabetização científica ser efetiva, seria necessário compreendermos que tanto professor como estudante(s), são sujeitos nela. Ou seja, tanto quem instrui quanto quem é instruído exercem papel ativo para a construção do conhecimento científico, que influencia e é influenciado pela sociedade em constante mudança (Freire, 1996; Sasseron, 2015). Além disso, o inciso II do artigo 36 da Lei Nº 9.394, que determina as diretrizes e bases da educação nacional, estabelece que o currículo do ensino médio deve adotar “metodologias de ensino e de avaliação que estimulem a iniciativa dos estudantes” (Brasil, 1996, p. 13).

Conforme Berbel (2011), as MA possuem a condição de estimular a curiosidade dos educandos pela ciência, pois elas trabalham com o incentivo à autonomia e com o uso de saberes que eles já possuem dentro do trabalho pedagógico, com estes talvez sendo novos elementos teóricos para o desenvolvimento de soluções para questões da vida em sociedade. Isso indica ser possível a utilização da pesquisa como procedimento de trabalho, pois Richartz (2015, p. 297) a entende como “uma das formas de viabilizar o aprendizado e o desenvolvimento da autonomia intelectual e da consciência crítica”, isto é, o ato de pesquisar seria uma ferramenta importante para despertar autonomia e criticidade. Outro aspecto importante que cabe destacar a respeito das MA é a sua fundamentação em elementos da Escola Nova e da Pedagogia de Paulo Freire, principalmente quanto ao incentivo à transformação social e à utilização da problematização.

Gadotti (2003), em seu livro “*História das Pedagogias*”, afirma que a escola nova, como movimento teórico que se desenvolveu no mesmo período em que surgiam a sociologia da educação e a psicologia educacional, preconizava que a educação deve instigar a mudança da sociedade e se renovar à medida que esta também passa por modificações.

Adolphe Ferrière, um dos pioneiros e divulgadores do escolanovismo, considerava que a vida tinha como raiz um “impulso vital espiritual” e que o dever da educação seria conservá-lo e amplificá-lo. Ferrière sintetizou diversas correntes pedagógicas que tinham como premissa a criança (estudante) no centro da prática educativa (Gadotti, 2003).

Já o educador norte-americano John Dewey, acreditava em aprendizado pela ação (“*learning by doing*”), ou seja, a educação seria um processo em que cada estudante, de forma individual, faria um processo de formulação e reformulação de suas experiências concretas para se apresentar diante de problemas. Para ele, a educação, por meio de uma relação próxima entre teoria e prática, se confundiria com o processo de viver. Portanto, sua teoria educacional, chamada de educação progressiva, visava educar o indivíduo física, mental e intelectualmente por meio da realização de tarefas, dando-se destaque às atividades manuais e criativas (Gadotti, 2003; Lasakoswitsck, 2022).

Partindo para o pensamento de Paulo Freire, segundo Gadotti (2003), ele utilizava como metodologias a pesquisa participante e a formação de consciência crítica, esta última passaria por três etapas, a saber: investigação, tematização e problematização. Isso se constituiria na descoberta, teorização e análise crítica de aspectos da realidade cotidiana para a conscientização do educando para este poder atuar em prol de sua libertação.

Já na contemporaneidade, um dos desafios para os professores é tornar a escola um ambiente mais interessante em uma sociedade com acelerados avanços tecnológicos. Foi nesse contexto que surgiram oficialmente as metodologias ativas ou metodologias de aprendizagem ativas (MAA) por volta da década de 80.³ As MA têm como intuito colocar os estudantes como figuras centrais do seu processo de aprendizagem, de maneira que eles sejam mais ativos, participativos e críticos. Nesse processo, o professor é mediador na construção do conhecimento, que se daria de forma colaborativa entre docente e discentes e entre discentes (Mendes *et al.*, 2023).

³ Lasakoswitsck (2022) considera que a primeira metodologia ativa surgiu por volta do século V a.C. a partir do sistema educacional conhecido como Paideia, na Grécia Antiga. A Paideia possuía como meta a formação integral do homem-cidadão a partir do desenvolvimento do pensar, raciocinar, refletir e sintetizar a partir de três pilares: *episteme*, *éthos* e *práxis*. Fava (2020) considera que seja possível uma prática da Paideia, uma formação integral do ser humano, nos dias atuais com o uso das novas tecnologias digitais, processo que ele nomeou “Paideia Digital”.

Para Mitre *et al.* (2008), as metodologias ativas usam a problematização como estratégia para ensino e aprendizagem, com o intuito de aproximar e motivar o discente, pois diante de uma problemática, ele passa a se deter, examinar, refletir e relacionar a sua história, dando um novo sentido as suas descobertas. Para concluir, cabe destacar a diferença entre o uso da problematização nas MA de maneira geral e a **Metodologia da Problematização**, que será esclarecida no próximo tópico.

3.2 PROBLEMATIZAÇÃO NAS METODOLOGIAS ATIVAS E METODOLOGIA DA PROBLEMATIZAÇÃO: SEMELHANÇAS E DIFERENÇAS

A utilização da resolução de problemas (RP) como instrumento pedagógico costuma ser algo frequente por haver um reconhecimento geral da sua importância para o processo de aprendizado (Delizoicov, 2001; Freitas, 2022; Echeverría; Pozo, 1998; Medeiros, 2019). Contudo, no Brasil predomina entre os docentes de química a ideia de que a RP tem como função contextualizar o conteúdo da disciplina, por isso ela costuma se dar pela aplicação de listas de exercícios repetitivos para os estudantes dominarem técnicas padronizadas e, assim, conseguir responder questões semelhantes em provas ou vestibulares (Freitas, 2022; Medeiros, 2019).

Assim, pensamos ser necessária uma distinção entre problemas e exercícios. Echeverría e Pozo (1998) distinguem os dois conceitos da seguinte maneira: um problema seria um desafio que leva o indivíduo a refletir na busca por respostas de maneira não imediata, enquanto que o exercício seria algo que ele aprendeu a solucionar rapidamente por instrumentos habituais e, por isso, não apresentam algo novo.

Isso pode ser um dos fatores principais na dificuldade que muitos discentes possuem na solução de perguntas ou aprendizagem de conceitos das ciências da natureza. No ensino tradicional, costuma-se apresentar conteúdos teóricos sem uma contextualização com a realidade cotidiana dos educandos ou uma reflexão sobre os conhecimentos prévios deles. Dessa forma, eles podem não enxergar determinadas tarefas como problemas por se verem distantes das situações retratadas (Costa; Moreira, 1997; Echeverría; Pozo, 1998).

Para Thomas Kuhn (2013), a resolução de problemas no âmbito da ciência envolve apreender um conceito encarando as diversas situações nas quais ele pode ser utilizado ou lembrado dentro de um mesmo contexto (ou “*gestalt*”). Ao longo da história, os cientistas costumam elaborar hipóteses e modelos a partir de um

norteamento em conhecimentos anteriores. Disso podemos tratar como procedentes tanto a existência de um “conhecimento tácito” que é formado a partir da prática científica quanto o caráter histórico e transitório da ciência, que seria orientada mais por suposições humanas dos fenômenos da natureza do que por dados absolutos que seriam “descobertos”, diferindo da concepção positivista de ciência (Kuhn, 2013; Pozo; Crespo, 2009).

De acordo com Delizoicov (2001), o filósofo Gaston Bachelard (1884-1962) tinha como premissa que os estudantes já possuem conhecimentos empíricos advindos de sua relação com a vida cotidiana. A partir disso, competiria ao professor compreender essas percepções empíricas para localizar suas limitações e contradições no que concerne ao conhecimento científico. Isso proporcionaria um distanciamento crítico do educando em relação aos conhecimentos que já possui e uma aproximação do conhecimento científico. Problematizar, nessa perspectiva, seria um processo em que envolveria duas atividades: 1. A separação e formulação de problemas que têm significado para o discente e gerariam a necessidade de apropriar-se de um novo conhecimento; 2. O docente compreender os conhecimentos prévios dos discentes para trazê-los à discussão em sala de aula, localizando possíveis contradições e limitações.

Um mapeamento de publicações sobre o assunto realizado por Pfundt e Duit (1991) os fez chegar à conclusão de que os estudantes possuem concepções alternativas (“*alternative frameworks*”) em relação aos conceitos científicos. Porém, é importante pontuarmos que os dois autores percebem as noções como significações próprias e não como ideias errôneas que devam ser descartadas rapidamente. A partir de trabalhos pesquisados por eles, foi concluído que, apesar das diferenças entre as abordagens teóricas, havia um consenso com relação ao processo de aprendizagem. Esse consenso seria que:

Aprender não é visto como uma aquisição passiva (empacotamento) do conhecimento. Aprender é visto como um processo bastante ativo. É um processo em que o aprendiz tem que construir ativamente o conhecimento dele/dela com base nas concepções já presentes na estrutura cognitiva. Essas preconcepções desempenham um papel decisivo no processo de aprendizagem. Elas guiam interpretações de impressões sensoriais e o processo de assentar novas peças na estrutura cognitiva já existente. (Pfundt; Duit, 1994, p. 42, tradução própria⁴)

⁴ No original: “*Learning is not viewed as a passive taking over (filling in) of knowledge. Learning is viewed as a very active process. It is a process in which the learner has to construct actively his/her knowledge on the basis of the conceptions already present in the cognitive structure. These pre-*

Portanto, a percepção predominante entre os estudiosos da questão é que os conhecimentos prévios dos discentes podem ser utilizados por eles na construção ativa de novos conhecimentos a partir de uma inter-relação entre os dois. Essa visão é compatível com as MA, que possuem como premissa teórica a autonomia (Borochovcicius; Tortella, 2014; Mitre *et al.*, 2008; Mota; Rosa, 2018; Richartz, 2015).

Como já foi mencionado neste trabalho, a problematização é uma das ferramentas de ensino e aprendizagem utilizadas pelas MAA para engajar o discente na realização de determinadas tarefas (Mitre *et al.*, 2008). Entendemos que o diferencial entre um estudante de fato buscar aprender um conceito e apenas memorizá-lo para uma avaliação, seja uma prova bimestral ou um exame externo, possa ser o quanto o estudante refletiu sobre o conceito, sentindo-se motivado a procurar “fixar” essa conceituação em sua mente e construir uma noção própria sobre ela.

Nesse sentido, a problematização pode ser um recurso fundamental, pois, conforme Richartz (2015, p. 298): “Problematizar facilita o contato com as informações, bem como a produção do conhecimento, objetivando solucionar os impasses e possibilitando o próprio desenvolvimento”. Ou seja, compreendemos a partir desse excerto que ensinar por meio da RP (e, por extensão, da problematização) possa levar os estudantes a atuar de maneira mais ativa na construção do conhecimento, pois assim ocorreria uma reflexão para encontrar respostas e propor soluções para dificuldades discutidas no ambiente escolar.

A problematização nas MA trata-se de uma estratégia que pode ser utilizada para cultivar nos educandos uma curiosidade epistemológica, esta seria por sua vez uma curiosidade crítica que pode provocar no indivíduo o questionamento sobre a realidade que o cerca, tornando-o um sujeito social com aptidões éticas, políticas e técnicas e municiado com conhecimentos, responsabilidade e sensibilidade para agir sobre as questões da vida em sociedade. No contexto escolar, a problematização convida professores e discentes a questionar suas ações, levando para o meio social onde se encontram as questões éticas, sociais e políticas do sistema escolar, podendo assim auxiliar na construção de cidadania (Freire, 1996; Mitre *et al.*, 2008; Richartz; 2015).

Com essa breve explicação sobre a problematização como conceito, pode-se pensar que ela é importante para as MA de maneira geral, não estando presente apenas em metodologias específicas. No artigo “*As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes*” (Berbel, 2011) são apresentadas cinco possíveis MA. Porém, para o propósito desse trabalho cabe retomar apenas duas delas: a aprendizagem baseada em problemas (ABP ou PBL⁵) e a metodologia da problematização (MP) com o arco de Maguerez, retomaremos ambas, nessa ordem nos parágrafos seguintes.

A ABP é uma estratégia didática centralizada no estudante que foi empregada de forma inicial no currículo de cursos de medicina (sendo expandida para outras áreas do conhecimento ao longo dos anos), sendo as universidades pioneiras a McMaster (Canadá) e Maastricht (Países Baixos) (Borochovcicius; Tortella, 2014; *Problem*, 2002). A PBL é uma metodologia formativa que está fundamentada na análise de situações problema como recurso para o estudo sobre conteúdos específicos, de forma que o estudante exerce um papel ativo no aprendizado destes (Borges *et al.*, 2014; Sakai; Lima⁶, 1996 *apud* Berbel, 1998, p. 145). Essas situações são utilizadas para a capacitação de habilidades necessárias para resolver problemas e aprender os conteúdos, com uma carga horária para o estudo de cada uma delas e um grupo tutorial. Dessa forma, a resolução de problemas pode servir como primeiro passo para a aquisição de novos conhecimentos (Borges *et al.*, 2014; Mendes *et al.*, 2023; Berbel, 1998).

A origem da MP remonta na análise de um esquema pedagógico proposto pelo francês Charles Maguerez realizada no livro “*Estratégias de Ensino-Aprendizagem*” (Bordenave; Pereira, 2004) publicado pela primeira vez em 1977.⁷ A aplicação do esquema, que ficou conhecido como Arco de Maguerez, na área da educação ocorreu com maior frequência a partir da década de 1990, iniciando-se com o trabalho de Berbel e colaboradores (Berbel; Gamboa, 2011; Colombo; Berbel, 2007). A partir desse arco, a MP foi proposta para execução “em situações em que os temas estejam relacionados com a vida em sociedade” (Berbel, 1998, p. 142).

⁵ Da sigla em inglês: *Problem Based Learning* (Berbel, 1998, 2011).

⁶ SAKAI, M. H.; LIMA, G.Z. PBL: uma visão geral do método. **Olho Mágico**, Londrina, v. 2, n. 5/6, n. esp., 1996.

⁷ Apesar a proposta do arco ter sido desenvolvida em 1970 por Charles Maguerez em relatório para a CATI da Secretaria de Agricultura de São Paulo, ele apenas foi tornado público por Bordenave e Pereira no texto de 1977, sendo uma fonte importante para os futuros trabalhos acadêmicos com a utilização da MP na educação a partir da década de 90 (Berbel; Gamboa, 2011; Colombo; Berbel, 2007).

Nesse sentido, essa metodologia trabalha com problemas da realidade, possuindo como objetivo uma movimentação dos estudantes em um caráter social, político e ético, em atuação comunitária e cidadã na resolução de questões que afetam toda a sociedade (Berbel, 1998).

As características da ABP e da MP que apresentamos acima ajudam na compreensão de que ambas as metodologias são direções diferentes no processo de ensino aprendizagem, com implicações e consequências distintas (Berbel, 1998). Porém, ao fazer a separação entre a problematização como instrumento das MA e a Metodologia da Problematização, entendemos que não há necessariamente um impedimento para uma abordagem problematizadora na ABP, dependendo do conteúdo que está sendo trabalhado e da contextualização possível entre este e a realidade social.

As principais diferenças entre as duas, em nosso entendimento, são as seguintes: 1. Na PBL os problemas são previamente elaborados para o aprendizado de conceitos teóricos e na MP eles são pensados a partir de discussões sobre aspectos da realidade social; 2. Os conhecimentos da primeira foram previamente elaborados como ferramentas para auxiliar no processo de aprendizado e na segunda predomina a construção de novos conhecimentos a partir da análise da realidade cotidiana e 3. A RP na ABP funciona como uma tarefa intelectual para uma preparação profissional e a retenção de conhecimentos, já na MP existe uma atuação direta na realidade com o intuito de transformá-la, em aproximação com a Pedagogia Problematizadora (Paulo Freire e outros) e a Filosofia da Práxis (Adolfo Sanchez Vazquez). Nos parágrafos seguintes, serão elencadas mais particularidades presentes na MP.

O Arco de Magueréz foi elaborado pela primeira vez em 1966 no livro *A promoção técnica de trabalhadores analfabetos* (“*La promotion technique du travailleur analphabete*”) de Charles Magueréz. Ele foi proposto pelo próprio autor no ano de 1970 em um relatório para a Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo e tornado público no livro de Bodernave e Pereira (2004), que teve sua primeira edição em 1977. O arco consiste em 5 etapas, conforme ilustrado na Figura 1, uma adaptação, os nomes originais das etapas estão na introdução deste trabalho.

Figura 1 – Arco de Maguerez (adaptado)



Fonte: (Berbel, 1996, p. 7)

Na primeira etapa é feita uma **observação** de aspectos da vida social que estão relacionados com uma temática. Neste estágio, o estudante inicia a problematização ao analisar a realidade e ver inicialmente seus problemas. Isso o leva a perceber, na segunda etapa, os **pontos chaves** da problemática em si, que levarão a questionamentos, preocupações e afirmações iniciais, tendo-se uma reflexão sobre os problemas apontados, esses são os pontos mais importantes do problema e são a partir deles que se iniciará a terceira etapa, a **teorização**. Nessa fase se iniciará uma pesquisa sistemática mais aprofundada sobre o problema e seus pontos principais, procurando-se informações técnicas, científicas, oficiais etc. com relação ao assunto (Berbel, 1996).

Com as informações coletadas, os estudantes analisarão o problema por diferentes perspectivas. Isso lhes fornecerá material (tanto em informações quanto em conhecimentos) suficiente para propor **hipóteses de soluções** para a problemática. Essa etapa pode despertar a reflexão e a criatividade dos discentes, indo além da acumulação e “fixação” de informações. Nesse sentido, será possível fazer maiores questionamentos sobre o problema para propor formas de solucioná-lo. No passo final, a **aplicação direta** de uma ou mais das possíveis soluções, é quando a MP se diferencia de um exercício intelectual e deixa em maior evidência seus aspectos sociais e políticos, implicando maior compromisso de educador e educandos com o meio social. Nela será feita uma intervenção prática na realidade. Devemos destacar que as etapas não se tratam de uma sequência rígida e linear (Berbel, 1996).

Para não sermos prolixos, sintetizamos algumas características que compreendemos serem necessárias para uma aplicação efetiva dessa metodologia, em consonância com Berbel (2011). Entendemos que na MP os estudantes são sujeitos ativos na reflexão sobre a problemática e na construção de seus próprios conhecimentos sobre ela, cabendo ao professor mediar o processo de ensino e aprendizagem. Os discentes analisam criticamente uma questão presente na realidade e a problematizam em um processo de ação e reflexão que os leva a tomar consciência das complexidades presentes no fenômeno em estudo. E, por fim, eles constroem seus conhecimentos com acompanhamento constante do professor em um processo de formação para a cidadania que precisa estar atrelado com uma intervenção direta e ativa na realidade, mesmo que pequena, pois é necessário refletir sobre o quão realista e factível em determinado contexto a solução pensada pode ser efetivamente aplicada (Berbel, 1996, 2011).

Um dos aspectos que pode ser considerado para avaliar a eficácia ou não de uma prática educativa é o nível de engajamento dos estudantes, a partir de uma relação entre possíveis motivações, comportamentos e reflexões percebidas durante o processo de execução dessa prática. No próximo tópico, faremos uma breve explicação sobre como pode ser feita uma análise do interesse dos estudantes pelos conceitos e teorias que veem no cotidiano escolar a partir do engajamento, que, segundo a literatura, pode ser analisado em três vertentes: comportamental, cognitiva e afetiva/emocional.

3.3 A POSSIBILIDADE DE AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE INTERESSE DE ESTUDANTES A PARTIR DAS DIMENSÕES DO ENGAJAMENTO

A discussão a respeito do interesse estudantil por conteúdos escolares tem ocorrido ao longo de décadas. A economia global inconstante do século XXI exige trabalhadores qualificados, capazes de sumarizar e ponderar novas informações, tomar decisões, resolver problemas, avaliar alternativas de ação, pensar criticamente e trabalhar em cooperação (Borges, 2002; Fredricks; Blumenfeld; Paris, 2004). Acreditamos que o ensino tradicional pode não preparar bem os estudantes para essa realidade, devido ao currículo escolar fragmentado e distante dos conhecimentos que eles já possuem, o que resulta em desinteresse e apatia (Guimarães, 2009; Menezes; Faria, 2003).

Nesse sentido, o tema engajamento tem despertado interesse em pesquisadores e os educadores vem reconhecendo a importância dele, particularmente para o ensino de ciências (Appleton; Christenson; Furlong, 2008; Fredricks *et al.*, 2016), pois a falta de interesse e de uma sensação de pertencimento na vida escolar por parte de pessoas vindas de grupos sociais vulneráveis pode ter como consequência o abandono dos estudos (Finn, 1989; Ramos, 2024). Concordamos com a definição de Faria e Vaz (2019, p. 4), que entendem engajamento como “[a] relação que o estudante estabelece com as atividades escolares que lhes são propostas”, acrescentando que em um engajamento positivo o estudante se vê como parte de uma comunidade escolar e se sente mais motivado para realizar as tarefas repassadas.

O engajamento costuma ser medido por meio de três dimensões: comportamental, cognitiva e afetiva/emocional. Engajamento comportamental pode ser entendido como a participação efetiva nas atividades escolares ou acadêmicas aliada com a adoção de um comportamento desejado⁸ (Fredricks; Blumenfeld; Paris, 2004; Fredricks *et al.*, 2016). O emocional trata das reações (positivas e/ou negativas) que o estudante tem com situações do convívio escolar, tanto em atividades quanto na relação com outras pessoas e a escola em si. E por fim, o engajamento cognitivo trata do investimento e vontade do discente para captar ideias e habilidades com as atividades que lhe são passadas (Fredricks; Blumenfeld; Paris, 2004). Toni e Araújo (2023) consideram que essas dimensões ajudam a compreender o engajamento como o envolvimento ativo em uma tarefa, considerando-se componentes comportamentais, cognitivos e afetivos de um indivíduo na realização da ação. As análises de engajamento nas pesquisas que tratam do tema variam conforme a dimensão analisada.

O engajamento comportamental costuma ser analisado com foco na medição de níveis de participação, por meio de observação pelo docente ou pesquisador aplicador da atividade. Os estudos variam em relação aos elementos comportamentais que observam. Alguns chamam atenção para comportamentos desejados e indesejados dos estudantes e outros propõem-se a analisar o

⁸ Entende-se aqui “comportamento desejado” uma atitude que, a partir de uma perspectiva comportamentalista, tende a ser vista com bons olhos e, por isso, possui como consequência a adoção de um reforço positivo, o oposto disso seria um “comportamento indesejado” (Bock; Furtado; Teixeira, 2002; Guedes; Guelpeli, 2005). Neste trabalho preferimos adotar os termos “desejado” e “indesejado”.

comportamento a partir da participação dos discentes em sala de aula (Fredricks; Blumenfeld; Paris, 2004).

Nesse sentido, alguns estudos utilizaram técnicas de observação para a análise do engajamento comportamental, embora esses possam ser limitados na avaliação da qualidade do esforço, participação ou reflexão de um estudante (Fredricks; Blumenfeld; Paris, 2004). Appleton, Christenson e Furlong (2008, p. 381, tradução própria) afirmam que o maior engajamento de um estudante pode ser “associado com comportamentos escolares adaptativos, tais como: persistência na execução de tarefas, participação e frequência”⁹.

O engajamento emocional costuma ser analisado por meios autoavaliativos (como questionários) em que os discentes são perguntados sobre o que sentem a respeito da escola, das atividades escolares e da comunidade escolar (Fredricks; Blumenfeld; Paris, 2004).

Fredricks, Blumenfeld e Paris (2004) identificam algumas possíveis falhas que podem ocorrer na medição do engajamento emocional, a saber: o engajamento emocional e comportamental serem analisados em uma única escala, os questionários não pedirem para especificar fontes de determinadas emoções, as análises serem mais generalizadas ao invés de focadas em aspectos como interesse e valor e a qualidade e intensidade de uma emoção podem variar a depender do tipo de atividade a ser realizada. Para a diminuição desses erros, os autores propõem o uso de Métodos de Amostragem de Experiência.

Já o engajamento cognitivo pode ser entendido como algo complexo de se analisar, pois a análise dessa dimensão envolve a avaliação de fenômenos psicológicos como, por exemplo, a motivação escolar (Fredricks; Blumenfeld; Paris, 2004; Imaginário *et al.*, 2014). Huertas (1997) entende a motivação como um processo psicológico. Ou seja, ela seria algo dinâmico no qual se conformam uma série de estados ou fases cíclicas de fluxo contínuo, tendo, por isso, um alto componente afetivo e emocional.

Dessa forma, dificilmente seria possível definir categoricamente se um estudante está motivado em cumprir uma tarefa apenas para terminá-la o mais rápido possível, para obter melhores notas ou para de fato aprender conteúdos e conceitos de forma aprofundada, pois é comum que atividades escolares envolvam

⁹ No original: “associated with adaptive school behaviors, including task persistence, participation, and attendance.”

a utilização de ações como treinamento e prática ou o uso de memorização de fatos, estratégias de engajamento superficial (Fredricks; Blumenfeld; Paris, 2004). Um caminho que se utiliza para estudar a mensuração do investimento psicológico no aprendizado é a teoria dos objetivos de realização, também conhecida como *Achievement Goal Theory* (AGT) ou apenas *goal theory* (Cid *et al.*, 2012; Fredricks; Blumenfeld; Paris, 2004).

A AGT diz que a principal preocupação humana na realização de algo (uma tarefa, uma prova, um trabalho etc.) é demonstrar eficiência, obter êxitos e evitar falhas. Essa teoria presume que um indivíduo atua de maneira racional e intencional, direcionando seu comportamento para a realização de objetivos e metas a partir de suas crenças, o que lhe influencia na tomada de decisões e nos comportamentos futuros em termos de aprendizagem e realização (Cid *et al.*, 2012; Miranda; Almeida, 2009).

Fredricks, Blumenfeld e Paris (2004) consideram que a partir do uso da *goal theory* a análise dos objetivos dos estudantes possa ser mais consistente, pois estudantes que queiram aprender conteúdos e conceitos tendem a utilizar estratégias de engajamento aprofundado, tais como: autoinstrução, autoavaliação, busca de ajuda ou manutenção de registros (Hattie; Donoghue, 2016). Em consonância com Miranda e Almeida (2009), compreendemos que a escolha de estratégias realizada por um estudante depende das metas que ele possui, pois estas podem direcionar os seus padrões de comportamento.

Nessa pesquisa, realizamos a aplicação de uma Sequência Didática Problematizadora (SDP) na qual nos propusemos a analisar duas das três dimensões do engajamento: a comportamental e a cognitiva. Consideramos que os dados coletados na aplicação da SDP permitiram realizar com o maior grau de precisão possível essas duas dimensões. No tópico 3.4, discutiremos como a contextualização com poluição hídrica pode auxiliar no ensino e aprendizagem de conceitos químicos de maneira crítica e reflexiva.

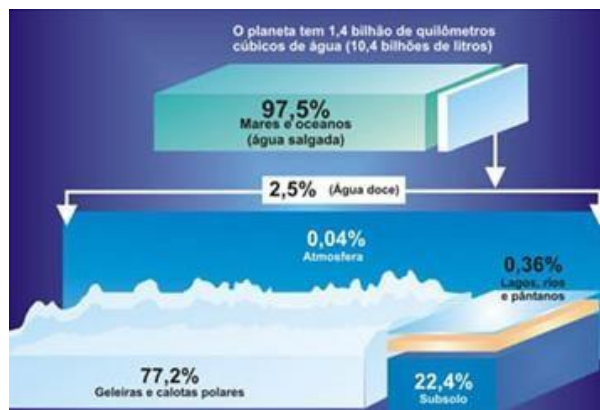
3.4 DEGRADAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS E AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DA ÁGUA COMO POSSÍVEIS TÓPICOS PARA O ENSINO DE QUÍMICA

Nesse trabalho, utilizamos a MP na aplicação de uma SDP, conforme ilustrada no Apêndice A, que teve como temática principal a poluição dos recursos hídricos, com foco no estado de Pernambuco. Esse tema faz parte de uma discussão mais ampla a respeito das mudanças climáticas e suas consequências, que ocorre desde a segunda metade do século XX.

A discussão se faz necessária em um contexto de degradação ambiental acelerada e ocorrência mais frequente de eventos climáticos extremos, aliados ao crescimento populacional, que provocam impactos tanto ecológicos quanto econômicos e problemas para a saúde humana (Andrade, 2024; Rosa; Bezerra; Lunkes, 2016). Existem algumas pesquisas que abordam a poluição dos rios em Pernambuco, porém nenhuma dessas envolve a MP (Farias, 2023; Freitas Filho *et al.* 2006, Freitas Filho *et al.*, 2013, Silva *et al.*, 2011).

Na SDP, abordamos, de maneira contextualizada, alguns conceitos químicos que estão relacionados com a água e com o diagnóstico da sua qualidade. A água é uma substância que pode ser encontrada facilmente na natureza. Conforme ilustrado na Figura 2, nosso planeta contém 10,4 bilhões de litros de água, com a ampla maioria sendo água salgada presente nos mares e oceanos, que cobrem cerca de 70% da superfície terrestre (Gomes; Clavico, 2005). Cabe apontar que embora existam métodos para a dessalinização de água, a aplicação destes em larga escala é pouco viável nos dias atuais, por isso a água dos mares e oceanos não pode ser aproveitada para consumo humano (Braga *et al.*, 2005; Conde; Ferreira, 2022).

Figura 2 – Distribuição da água no planeta



Fonte: (Chiacchio, 2007)

Como pode-se ver na imagem, apenas 2,5% da água do planeta é de água doce e menos de 1% desta pode ser explorada e aproveitada pela humanidade sem altas limitações econômicas e tecnológicas (Braga *et al.*, 2005; Gomes; Clavico, 2005). Mesmo assim, a utilizamos em diversas atividades, como irrigação, abastecimento doméstico e industrial, geração de energia elétrica, entre outras (Braga *et al.*, 2005, Freitas Filho *et al.* 2006). Isso indica a importância que a água tem para nossas vidas e a necessidade de mantermos os nossos recursos hídricos em boa qualidade, racionalizando sua exploração e nossos hábitos de consumo.

Nesse sentido, embora o tema dessa pesquisa seja a poluição hídrica, consideramos importante a utilização da palavra “degradação” como termo mais amplo para explicar os efeitos nocivos que podem ocorrer no meio aquático, fazendo a distinção entre duas formas que essa degradação pode ocorrer: a poluição e a contaminação (Braga *et al.*, 2005; Carapeto, 1999).

A partir das definições dos termos “poluição” e “contaminação” do Grupo de Especialistas sobre Aspectos Científicos da Proteção do Meio Ambiente Marinho (GESAMP¹⁰) e o Conselho Internacional para a Exploração do Mar (CIEM), consideramos que a contaminação seja quando a concentração de uma substância se encontra em valores acima da quantidade padrão para um organismo ou local. Já a poluição trata-se de uma intervenção humana no ambiente aquático que pode provocar impactos negativos no meio ambiente e na saúde, diminuindo a viabilidade da utilização dessa água para consumo ou atividades econômicas (Carapeto, 1999). Tanto a poluição quanto a contaminação podem resultar em impactos negativos para o meio ambiente ou a saúde humana (Braga *et al.*, 2005, Freitas Filho *et al.* 2006).

Ao longo da história, a água possuiu influência importante no surgimento e desenvolvimento das cidades. Ao longo de milhares de anos, fizemos modificações na nossa relação com a natureza a partir da criação de diferentes maneiras de utilização da água. Porém, com o alto crescimento populacional dos últimos séculos, a humanidade passou usar a água de maneira indiscriminada, o que resultou em uma crise climática que pode ameaçar a nossa sobrevivência (Bacci; Pataca, 2008; Sodré, 2012).

¹⁰ Da sigla em inglês: *Group of Experts on Scientific Aspects of Marine Environmental Protection* (Carapeto, 1999).

Dessa forma, existem alguns parâmetros que podem ser utilizados para avaliar a qualidade da água. Esses parâmetros podem ser divididos em três grupos: organolépticos, físico-químicos e biológicos (Sousa, 2001). Embora alguns autores considerem as características organolépticas parte dos parâmetros físico-químicos (Bortoli *et al.*, 2017; Silva, 2020; Silva *et al.*, 2022).

As características organolépticas são aquelas que podem ser avaliadas por sentidos como visão, olfato e paladar. As principais características avaliadas nesse grupo são a cor, o cheiro e o sabor. Porém, a água estar visualmente limpa não significa necessariamente que ela está adequada para consumo (Sousa, 2001).

Os parâmetros biológicos envolvem a presença ou não de microrganismos patogênicos na amostra de água. A maior parte destes é proveniente do lançamento de águas residuais domésticas ou comunitárias. Essas bactérias, vírus ou parasitas geralmente estão presentes em resíduos fecais não tratados que acabam sendo contaminados por agentes patogênicos (Silveira; Sant'Anna, 1990; Sousa, 2001).

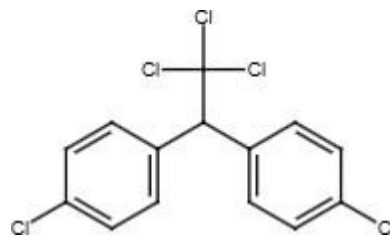
Quanto aos valores físico-químicos, podem ser avaliados: temperatura, turvação (ou turbidez), potencial hidrogeniônico (pH), dureza, acidez e alcalinidade, teor de oxigênio, cloretos, amônia ou nitrogênio etc. Esses parâmetros podem ser utilizados para saber se a amostra de água está adequada para consumo ou o seu grau de poluição (Silva, 2020; Silva *et al.*, 2022; Sousa, 2001).

Ações antrópicas que afetem uma ou mais dessas características, como a temperatura ou o pH, podem causar impactos na reprodutibilidade e desenvolvimento de organismos aquáticos ou em reações químicas que acontecem na natureza (Braga *et al.*, 2005; Silveira; Sant'Anna, 1990; Sousa, 2001). Dito isso, compreendemos que seja necessária uma breve explicação sobre alguns fenômenos poluidores que podem ocorrer como consequência dessas ações humanas: a contaminação dos corpos hídricos por agrotóxicos, o despejo de efluentes urbanos e industriais, a eutrofização e a poluição mineral.

Os agrotóxicos, também conhecidos como defensivos agrícolas, pesticidas ou praguicidas, são produtos químicos sintéticos que costumam ser utilizados para a proteção de produções agrícolas contra pragas e doenças (Braibante; Zappe, 2012; Carapeto, 1999). A aplicação de defensivos agrícolas sintéticos nas plantações a partir da década de 1940 teve como resultados, entre outras coisas, tanto um aumento considerável da produção de alimentos quanto impactos ao meio ambiente, como a contaminação dos cursos de água. Os pesticidas sintéticos, geralmente

compostos orgânicos como o 1,1,1-tricloro-2,2-di(p-clorofenil) etano (DDT) (ver Figura 3), contaminam o meio aquático de diferentes formas, a saber: o carreamento do material aplicado no solo pela água da chuva e transporte a partir correntes atmosféricas (Braga *et al.*, 2005; Carapeto, 1999). Embora sejam compostos pouco voláteis e com baixa solubilidade em água, os agrotóxicos podem deixar vestígios em concentrações que, mesmo baixas, são suficientes para contaminar a cadeia alimentar do ecossistema aquático (Carapeto, 1999).

Figura 3 – Fórmula estrutural do DDT



Fonte: O autor¹¹ (2025).

No Brasil, o uso de agrotóxicos é alto, pois segundo relatório da *Food and Agriculture Organization* (FAO) com dados referentes a 2021, o país é o que mais utiliza agrotóxicos em suas plantações no mundo, sendo aplicadas 719,5 mil toneladas naquele ano. Além disso, essa utilização é crescente devido a expansão da monocultura aliada à atuação da bancada ruralista do Congresso Nacional para a flexibilização da legislação sobre o uso de agrotóxicos no país (Konchinski, 2024; Martins, 2022).

Contudo, é importante destacar que a abolição da utilização de defensivos agrícolas pode ser um desafio, pois eles contribuíram para a humanidade atingir o atual nível de produção agrícola e, com isso, aumentar a produção de alimentos (Carapeto, 1999). Embora existam alternativas, como a utilização de bioinsumos naturais (Sudré, 2019) e a agroecologia (Martins, 2022), existem desafios para implementação delas no curto e médio prazo, então uma ideia defendida é a utilização controlada dos pesticidas sintéticos aliada a outros métodos para controle de pragas agrícolas (Carapeto, 1999; Lopes, 2017).

¹¹ Fórmula produzida no site Sigma Aldrich Merck: <https://www.sigmaaldrich.com/BR/pt/structure-search>.

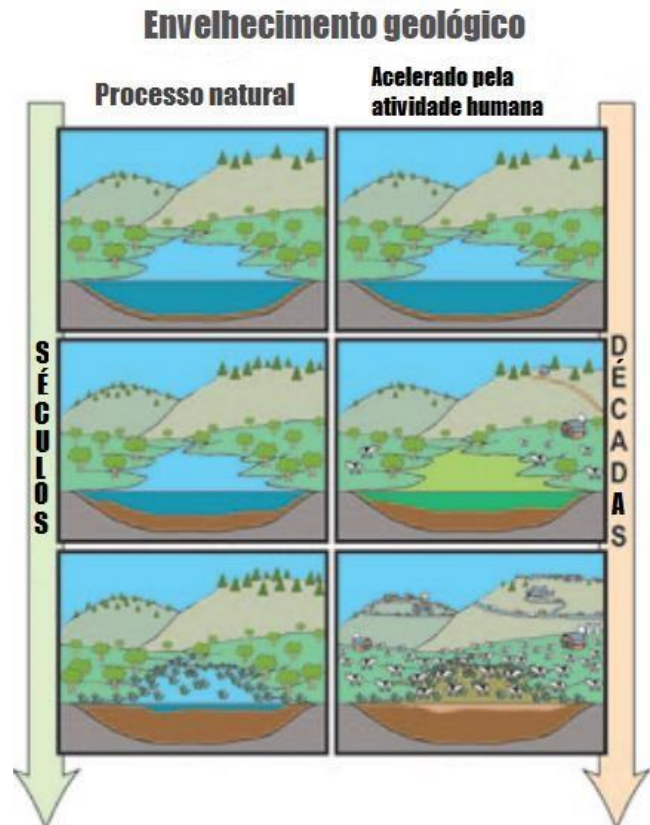
Partindo para a discussão sobre o despejo de efluentes urbanos e industriais, Carapeto (1999) define efluentes como resíduos líquidos (geralmente água) contendo resíduos orgânicos que fazem o líquido não ser adequado para consumo humano. Esses líquidos são resíduos da utilização doméstica ou por indústrias como cervejarias, fábricas de papel, indústrias químicas, entre outras (Carapeto, 1999).

Esses efluentes podem causar mudanças significativas nas propriedades organolépticas e físico-químicas dos ambientes aquáticos; entre elas, alterações na cor, no cheiro, no pH e na concentração de elementos químicos, particularmente com a diminuição no teor de oxigênio e modificações na comunidade biológica do meio aquático devido a grandes quantidades de sólidos orgânicos em suspensão (Andrade; Souza; Couto, 1998; Gomes, 2009). Esse despejo usualmente ocorre porque alguns processos produtivos são intrinsecamente poluentes e existe uma ausência de sistemas de tratamento de resíduos, assim, ao longo de décadas diversas indústrias, como a têxtil e a alimentícia, produziram rejeitos sólidos, líquidos e gasosos nocivos ao meio ambiente (Freire *et al.*, 2000).

Com relação à eutrofização, é importante destacar que existem dois tipos de eutrofização: a natural e a artificial. A eutrofização, por si própria, é um fenômeno regular na natureza que ocorre de maneira contínua em todos os corpos de água, sendo parte de um processo de envelhecimento geológico que ocorre ao longo do tempo (Carapeto, 1999; Esteves, 1998; Santos; Medeiros, 2023). A eutrofização artificial, também conhecida como antrópica ou cultural, trata-se da aceleração do fenômeno por intervenção antrópica e, por isso, resulta em maiores danos ambientais (Carapeto, 1999; Esteves, 1998). A eutrofização cultural costuma ser provocada pela descarga de efluentes orgânicos contendo nitrogênio (N) e fósforo (P) nos meios aquáticos (Carapeto, 1999; Carpenter *et al.*, 1998; Smith, 2003).

Como pode ser visto na Figura 4, a eutrofização antrópica tem como resultado o crescimento exponencial da população de algas, cianobactérias plantas aquáticas e *fitoplâncton*, o que resulta em redução da quantidade de oxigênio disponível no meio. As principais consequências do fenômeno são: a diminuição da oferta de oxigênio e da qualidade da água, maior competição pelos recursos disponíveis e o acúmulo excessivo de matéria vegetal que, quando em decomposição, ocasiona mau cheiro na água e a deixa verde (Carapeto, 1999; Smith, 2003; Silva *et al.*, 2023).

Figura 4 – Envelhecimento geológico de um rio (Natural x Antrópico)



Fonte: Traduzido e adaptado de Carpenter *et al.* (1998, p. 4).

Encerramos a explicação sobre fenômenos poluidores discutindo a respeito da poluição mineral, ou seja: a efusão de compostos minerais contendo metais pesados em corpos hídricos (Silveira; Sant’Anna, 1990). A literatura costuma definir “metal pesado” como aquele com densidade maior que 5 g/cm^3 , massa atômica elevada e número atômico superior à 20 (Carapeto, 1999; Malavolta¹², 1994 *apud* Wolff, 2024, p. 12). Esse grupo de metais (cerca de 38) possui tanto metais necessários para os seres vivos e para os ecossistemas biológicos, como Ferro (Fe), Cobre (Cu), Níquel (Ni), Cromo (Cr) e Zinco (Zn) quanto metais tóxicos mesmo em baixas concentrações e sem função biológica conhecida, como arsênio (As), chumbo (Pb), cádmio (Cd) e mercúrio (Hg) (Carapeto, 1999; Silveira; Sant’Anna, 1990; Wolff, 2024).

Os metais pesados estão entre os poluentes ambientais mais comuns e a sua presença pode se dar em meios aquáticos a partir de fontes naturais ou antropogênicas (Bazrafshan *et al.*, 2015). Focamos nas antropogênicas, pois as

¹² MALAVOLTA, E. **Fertilizantes e seu impacto ambiental**. São Paulo: Prodquímica, 1994. 95p.

naturais costumam ser fenômenos restritos que ocorrem ocasionalmente a partir da contaminação superficial da área afetada por elementos tóxicos (Carapeto, 1999).

A poluição mineral provocada pela atividade humana costuma se dar a partir do despejo de efluentes industriais e domésticos, atividades agrícolas, mineração e uso de combustíveis. Ela começou a ocorrer com maior intensidade a partir do desenvolvimento econômico e industrial nas regiões costeiras, afetando tanto países desenvolvidos quanto países em desenvolvimento (Bazrafshan *et al.*, 2015). Nesse sentido, além de serem tóxicos para a fauna e flora aquáticas, os metais pesados não são degradáveis e podem se acumular nos organismos vivos e, nos seres humanos, causam diversas doenças como náusea, desconforto no sistema digestório, diarreia, problemas pulmonares crônicos, degradação renal, entre outros problemas (Bazrafshan *et al.*, 2015; Wolff, 2024).

Por fim, acreditamos que educar sobre a utilização racional da água e os desafios para a preservação do meio ambiente seja necessário para uma tomada de consciência dos estudantes sobre a realidade em que vivem e, assim, eles tenham a possibilidade de atuar para transformá-la (Berbel, 1998). Por isso, abordamos na SDP alguns conceitos químicos que estão relacionados com a água e com o diagnóstico da sua qualidade.

Entendemos que a o ensino de química a partir da perspectiva da Educação Ambiental (EA) possa auxiliar na formação de maior consciência crítica por parte dos estudantes. Porém, para isso pode ser necessário que o professor tenha conhecimento sobre as duas principais orientações da EA no Brasil: a conservadora e a emancipatória (Lima, 2002; Loureiro, 2005). Esse ponto é discutido com mais detalhes no tópico 3.5.

3.5 CONSIDERAÇÃO SOBRE OS OBJETIVOS DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL A PARTIR DAS SUAS MACROTENDÊNCIAS NO BRASIL

A partir da década de 60 do século XX, a crise climática é um tema que tem a atenção da humanidade em nível global. Principalmente porque essa questão tem potencial para atingir todos os seres humanos em todos os locais do planeta; embora de maneira desigual, pois alguns grupos sociais têm mais acesso a meios para se proteger dos impactos dessa crise do que outros (Freitas; Gaudio, 2015; Lima, 2002).

Com o avanço das discussões sobre o desequilíbrio ecológico no campo das ciências humanas e sociais, intensificou-se o debate sobre como a educação pode auxiliar na busca por respostas para os crescentes problemas ambientais das últimas décadas, tais como eventos climáticos extremos cada vez mais frequentes (Andrade, 2024; Layrargues; Lima, 2014; Lima, 2002).

A partir disso e de maior conhecimento e conscientização públicos sobre o tema, que ganhou uma posição de destaque nas discussões globais contemporâneas, por volta da década de 1980, surgiu o campo de estudos da Educação Ambiental (Lima, 2002). Layrargues e Lima (2014) entendem a EA como um subcampo social derivado do campo ambientalista, porém com um certo grau de autonomia. Isso porque, segundo estes autores, ao mesmo tempo que a EA absorveu elementos simbólicos e institucionais do ambientalismo para a sua identidade e formação, possui particularidades próprias derivadas de sua relação com o campo educacional que fazem com que ela possua um *ethos* específico.

No Brasil, a EA é regulamentada através da Lei N° 9.795, que traz uma definição oficial para o termo e estabelece a Política Nacional de Educação Ambiental, inserindo a como um elemento obrigatório das políticas educacionais nacionais (Brasil, 1999). A dita lei define a EA como:

Processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (Brasil, 1999, p. 1).

Em consonância com Layrargues e Lima (2014), compreendemos que a EA é constituída por diferentes atores e instituições que possuem valores e normas comuns, porém com diferentes compreensões sobre a crise ecológica e em relação a ações político-pedagógicas para abordar essa questão. Nesse sentido, Lima (2002) explica que, no Brasil, a EA historicamente foi trabalhada a partir de múltiplas abordagens teórico práticas relacionadas com duas orientações principais: a conservadora e a emancipatória.

A orientação conservadora teria como interesse a manutenção do *status quo* atual por meio de uma abordagem despolitizada dos problemas ambientais. Já a orientação emancipatória iria no sentido oposto, com a utilização de uma abordagem problematizadora da questão, com o intuito de promover a transformação da atual

estrutura social (Lima, 2002; Loureiro, 2005). Lima (2002) também propõe uma variante da orientação conservadora conhecida como “conservadorismo dinâmico”, que teria um caráter reformista e pragmático. Nos dias atuais, a classificação mais aceita para a EA é a das macrotendências, proposta no artigo “*As macrotendências político-pedagógicas da educação ambiental brasileira*” (Layrargues; Lima, 2014), que divide a EA no Brasil em três macrotendências: a conservacionista, a pragmática e a crítica (Pedroso; Kataoka, 2024; Freitas; Gaudio, 2015).

A dimensão conservacionista possui uma visão afetiva em relação à natureza, tendo como foco o incentivo a mudanças do comportamento individual em relação ao meio ambiente. Não procura realizar nenhuma discussão ou questionamento de nenhum aspecto político, social ou econômico da sociedade atual, pleiteando apenas reformas setoriais de caráter comportamentalista e reduzindo o fenômeno ambiental a uma questão de inovação tecnológica (Layrargues; Lima, 2014; Pedroso; Kataoka, 2024).

Em relação à tendência pragmática, a sua preocupação é em relação ao esgotamento dos recursos naturais e em relação ao consumismo. Trata-se da defesa de mudanças superficiais, tecnológicas e comportamentais a partir da ideia de Consumo Sustentável, pleiteando o bom senso dos indivíduos e empresas para que sacrifiquem alguns confortos e benefícios em nome da governança geral (Layrargues; Lima, 2014; Pedroso; Kataoka, 2024). É considerada uma derivação circunstancial da dimensão conservacionista para que essa se adaptasse ao contexto socioeconômico fundamentado na lógica de mercado do neoliberalismo, pois ambas se pautam em percepções superficiais e despolitizadas das relações socioambientais (Layrargues; Lima, 2014).

E, por último, a perspectiva crítica defende a transformação da relação entre o ser humano e a natureza através da transformação social. Busca-se o enfrentamento das desigualdades e injustiças socioambientais introduzindo no debate conceitos como Cidadania, Democracia, Participação, Emancipação, Conflito, Justiça Ambiental e Transformação Social. Além disso, percebe as questões contemporâneas a partir do pensamento da complexidade, evitando soluções reducionistas, exigindo abertura para o diálogo e elaboração de respostas além do que já é conhecido (Layrargues; Lima, 2014; Pedroso; Kataoka, 2024).

Consideramos que as dimensões conservacionista e pragmática, embora tenham o aspecto positivo de incentivar melhores hábitos de consumo e de uso dos

espaços naturais e urbanos, são visões que podem ser superadas pela vertente crítica da EA, pois esta leva em consideração as desigualdades ambientais e o papel do modelo de exploração capitalista na formação e agravamento de problemas ambientais (Freitas; Gaudio, 2015; Layrargues; Lima, 2014). Isso porque entendemos que o conservacionismo como uma estratégia para limitar os debates sobre a questão ambiental para o campo do comportamento individual ou coletivo da população, omitindo o papel de empresas, governos, agronegócio ou outras instituições dominantes no modo de produção capitalista para o agravamento de problemas ecológicos (Cordeiro, 2023; Freitas; Gaudio, 2015).

Nesse sentido, existe uma discussão sobre como a alta urbanização e o crescimento das cidades provoca impactos ambientais relacionados à disponibilidade e consumo de recursos, geração de resíduos e aumento de emissões de dióxido de carbono (CO₂). Na nossa percepção, essas discussões se tornarão mais relevantes nas próximas décadas, pois estima-se que além de termos uma população mundial maior, com 9 bilhões de pessoas até 2050 de acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), teremos também maiores índices de êxodo rural e urbanização (Rosa; Bezerra; Lunkes, 2016; Schuetze; Lee; Lee, 2013).

Segundo Schuetze, Lee e Lee (2013) a civilização humana é, de certa forma, baseada em centralização, o que acarretaria a construção e manutenção de sistemas centralizados de infraestrutura que envolvem altos custos econômicos e ambientais para sua manutenção. Rosa, Bezerra e Lunkes (2016), ao abordar a sustentabilidade ambiental no ambiente urbano, também discorrem a respeito de como as ações da gestão pública podem provocar impactos ao meio ambiente e à sociedade como um todo (como por exemplo, na saúde humana e na harmonia social).

Nessa perspectiva, compreendemos que uma discussão sobre soluções para a poluição hídrica e outros problemas ambientais que afetam a qualidade de vida nas cidades deve envolver duas ações: o debate público sobre uma transformação do funcionamento da infraestrutura urbana e a reflexão sobre como deve se dar a atuação do poder público em parceria com a sociedade civil para que ocorram impactos positivos em relação à sustentabilidade ambiental no ambiente urbano, tanto para a preservação dos recursos naturais quanto para a saúde humana (Rosa; Bezerra; Lunkes, 2016; Schuetze; Lee; Lee, 2013).

4 METODOLOGIA

A pesquisa consistiu na análise da aplicação de uma SDP organizada a partir do arco de Maguerez. Teve por foco responder a seguinte questão de pesquisa: Como essa abordagem pode contribuir para que estudantes da educação básica no aprendizado crítico e reflexivo de conceitos químicos a partir da contextualização com a poluição hídrica?

4.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa caracteriza-se como qualitativa. A análise qualitativa tem um modo de funcionamento flexível e foca-se na análise de um fenômeno a partir de seu contexto, tanto do próprio fenômeno quanto um mais amplo do qual ele faz parte, pela perspectiva de todos os envolvidos nele (Godoy, 1995). Segundo Chizzotti (1995), a análise qualitativa parte do pressuposto de que existe uma relação dinâmica entre o mundo e o sujeito-observador, de forma que este é participante do processo de conhecimento e atribui um significado próprio ao que analisa.

Já quanto à natureza da pesquisa, trata-se de uma pesquisa básica ou pura, cujo objetivo é construir novos conhecimentos para o avanço da ciência ou produzir uma compreensão mais aprofundada a respeito de fenômenos observáveis, não buscando uma aplicação prática específica (Gil, 2008; Prodanov; Freitas, 2013; Zurcatto; Freitas; Marzzoni, 2020), embora seus resultados possam gerar essa aplicabilidade em algum momento (Marques, 2016). Quanto a seus objetivos, a pesquisa se caracteriza como descritiva que tem como meta descrever as características de grupos ou fenômenos e analisar as relações entre variáveis (Gil, 2008). No que diz respeito aos procedimentos técnicos, trata-se de uma pesquisa participante (Diehl; Tatim, 2004).

Também pode-se classificar a pesquisa como uma pesquisa de campo exploratória. A pesquisa de campo corresponde a observação *in loco* de fatos e fenômenos para coletar dados e registrar variáveis consideradas relevantes sobre eles. A pesquisa de campo exploratória tem como possíveis finalidades aprimorar hipóteses, familiarizar o pesquisador com um ambiente para a realização de uma pesquisa futura mais precisa ou modificar e esclarecer conceitos (Marconi; Lakatos, 2003).

Por fim, também podemos afirmar que tratou-se de uma pesquisa documental (Chizzotti, 1995; Gil, 2008; Prodanov; Freitas, 2013). Isso porque foram analisados materiais que foram produzidos durante a pesquisa de campo. Por não terem passado por um tratamento analítico prévio, esses materiais puderam ser classificadas como materiais de primeira mão (Gil, 2008). Segundo Chizzotti (1995), a pesquisa documental pode ser um elemento principal de trabalhos que têm como objetivo mostrar as circunstâncias atuais a respeito de um assunto ou delinear a evolução histórica de uma problemática.

4.2 CAMPO E PARTICIPANTES

Os participantes da pesquisa foram os integrantes de uma turma do 1º Ano do Ensino Médio (EM), composta por 43 estudantes, de uma escola da rede pública estadual de Pernambuco na cidade de Bezerros. A escolha do 1º Ano foi por conta da maior disponibilidade para aplicação da SDP e maior quantitativo de aulas de química semanais, sendo duas aulas. Porém, sua aplicação seria possível para estudantes de qualquer uma das três séries, pois o Currículo de Pernambuco para o Ensino Médio (2021), estabelece como uma das competências para a área de ciências da natureza:

Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (Pernambuco, 2021, p. 212).

Ou seja, considera-se que é necessário que os estudantes do EM aprendam a lidar com situações-problema utilizando mecanismos e linguagem próprios das ciências da natureza (Pernambuco, 2021). Nesse sentido, consideramos que a MP pode auxiliar no desenvolvimento dessa competência por conta de seu potencial transformador, e pela aplicação prática do Arco de Maguerez prever uma intervenção no meio social (Berbel, 1998). A identificação dos estudantes durante a aplicação da SDP se deu com diferentes códigos que serão expostos no próximo tópico.

4.3 ETAPAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática (SD), que se encontra no Apêndice A, foi aplicada em 5 etapas, em articulação com as etapas do Arco de Maguerez (Figura 1). A etapa 1 envolveu a observação e a elaboração de hipóteses sobre a poluição hídrica, as etapas 2 e 3 trataram da teorização. Já a etapa 4 foi a elaboração de possíveis hipóteses de solução para a problemática da poluição hídrica e a etapa 5 a aplicação de uma dessas hipóteses na realidade social. A descrição de cada etapa se inicia a partir do próximo parágrafo. Importante destacar que ao longo das etapas foram utilizadas diferentes codificações relacionadas a cada material de análise com o intuito de preservar o anonimato dos estudantes participantes. As análises estão inseridas nos Resultados e discussão dessa pesquisa.

Na primeira etapa, a temática poluição hídrica foi apresentada aos estudantes a partir de um vídeo introdutório de aproximadamente 13 minutos. O vídeo foi uma reportagem jornalística do Bom Dia Pernambuco que trata a respeito da poluição dos rios pernambucanos, com destaque especial para o rio Ipojuca, atrelado com a suposta precariedade do saneamento básico no estado (Portal G1, 2022).

Após o vídeo, foi realizada uma atividade em sala de aula, na qual os discentes se dividiram em seis grupos, para avaliar como os participantes da pesquisa observam a temática da poluição hídrica em uma perspectiva socioambiental utilizando o vídeo como ponto de partida para a discussão. Como registro da atividade, foi pedido que os grupos fizessem registros escritos a respeito do que compreenderam a partir do vídeo. Como os estudantes foram divididos em grupos para essa atividade, optamos por utilizar uma diferenciação em relação aos grupos, utilizando para a identificação de cada grupo a letra *gê* maiúscula (G) seguida de um algarismo arábico (G1, G2, G3, G4, G5 e G6).

Na segunda etapa, os discentes puderam fazer, individualmente ou em dupla, uma atividade extraclasse na qual foi pedido que os estudantes pesquisassem sobre um dos 5 seguintes fenômenos poluidores: contaminação por agrotóxicos (CA), eutrofização (EZ), despejo de efluentes industriais (DE), poluição térmica/radioativa (T) e poluição mineral (PM). O propósito da pesquisa foi que cada estudante escolhesse um dos cinco fenômenos para elaborar um resumo escrito à mão de no máximo duas páginas sobre ele. Os estudantes puderam buscar por conta própria as informações que usaram para escrever os resumos, com orientação prévia e

disponibilidade para sanar possíveis dúvidas. Foi pedido que o foco dos resumos fosse nas características e consequências químicas dos fenômenos escolhidos e que fossem adicionados um ou mais exemplos da ocorrência dele em Pernambuco, para fazer uma relação entre a pesquisa e o contexto local.

Nessa etapa, foi utilizada a diferenciação em relação aos fenômenos poluidores para os quais os estudantes optaram por direcionar os seus trabalhos, com a utilização das siglas do parágrafo anterior para a diferenciação entre os temas e para trabalhos de um mesmo tema, fizemos a diferenciação por meio de algarismos arábicos (CA1, CA2; EZ2, EZ3; PM1, PM2 etc).

Na terceira etapa, que ocorreu em paralelo com a segunda, foram realizadas aulas expositivas sobre alguns conceitos químicos em articulação com a contaminação e o diagnóstico de qualidade da água. Na primeira parte dessa etapa, foram abordados os conceitos de polaridade, forças intermoleculares, mudanças de estado físico, ácidos e bases e ciclo biogeoquímico da água. Todos de maneira introdutória e contextualizada com a temática para não sobrecarregar os estudantes e a sequência ser realizada em tempo hábil.

A quarta etapa se deu com a discussão de uma situação problema (que pode ser consultada no Apêndice B) envolvendo o Rio Ipojuca. O objetivo principal foi a avaliação de possíveis causas e soluções para a situação abordada a partir dos conhecimentos que os discentes puderam construir a partir das aulas anteriores e da pesquisa para a atividade extra sala. Nessa etapa foram feitos registros em áudio nos quais os estudantes foram identificados com a letra *ê* maiúscula (E) seguida de algarismos arábicos.

Na quinta etapa, os estudantes ficaram livres para realizar, de forma voluntária, a montagem de materiais para sensibilização da comunidade local sobre a preservação de recursos hídricos. Decidiu-se na elaboração da SD que esse material de divulgação seria em forma de posts carrossel no Instagram, aceitando-se quaisquer sugestões que os discentes propusessem para atividades ou para melhoria da atividade inicialmente proposta. Nessa etapa, optamos por fazer uma diferenciação entre os posts com o uso da letra *pê* maiúscula (P) seguida de algarismos arábicos.

4.4 INSTRUMENTAIS DE PESQUISA

A pesquisa utilizou procedimentos presentes em dois conjuntos de técnicas de pesquisa a partir da classificação de Marconi e Lakatos (2003): documentação direta (DD) e observação direta intensiva (ODI).

Com relação à DD, foi realizada um registro de notas de campo em uma escola do ensino básico do estado de Pernambuco para a aplicação da SDP. A SD, que se encontra no Apêndice A, se divide em 5 etapas que foram descritas no tópico 4.3.

Já em relação à ODI, o procedimento foi a observação participante. Marconi e Lakatos (2003, p. 190) definem a observação como “uma técnica de coleta de dados para conseguir informações e (*sic*) utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade”, ou seja, observar na pesquisa científica seria coletar dados e informações para posteriormente utilizá-los para fazer um diagnóstico da realidade.

Nesse sentido, a observação participante é uma técnica pelo qual se chega a conhecer a realidade de um grupo social a partir da inserção do pesquisador neste (Gil, 2008; Marconi; Lakatos, 2003). Além disso, ela pode ajudar a identificar problemas, entender conceitos e analisar relações e diferenciações entre estes (Mónico *et al.*, 2017). Sendo assim, realizaremos a observação participante, com registros de áudios e notas de campo.

4.5 CRITÉRIO PARA ANÁLISE DOS DADOS

A avaliação dos dados construídos que constituirão o *corpus* de análise foi feita com procedimentos de análise de conteúdo conforme Bardin (1977). A análise de conteúdo é um conjunto de técnicas que, segundo Gomes (1994), possui duas funções complementares uma a outra: a apuração de hipóteses e questionamentos e a descoberta de características latentes por trás dos conteúdos manifestos. Sousa e Santos (2020), acreditam que a análise de conteúdo auxilia para que a descrição e interpretação de conteúdos de pesquisa levem o(a) pesquisador(a) em direção a respostas bem fundamentadas em uma pesquisa qualitativa.

A análise se deu de forma qualitativa e foi centrada em quatro materiais principais: duas atividades escritas, um áudio da última aula de aplicação da SD e o material de divulgação digital a respeito da poluição hídrica, produzido após os

encontros presenciais. Procuramos realizar as avaliações em consonância com os dois primeiros objetivos específicos da pesquisa. Para isso, principalmente nas atividades, fizemos leitura flutuante dos materiais coletados, constituindo uma pré-análise em que realizamos a fragmentação dos materiais em unidades de significado.

A finalidade do exame dos materiais coletados na pesquisa foi avaliar questões como: articulação entre conceitos químicos e poluição hídrica, contextualização com a realidade social, profundidade de argumentação e, por fim, o grau de pensamento crítico a partir da proposição ou não de possíveis formas de intervenção na resolução da poluição hídrica.

Nas duas atividades escritas, definimos critérios de avaliação, os quais nomeamos de: A - Compreensão sobre a atividade; B - Profundidade de argumentação; C - Apontamento da realidade local presente nos trabalhos. As descrições destes critérios correspondem às unidades de registro para análise. Para análise dos dados registrados em áudio, relativos à observação participante, consideramos as contribuições dos discentes para o andamento do debate ocorrido no último encontro presencial. Para os materiais de sensibilização, analisamos como os posts e sites produzidos pelos estudantes voluntários contemplaram essas finalidades a partir de categorias de análise elaboradas a partir delas.

Sendo assim, também realizamos, tanto para as atividades quanto para o áudio e o material de sensibilização, análises do engajamento dos estudantes com a SD, com foco em duas das três dimensões de engajamento expostas no referencial teórico: a comportamental e a cognitiva. Optamos por analisar essas duas dimensões pois entendemos que essas eram mais pertinentes para os objetivos da pesquisa.

5 ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta seção, são inseridas as análises qualitativas dos materiais elaborados durante a aplicação da SD em uma turma de 1º Ano (EM) de uma escola pública estadual no município de Bezerros, em Pernambuco. Nesse período, foram coletados os seguintes materiais, caracterizados como *corpus* de análise (Bardin, 1977): atividade em grupo sobre o vídeo introdutório, atividade individual ou em dupla sobre fenômenos poluidores dos rios, áudio do último encontro presencial e, por último, sites e posts carrossel para o Instagram que foram produzidos com o intuito de servirem como materiais de sensibilização sobre a problemática da poluição hídrica.

Importante destacar, conforme consta na metodologia, que a análise de todos os materiais teve como principal finalidade a identificação da presença dos seguintes elementos: articulação entre conceitos químicos e poluição hídrica, contextualização com a realidade social, profundidade de argumentação e o grau de pensamento crítico a partir da proposição ou não de possíveis formas de intervenção na resolução da poluição hídrica.

Cabe salientar que buscamos preservar o anonimato dos estudantes com diferentes códigos relacionados a cada material de análise que são explicados em seus tópicos respectivos. Para a atividade 1, na qual os estudantes foram divididos em grupos, utilizamos identificadores para os grupos. Na atividade 2 utilizamos a identificação para cada trabalho, que foi individual ou em dupla, com abreviações referentes à temática escolhida. Na análise do áudio, identificamos cada estudante pela letra E seguida de um algarismo arábico. Já os materiais de divulgação foram produzidos coletivamente por estudantes voluntários, porém fizemos a diferenciação entre os textos dos posts com o uso de P maiúsculo seguido de algarismos arábicos.

5.1 ANÁLISE DAS ATIVIDADES

Na aplicação da Sequência Didática Problematizadora (SDP), foram realizadas duas atividades escritas. A primeira atividade foi realizada em sala de aula e com divisão dos estudantes em 6 grupos, com 4 a 7 integrantes cada. Em seguida, foi solicitado que os estudantes realizassem uma atividade individual ou em dupla, extra sala, sendo feitas e entregues 19 atividades, 10 feitas em dupla e 9 de forma individual.

Um dos aspectos analisados foi o engajamento dos estudantes. Nessas duas atividades focamos na dimensão cognitiva, pois, conforme explicitado na fundamentação teórica, o engajamento cognitivo é relacionado a motivação do indivíduo em apreender ideias e habilidades das atividades que são repassadas a ele. Compreendemos que podemos avaliar essa dimensão a partir do cumprimento ou não pelos estudantes dos critérios expostos no próximo parágrafo.

Os trabalhos foram avaliados conforme os critérios gerais (A, B e C) citados no tópico 4.5, a partir da finalidade para o exame dos materiais de análise exposta no mesmo tópico (e no início dessa seção) observando-se as particularidades das atividades. No Quadro 1, podemos observar os critérios definidos, como unidades de registro e a discussão pormenorizada de cada um deles está presente nos subtópicos a seguir:

Quadro 1 – Descrição das unidades de registro para contemplação dos critérios A, B e C, de acordo com as atividades sugeridas

Atividades	Critério	Unidade de registro
1	A1	Identificação da temática principal
	B1	Autoria e argumentação
	C1	Contextualização
2	A2	Utilização de conceitos químicos
	B2	Argumentação e proposição de soluções
	C2	Contextualização

Fonte: O autor (2025)

5.1.1 Análise dos dados relativos à primeira atividade

O objetivo da atividade 1 foi analisar como os estudantes participantes compreendem a temática da poluição hídrica em uma perspectiva socioambiental. Consiste na primeira etapa da SDP, articulada com a etapa 1 do Arco de Magueréz, na qual é realizada uma observação da realidade em estudo. Nessa etapa, o estudante realiza uma apuração mais atenta, adquirindo informações e identificando dificuldades e carências da realidade estudada. Os aspectos da realidade registrados e percebidos poderão ser entendidos como problemáticas, passando, portanto, a serem problematizados (Berbel, 1996, 1998; Colombo; Berbel, 2007).

Na SD, foi pedido para que os discentes discutissem a degradação dos recursos hídricos a partir de um vídeo introdutório. O vídeo foi uma reportagem jornalística do Bom Dia Pernambuco, com duração aproximada de 13 minutos, a respeito da poluição dos rios pernambucanos, com destaque especial para o rio Ipojuca, atrelado com a suposta precariedade do saneamento básico no estado

(Portal G1, 2022). No decorrer do texto, são apresentadas as unidades de contexto extraídas dos materiais escritos pelos estudantes, que se dividiram em seis grupos, sendo a identificação de cada grupo feita pela letra G maiúscula seguida de um número arábico (G1, G2...G6). Para a realização dessa atividade foram formados dois grupos com 7 estudantes, dois grupos com 6, um grupo com 5 e um grupo com 4 discentes.

Inicialmente, foi solicitado que os estudantes descrevessem a problemática principal do vídeo. Para que eles não fossem influenciados no seu entendimento de qual seria o principal problema por meio do título da reportagem, o vídeo foi baixado e apresentado sem acesso dos discentes ao link do qual foi extraído no primeiro momento. Para o critério A, verificamos como se deu a identificação da temática principal, conforme apresentado no quadro 1. Na transcrição de trechos dos materiais analisados, que refletem o que cada grupo considerou ser a problemática principal do vídeo introdutório, grifamos em negrito as unidades de contexto que norteiam nossa discussão, conforme exposto a seguir.

G1: “*É inegável que o tema falado seja de suma importância, o **mal tratamento da rede de esgoto de grandes cidades** ocasionam [sic] uma poluição em massa de rios e praias em todo o mundo ...*”

G2: “*O principal problema do vídeo é o **saneamento básico...***”

G3: “*Na reportagem, nos mostram que grandes rios do nosso estado estão poluído [sic]...um dos grandes motivos para esse aumento de poluição é o **aumento excessivo de grandes cidades...***”

G4: “*...Obs: Todos esses problemas [que haviam sido listados em tópicos] são fruto da **irresponsabilidade humana.***”

G5: “*A reportagem aborda a **falta de saneamento básico nas cidades...***”

G6: Percebe-se por meio do título “*Poluição dos Rios (em pernambuco [sic])*”

Por meio dessas respostas, compreendemos que o grupo 6 julgou que o tema principal da reportagem seria a poluição dos rios, os grupos 1, 2 e 5 consideraram que o tema seria a falta de saneamento básico de qualidade. Já os grupos 3 e 4 atribuíram temas que pensaram por si próprios com auxílio do vídeo: as ações da população e a urbanização acelerada, possivelmente trazendo uma perspectiva de culpabilização da sociedade pelas problemáticas apresentadas. A partir das respostas dos grupos 3 e 4, cabe destacar que a responsabilização da população no

sentido comportamental com relação à questão ambiental é um posicionamento alinhado a uma concepção conservacionista de Educação Ambiental (EA) (Layrargues; Lima, 2014).

Todos os grupos atenderam ao critério A. G1, G2, G5 e G6 o atenderam por inteiro apontando precisamente a problemática principal do vídeo, conforme solicitado. G3 e G4 atenderam parcialmente por não afirmarem qual seria a temática principal do vídeo, mas apontar um problema geral para as situações que enxergaram a partir do vídeo.

A percepção majoritária pode ter sido fruto de como foi iniciada a reportagem, com a animação de um cano de esgoto despejando água e o título “Saneamento Básico” (vide Figura 5) e/ou do foco que a reportagem dá à questão do saneamento, o que pode indicar que existe certa coerência em tal percepção.

Figura 5 – Animação introdutória de reportagem do Bom Dia PE



Fonte: (Portal G1, 2022).

Para avaliação do critério B, nessa atividade, foram considerados 2 aspectos: se a argumentação do texto era apenas retomada do conteúdo do vídeo ou se havia traços de autoria e profundidade no que foi apresentado, conforme definido na unidade registro.

Entendemos que os trabalhos utilizaram o vídeo como fundamentação para argumentações a respeito das temáticas levantadas. G4 e G5 resumiram o vídeo para apontar os problemas, enquanto os outros grupos utilizaram argumentações com possíveis traços de autoria. Dessa forma, compreendemos que 4 grupos G1, G2, G3 e G6 atendem ao critério B. A seguir são apresentadas argumentações

desses grupos, com grifos em negrito das unidades de contexto que guiaram a discussão em voga:

G1: “...a **negligência do não tratamento**, não provoca somente alguns litros de esgoto na praia, causa, na maioria das vezes, **doenças a quem se banha ou utiliza da água [...]** uma intervenção [sic] seria a **conscientização das grandes empresas e cidades**”

G2: “...e as prefeituras dessas cidades [apresentadas na reportagem] deveriam **melhorar essa questão do saneamento básico** pois o **descarte errado dessas substâncias causa um grande mal para a saúde**, além de **poluir os rios**, que para muitas pessoas é a única fonte de água acessível.”

G3: “...Por fim, é importante lembrar que **a limpeza desses rios** será [sic] de grande importância para podermos melhorar o **bem estar da sociedade**, e também a **saúde da natureza**.”

G6: “Como evitar a poluição dos rios:

- **Não jogar lixo nos rios e encostas**, pois isso gera poluição da água
- **Não despeje detritos** diretamente em cursos d’água
- **Utilizar produtos de limpeza biodegradáveis**”

Para analisar a adequação ao critério C, foi avaliada a contextualização com a realidade local dos temas apontados, conforme unidade de registro definida no Quadro 1. Embora a reportagem apresentada seja de um telejornal de circulação no estado de Pernambuco, esse critério foi mantido pois o intuito era que os estudantes escrevessem sobre como as questões apresentadas aparecem em um contexto mais próximo, que eles poderiam conhecer por experiência própria ou através de relatos de pessoas de seu convívio. Apenas um trabalho tratou dessa realidade local, o grupo menciona fatos históricos tanto do estado de Pernambuco quanto da cidade de Bezerros, como se pode observar no trecho abaixo. Os grifos em negrito identificam as unidades de contexto para análise:

G6: “A **maior enchente de pernambuco** [sic] ocorreu em 30 de maio de 1966 em recife [sic], onde 175 pessoas morreram [...] em **Bezerros (nossa cidade)** já ocorreu diversas enchentes, mas a pior foi a de 2004 que **alagou a cidade e derrubou a ponte**.”

De maneira geral, as atividades deram bastante ênfase aos impactos da poluição hídrica no ambiente urbano e deram atenção particular à urbanização e à precariedade do saneamento básico nas cidades. Entendemos que isso pode estar

associado ao foco que o vídeo dá a esses fatos, ou mesmo à realidade dos estudantes e/ou da população em geral, que tem sofrido com enchentes (Andrade, 2024; Milanez; Fonseca, 2010; Vazques; Fagundes, 2024) que, de certa maneira, sofrem influência da poluição hídrica (Rosa; Bezerra; Lunkes, 2016).

O último aspecto a se analisar quanto à atividade 1 é que a maioria dos trabalhos utilizou o vídeo como fundamentação para argumentações a respeito das temáticas levantadas, embora alguns tenham apresentado elementos de originalidade na forma de escrita. Essa atividade foi aplicada no início da sequência didática e nela os estudantes, com auxílio de um vídeo introdutório, puderam apontar o que já conheciam a respeito da temática poluição hídrica.

Da maneira que explicamos no tópico 3.2, acreditamos que para uma aplicação adequada da MP, os estudantes devem refletir ativamente a respeito de uma problemática da realidade, e isso inclui a identificação do aspecto da realidade a ser problematizado. Pois, como argumenta Berbel (1998, 2011), são os discentes, com a mediação do professor, que, ao observar a realidade e dela extraírem as dificuldades e carências a serem problematizadas, irão selecionar qual delas será o objeto de estudo mais imediato. Por conta disso, nessa etapa focamos mais nos aspectos socioambientais do que propriamente nos conceitos químicos, que foram vistos em um momento posterior.

Compreendemos que a atividade cumpriu o seu propósito inicial, pois os estudantes identificaram problemáticas presentes na realidade social, tais como a poluição hídrica e o saneamento básico precário. Além disso, alguns argumentaram a respeito destas questões, problematizando-as, com um dos trabalhos trazendo informações sobre o contexto local mais próximo.

5.1.2 Análise dos dados relativos à segunda atividade

A atividade 2 teve como intuito analisar como os estudantes articulam fenômenos poluidores dos rios com conceitos químicos. Nessa atividade são iniciadas e ocorrem em paralelo as etapas 2 e 3 do Arco de Magueres, que são, respectivamente: a elaboração de pontos chave e a teorização. A execução do arco pode ser realizada dessa forma, pois como afirma Berbel (1996) não existe uma linearidade na concretização das etapas, com uma delas podendo ser iniciada durante a execução de uma etapa anterior.

Na SD em questão, a etapa 3 foi iniciada em paralelo com a etapa 2 a partir de aulas expositivas nas quais foram introduzidos alguns conceitos químicos e informações sobre o diagnóstico de qualidade da água contextualizados com o tema poluição hídrica. Consideramos que essa atividade pode abranger ambas as etapas, pois nela os discentes podem refletir sobre as possíveis causas para o problema em estudo, se perguntando sobre pontos chave determinantes para a existência da problemática (como preconiza a etapa 2) e realizar uma investigação mais aprofundada sobre a questão para estarem munidos de informações e conhecimentos sobre ela, podendo utilizá-los para refletir e debater possíveis ações para a sua solução (Berbel, 1996, 1998; Colombo; Berbel, 2007).

Nesse momento da sequência, foi solicitado aos estudantes que fizessem resumos, de no máximo duas páginas, a respeito de um dos seguintes fenômenos poluidores relacionados com os recursos hídricos: contaminação por agrotóxicos (CA), despejo de efluentes urbanos e industriais (DE), eutrofização (EZ), poluição mineral (PM) e poluição térmica/radioativa (T/R). Cabe lembrar que fizemos uma breve explicação a respeito desses fenômenos, exceto poluição térmica/radioativa, no tópico 3.4 do referencial teórico. Neste tópico, fizemos uma análise geral por fenômeno e apresentamos, no Quadro 2, os trabalhos que contemplam os critérios A, B e C para cada fenômeno. Identificamos os trabalhos por fenômeno e para textos diferentes de um mesmo tema, inserimos números arábicos, para diferenciar os trabalhos que direcionaram a discussão para um determinado fenômeno (CA1, CA2; EZ2, EZ3; PM1, PM2 etc). Para facilitar a identificação das siglas ao longo da leitura do texto, adicionamos legendas no quadro 2 e criamos subtópicos referentes aos fenômenos poluidores. Foram feitas e entregues 19 atividades realizadas por 28 estudantes, com 9 atividades feitas por duplas e 10 de forma individual.

De forma geral, nessa segunda atividade houve maior aprofundamento nas argumentações e mais menções à realidade local do que na atividade anterior. Porém, deve-se levar em consideração que essa atividade foi atribuída como atividade extraclasse, dando liberdade para os estudantes pesquisarem sobre os assuntos na Internet, mesmo que nem todos tenham inserido a realidade local em seus trabalhos. Um dos intuitos do trabalho foi que os estudantes pesquisassem por si mesmos sobre os fenômenos e construíssem seus textos a partir de consulta autônoma, por isso não foram fornecidos ou recomendados textos específicos sobre o assunto na apresentação da atividade.

Cabe destacar que também foi solicitado, explicitamente, que características e consequências químicas fossem mencionadas no resumo e para o critério C foi solicitado, como tópico opcional, que exemplos da ocorrência em Pernambuco fossem inseridos. Definimos como unidades de registro para o critério A, a articulação de conceitos químicos para explicação dos fenômenos; ao critério B, a profundidade da argumentação e proposição de soluções; ao critério C, a inserção do contexto local.

Quadro 2 – Unidades de registro para contemplação dos Critérios pelos estudantes na elaboração do material solicitado na atividade 2

Fenômeno	Critérios		
	A	B	C
	Unidade de registro		
	Articulação de conceitos químicos para explicação dos fenômenos	Profundidade da argumentação e a proposição de soluções	Inserção do contexto local
Contaminação por agrotóxicos	CA1 CA2 CA3 CA4 CA5	CA2 CA3 CA4	CA3 CA5
Despejo de efluentes urbanos e industriais	DE1 DE2	DE2	DE1
Eutrofização	EZ1 EZ2 EZ3 EZ4	EZ3 EZ4	-
Poluição mineral	PM1 PM2	-	-
Poluição térmica/radioativa	T1 T2 T3 T4/R1 ¹³ T5 T6	T1 T3 T5	T5

Fonte: O autor (2024). Legenda: Contaminação por agrotóxicos (CA), despejo de efluentes urbanos e industriais (DE), eutrofização (EZ), poluição mineral (PM) e poluição térmica/radioativa (T/R).

5.1.2.1 Contaminação por agrotóxicos (CA)

Referente à **contaminação por agrotóxicos**, foram elaborados 5 resumos. Consideramos que os estudantes atenderam parcialmente ao critério A, pois, embora não identifiquemos articulação com conceitos químicos, foi possível observar que os estudantes apresentaram certa coerência em suas elaborações.

¹³ Nesse resumo, comentou-se apenas a respeito do tema poluição radioativa.

Nos trechos que seguem apresentamos extratos dos materiais elaborados pelos estudantes, com suas respectivas unidades de contexto grifadas em negrito.

CA1: “...Como **o solo é capaz de reter grande quantidade de contaminante**, com o tempo, os **agrotóxicos fragilizam-se e reduzem sua fertilidade**. [...] O **ar também é exposto aos agrotóxicos**, que podem ficar em suspensão. Esses produtos na atmosfera podem desencadear a **intoxicação de pessoas e de outros organismos vivos** [...] **As águas também são frequentemente contaminadas por agrotóxicos**. Segundo o IBGE¹⁴, a contaminação dos rios para esses produtos só perde para a contaminação por esgoto.”

CA2: “...A **contaminação por agrotóxicos** pode ocorrer de diversas formas, como a **exposição direta dos trabalhadores rurais durante a aplicação**, a **contaminação da água e do solo** e a presença de **resíduos nos alimentos**. Os agrotóxicos podem causar **intoxicação aguda e crônica em seres humanos...**”

CA3: “...esses **agrotóxicos são absorvidos pelo solo** causando uma contaminação que **afeta os lençóis freáticos** e também quando [palavra ilegível] esses produtos acabam escorrendo com a água da horta **indo para os rios**, causando **contaminação tanto na água quanto em espécies de peixes** que vivem naquele local e isso **afeta a sociedade pois esses peixes e plantas são consumidos pelos humanos diariamente...**”

CA4: “...Obviamente **onde mais é lançado os agrotóxicos, no caso o solo**. Essa contaminação pode ocorrer pela **aplicação direta nas plantas ou por intermédio do uso de água contaminada**. [...] o **ar é exposto aos agrotóxicos** que ficam suspensos no ar, respirar este ar pode levar a doenças e em casos mais graves até mesmo a morte [...] **Nas águas...Em casos graves, os agrotóxicos podem matar diversos peixes, plantas e mudando [sic] completamente o ecossistema local.**”

CA5: “...**Doenças causadas: leucemia e outros cânceres, alterações neurológicas (como mal de Parkinson), lesões no fígado [sic], alergias, hormônios, etc...**

Meio ambiente: Pode trazer inúmeros problemas ao meio ambiente, **contaminando o ar, a água, o solo** causando a **morte de animais e pessoas...e essas substâncias podem deslocar-se no ambiente através dos ventos e da água da chuva...**”

Pelos trechos acima, enxergamos que os estudantes procuraram ressaltar como o fenômeno poluidor afeta o meio ambiente (solo, água, ar e fauna) e a

¹⁴ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

sociedade. CA1, CA2 e CA4 mencionam o uso dos agrotóxicos para o combate de pragas e proteção das plantas, indicando que eles tiveram o cuidado de destacar o “lado positivo” dos agrotóxicos.

Enquanto que em CA2, CA3 e CA4 são feitas argumentações e a proposição de soluções para a problemática, atendendo exatamente o que se pede no critério B, os outros trabalhos limitavam-se à fornecer informações sobre o fenômeno. A seguir observamos parte das argumentações e as propostas de intervenção, com grifos relativos às unidades de contextos que guiaram as análises:

CA2: “...Para enfrentar o problema da contaminação por agrotóxicos, são necessárias **medidas de controle e regulamentação mais eficazes**. É fundamental promover **práticas agrícolas sustentáveis**, como o **uso de métodos de controle biológico de pragas, a rotação de culturas e o manejo integrado de pragas**.”

CA3: “...Isso [doenças advindas do uso indiscriminado e descuidado de agrotóxicos] *poderia ser evitado se os agricultores usassem **bioagrotóxicos** [sic] **ao invés dos condicionais** [...]* Por fim percebemos que é de grande importância que nós tenhamos consciência em nossos atos...isso [contaminação e problemas advindos dela] *poderia ser evitado se **trocássemos os produtos tradicionais por bioinseticidas que não agridem o meio ambiente**, e também ao invés do uso indiscriminado de adubos industriais houvesse **o uso de produtos orgânicos como adubo***.”

CA4: “...**Acabar com o uso dos agrotóxicos não é nem um pouco viável**, pois ele é extremamente **necessário na agricultura para o controle de pragas**, na realidade a solução está no **uso e descarte adequado do mesmo** [sic] [dos agrotóxicos] realizando sempre a **manutenção do solo visando garantir sua integridade**.”

As soluções de CA3 e CA4 parecem ter vieses divergentes. O primeiro propõe a substituição dos agrotóxicos e o adubo industrial por alternativas mais ecológicas de defensivos agrícolas, enquanto o segundo afirma que os agrotóxicos continuam sendo necessários e que a alternativa seria uma moderação em seu uso em conjunto com uma manutenção do solo.

De fato, existe um debate acerca da necessidade do uso de pesticidas químicos. Lopes (2017) defende que sem os agrotóxicos o aumento de produtividade nas plantações brasileiras não teria sido possível, afirmando que o não uso deles demandaria maiores impactos ambientais e complementa que a agricultura orgânica e a tradicional poderiam conviver. Já Eduardo Guatimosim,

docente de Agroecologia da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), embora seja um defensor da substituição dos agrotóxicos por bioinsumos, afirma que, atualmente, ela seria inviável, pois isso poderia resultar em monopólio da produção dos bioinsumos por grandes empresas. Além disso, destaca que investimentos do poder público seriam uma medida necessária para incentivar os bioinsumos como alternativa aos agrotóxicos e mudar um quadro de aumento do uso destes últimos no Brasil (Sudré, 2019).

A análise do critério C foi semelhante à que foi feita para a atividade 1. CA3 e CA5 citaram o contexto do fenômeno poluidor em Pernambuco, com um dos trabalhos citando uma situação local próxima e outro com dados do estado sobre contaminação por agrotóxicos, conforme apresentado nos extratos abaixo, com grifos referentes às unidades de contexto:

CA3: *“Podemos citar como exemplo a **contaminação de peixes um açude daqui da nossa região**, que é o caso do **açude do sítio do remédio** que é visitado por turistas, lá percebemos **que peixes acabam não atingindo um tamanho de um peixe adulto.**”*

CA5: *“**Pernambuco é o terceiro estado com mais mortes por contaminação de agrotóxicos no Brasil**, que se tornou o maior consumidor desse tipo de veneno no mundo. Em números absolutos, **Recife foi a cidade com o maior número de casos de intoxicação em** [sic] **938 notificações entre 2019 e 2022.**”*

O fenômeno contaminação por agrotóxicos foi um dos mais escolhidos pelos participantes da pesquisa e consideramos que os trabalhos com essa temática foram os mais detalhados. Podemos sugerir que a abrangência desse fenômeno esteja relacionada ao fato de ser um fenômeno bastante contextualizado, além de ter sido objeto de cobertura midiática em 2022 e 2023 devido à tramitação de Projetos de Lei (PLs) no Congresso Nacional para flexibilizar a legislação quanto o uso de agrotóxicos no Brasil, medidas que ficaram conhecidas pelos críticos como “Pacote do Veneno” (Agência Câmara, 2023; Fontes, 2023; Vicenzo, 2022).

5.1.2.2 Despejo de efluentes (DE) urbanos e industriais

O fenômeno **despejo de efluentes** foi um dos menos escolhidos pelos participantes, com dois resumos. Os resumos elaborados articulam os conceitos químicos com o fenômeno poluidor, pois mencionam, sem aprofundamento, a

presença de produtos químicos, metais pesados, matéria orgânica, nutrientes químicos e microrganismos nesses efluentes, conforme destacado nos trechos a seguir, com destaque para as unidades de contexto:

DE1: “...Esses efluentes podem conter uma **variedade de poluentes, incluindo metais pesados, produtos químicos tóxicos, matéria [sic] orgânica[,] nutrientes (como nitrogênio [sic] e fósforo), além de microrganismos patogênicos. Quando [não] tratados adequadamente, esses resíduos podem causar sérios danos aos ecossistemas aquáticos, prejudicar a saúde pública e afetar negativamente a qualidade da água.**”

DE2: “...Esses efluentes podem conter uma **variedade de poluentes como produtos químicos, metais pesados, organismos patogênicos e nutrientes em excesso, que podem causar sérios danos ao meio ambiente e à saúde pública. O despejo inadequado de efluentes pode resultar na contaminação da água, comprometendo a biodiversidade aquática e afetando negativamente as comunidades que dependem desses recursos.**”

Em ambos os trabalhos, observamos uma explicação básica a respeito dos principais efluentes que são usualmente despejados nos rios e as consequências negativas da contaminação dos recursos hídricos por eles.

A análise dos critérios B e C foi feita em conjunto, devido pouca ocorrência de trabalhos. Assim, os trechos que seguem apresentam as unidades de contexto referentes às duas unidades de registro, a saber: profundidade de argumentação e proposição de soluções; Inserção do contexto local.

DE1: “O **despejo de efluentes urbanos e industriais é um problema significativo, especialmente em áreas urbanas e industrializadas. [...] Em Pernambuco, um exemplo notável de problema relacionado ao despejo de efluentes industriais é o caso do Rio Capibaribe. Este rio, que atravessa a capital Recife e varias [sic] outras cidades, sofre com poluição tanto de efluentes domésticos quanto industriais.**”

DE2: “O despejo de efluentes urbanos e industriais refere-se à liberação de **resíduos líquidos provenientes de atividades humanas, sejam elas domésticas ou industriais, nos corpos d’água [...]** A **gestão adequada dos efluentes é essencial para mitigar esses impactos negativos, incluindo o tratamento adequado antes do descarte e a implementação de práticas sustentáveis nas atividades urbanas e industriais.**”

Quanto à profundidade de argumentação e a proposição de soluções, consideramos que DE1 se limitou a informar a respeito do fenômeno e DE2 fez uma argumentação e propôs uma maneira de solucionar a questão, mesmo que sem muita profundidade. Apenas DE1 contempla o critério C, mencionando a realidade sobre o fenômeno em Pernambuco.

5.1.2.3 Eutrofização (EZ)

O fenômeno **eutrofização** foi trabalhado em 4 resumos. Todos os trabalhos contemplam o critério A, mencionando as características e consequências químicas da eutrofização. Os textos em geral explicaram o fenômeno, suas causas, consequências químicas e impactos ambientais. Além disso, os textos informaram a respeito de como a eutrofização ocorre fazendo um paralelo com outros fenômenos poluidores trabalhados, como a contaminação por agrotóxicos, a poluição mineral e o despejo de efluentes urbanos e industriais, como pode-se observar nos trechos que seguem, nos quais destacamos as unidades de contexto:

EZ1: “...As características [da eutrofização] são **a água turva, que como citado anteriormente, acontece quando as algas morrem e a falta de oxigênio, que acontece, como excesso de matéria orgânica [...]** As **consequências químicas são: a falta de oxigênio, que afeta as criaturas marinhas, matando muitas delas, alteração do pH da água, redução na biodiversidade do local atingido e o aumento exagerado de algas e plantas.**”

EZ2: “[A eutrofização] *É um procedimento que acontece quando **corpos d’água** recebem em [sic] um grande **excesso nutrientes (nitrogênio e fósforo)** que podem cair nas águas [sic] ou rios através de esgotos e fertilizantes. Isso leva ao **crescimento de algas e morte dos animais aquáticos** [sic]”*

EZ3: “O que causa?”

> *Causada principalmente pelo **consumo excessivo de nutrientes (como: Nitrogênio/N; Fósforo/P)**, que chegam aos corpos d’água através de: **esgoto, fertilizantes agrícolas, efluentes industriais, escoamento superficial***

[...]

Como evitar?

> ***Reduzir o uso de fertilizantes, tratamento de esgoto, montar áreas verdes ao redor das fontes de água, promover a conscientização ambiental, etc.***

[...]

Consequências químicas:

> A **eutrofização aumenta os níveis de nutrientes na água, levando à proliferação de algas e cianobactérias, o que reduz o oxigênio dissolvido e afeta a vida aquática...**

EZ4: “A eutrofização é um processo no qual corpos d’água, como lagos, rios e mares, recebem **quantidades excessivas de nutrientes, como nitrogênio e fósforo, geralmente de fontes humanas como escoamento agrícola ou esgoto.**

[...]

Para controlar a eutrofização podem ser usadas técnicas preventivas ou corretivas. As preventivas se baseiam em **diminuir o fornecimento de nutrientes danosos para o lago por uma fonte externa, controlando o esgoto urbano, tratando os efluentes industriais.**”

Importante destacar que todos os resumos explicam sobre a existência de dois tipos de eutrofização: a natural e a artificial. A eutrofização, por si própria, é um fenômeno regular na natureza que ocorre de maneira contínua em todos os corpos de água (Carapeto, 1999; Esteves, 1998; Santos; Medeiros, 2023). Contudo, pode ser intensificado por ações antrópicas. De maneira geral, as atividades foram bastante informativas a respeito da eutrofização e mencionaram suas consequências químicas, cumprindo o critério A.

Entretanto, entendemos que apenas EZ3 e EZ4 fizeram uma argumentação sobre o fenômeno e proposição de soluções para a questão (como pedido no critério B), já os outros trabalhos apenas limitaram-se a fornecer informações sobre o fenômeno poluidor. EZ3 apresenta tanto ações para evitar a eutrofização quanto para recuperar um ambiente eutrofizado. Já EZ4 destaca que as técnicas para resolver o problema podem ser preventivas ou corretivas, porém cita brevemente como realizar as ações preventivas, sem maior aprofundamento sobre quais técnicas poderiam ser realizadas. Analisamos a partir das unidades de contexto grifadas nas citações abaixo:

EZ3: “*Como evitar?*”

Reduzir o uso de fertilizantes, tratamento de esgoto, montar áreas verdes ao redor das fontes de água, promover a conscientização ambiental e etc.

[...]

Como recuperar um rio/ambiente eutrofizado?

É fundamental reduzir o aporte de nutrientes, remover o excesso de plantas aquáticas e implementar práticas de gestão sustentável da água, promover a conscientização ambiental, incentivando práticas sustentáveis de uso da água e proteção dos ecossistemas aquáticos.”

EZ4: “Como resolver o problema da eutrofização?

Para controlar a eutrofização, podem ser usadas técnicas preventivas ou corretivas. As preventivas se baseiam em diminuir o fornecimento dos nutrientes danosos para o lago por uma fonte externa, controlando e [sic] esgoto urbano, tratando os efluentes industriais.”

A respeito do critério C, não se encontra qualquer menção à realidade de Pernambuco ou mesmo do Brasil quanto a eutrofização. As atividades sobre esse fenômeno foram mais informativas, não observando-se uma contextualização do fenômeno com a realidade dos estudantes.

Porém, o fenômeno chama atenção em Pernambuco. Podemos citar, por exemplo, o artigo “*Processos de Eutrofização em Estuários Tropicais no Nordeste do Brasil*”, de Silva *et al.* (2023), que apresenta dados de uma análise de água de sistemas estuários de quatro rios do litoral sul do estado: Jaboatão, Ipojuca, Sirinhaém e Formoso. A análise quantitativa de amostras de água dos quatro rios mostrou que os quatro sofrem eutrofização antrópica intensa, principalmente os rios Jaboatão e Ipojuca. O primeiro por conta de alta densidade populacional e o segundo devido às atividades industriais e agrícolas e a resíduos de origem doméstica ao longo do seu curso (Silva *et al.* 2023).

5.1.2.4 Poluição mineral (PM)

Foram elaborados dois resumos sobre o fenômeno **poluição mineral**. Embora os dois textos atendam ao que foi pedido no critério A (Articulação de conceitos químicos para explicação do fenômeno), observamos que um explica o fenômeno de forma aprofundada e o outro de maneira mais superficial. Ambos se propõem a informar a respeito do tema e nenhum dos dois apresenta propostas para a resolução da questão ou aponta ocorrências do fenômeno no contexto local. Como foram dois trabalhos e apenas o critério A foi atendido, analisamos por completo PM1 e depois fizemos o mesmo com PM2.

O foco em ambos os textos foi explicar o fenômeno e apontar características químicas. Os dois trabalhos exemplificam os metais pesados citando arsênio (As), chumbo (Pb), cádmio (Cd) e mercúrio (Hg), explicam como ocorre a poluição mineral, fatores que a provocam, suas consequências químicas e seus impactos socioambientais. Uma hipótese para não observarmos sugestões de soluções para a

questão é esse tema, na nossa percepção, ser algo pouco presente no contexto social dos estudantes.

Sobre o PM1, entendemos que o(s) autor(es) buscou(aram) elaborar um texto informativo. O trabalho explica o tema a partir dos seguintes tópicos: “O que é poluição mineral?”, “O que causa a poluição mineral?”, “Quais os impactos?”, “Características da poluição mineral” e “Consequências Químicas”.

Como pode-se observar no trecho abaixo, a partir do segundo tópico, o(s) autor(es) listou(aram) as informações utilizando palavras-chave seguidas de uma breve explicação. Para maior objetividade na análise, optamos por exemplificar isso apenas com o primeiro exemplo do segundo tópico.

PM1: “*Poluição mineral refere-se à **contaminação do ambiente, particularmente do solo e da água, por minerais e substâncias químicas derivadas de atividades humanas como mineração, processamento de minerais e o uso de fertilizantes e pesticidas. Esses minerais podem incluir metais pesados como mercúrio, cádmio e arsênio, além de outros compostos minerais***

[...]

O que causa poluição mineral?

1 – Mineração: a extração e o processamento de minérios podem liberar grandes quantidades de minérios no ambiente.

2 – Indústria: [explicação]

3 – Agricultura: [explicação]

4 – Lixiviação: [explicação]

5 - Erosão e desmatamento: [explicação]”

O segundo texto foi mais curto, mas também informativo. Em dois parágrafos, o resumo foca nas consequências químicas e impactos da contaminação dos recursos hídricos por metais pesados para os ecossistemas, como consta nos trechos, que destacam as unidades de contexto:

PM2: “*Isso [a poluição mineral] resulta em **sérias consequências químicas, tais como a acidificação do solo e da água, a contaminação por metais tóxicos na cadeia alimentar, o que causa danos à saúde e à Biodiversidade, também a atividade mineradora frequentemente produz resíduos tóxicos que podem vazar para o meio ambiente, intensificando a poluição.***

[...]

*A **liberação de metais pesados, como mercúrio, chumbo, cádmio e arsênio, contamina o solo, a água e o ar, afetando ecossistemas inteiros. A acidificação do solo e a da água é***

*uma das consequências mais graves, tornando os **solos inférteis e comprometendo a sobrevivência de muitas espécies vegetais e animais.***

A partir das análises, percebemos que o enfoque dos dois textos é a explicação sobre a poluição mineral, as suas características e consequências químicas e os impactos que ela provoca no meio ambiente e na saúde humana. Observamos que embora ambos os trabalhos utilizem o termo “metais pesados” e deem exemplos destes (As, Pb, Cd, Hg), não apresentam uma definição para a expressão.

Os dois trabalhos citam possíveis causas da poluição mineral (PM1) e atividades desencadeadoras do fenômeno (PM2). O primeiro cita “mineração”, “indústria”, “agricultura”, “lixiviação” e “erosão e desmatamento” como causas da poluição mineral, já PM2 cita “extração, processamento e uso de minerais”. Além disso, ambos os resumos citam consequências químicas e impactos do fenômeno para o meio ambiente, com PM1 acrescentando como este afeta a saúde humana.

5.1.2.5 Poluição térmica/radioativa (T/R)

Inserimos **poluição térmica e radioativa** como um único tema pois ambos os tipos de poluição podem ter como fonte as estações de energia nuclear, embora esta não seja a única fonte (Carapeto, 1999; Mariani *et al.*, 2016; Siqueira, 2016; Zhang; Gu; Liu, 2019). Além disso, ambos são fenômenos que não enxergamos diretamente e são pouco discutidos. Foram elaborados 6 resumos sobre esses dois fenômenos. Três resumos abordam apenas a poluição térmica (T1, T2 e T3), dois abordaram ambos os tipos (T5, T6) e um apenas a poluição radioativa (T4/R1).

Como podemos observar, a partir das unidades de contexto grifadas nos trechos abaixo, todos os resumos articulam conceitos químicos para explicar a respeito dos fenômenos, apresentando suas características e apontando as suas causas e consequências químicas e socioambientais. Além disso, a maioria dos resumos aponta o fato dos fenômenos não serem visíveis a olho nu e os que tratam apenas da poluição térmica ressaltam o fato dela não ser um fenômeno muito comentado, mas importante por conta das consequências que provoca nos ecossistemas, com esses resumos apontando que ela pode ocorrer tanto nos corpos hídricos quanto na atmosfera terrestre.

T1: “A **poluição térmica se trata de um tipo de poluição** que se caracteriza principalmente pela **alteração que causa na temperatura normal do ar e também da água.**

[...]

[A poluição térmica] é um assunto que não é muito comentado, mesmo levando em conta a gravidade do impacto que pode acabar causando, podendo afetar nosso ecossistema.

No mar, a poluição térmica **pode ocorrer quando o calor é descarregado em corpos d’água, como rios, lagos e até oceanos, através do despejo de água de resfriamento de usinas de energia ou de águas residuais industriais.** O que pode afetar todo o ecossistema aquático, afetando o crescimento de plantas aquáticas, atrapalhar [sic] a reprodução dos peixes, **diminuindo a concentração de oxigênio dissolvido na água,** entre outros meios que se têm consequências [sic].”

T2: “**Poluição térmica** é um tipo de poluição que não é visível ou audível e que se caracteriza pela **alteração da temperatura normal do ar ou da água.**

[...]

Pouco se fala a respeito desse tipo de poluição, entretanto, ele pode ser tão nocivo aos ecossistemas quanto outros tipos mais conhecidos e divulgados.

A poluição térmica da água, por exemplo, pode ocasionar a morte de uma grande quantidade de peixes e **alterar a quantidade de oxigênio presente na água.**

[...]

Essa alteração da temperatura [provocada especificamente pela poluição térmica da água] **pode ter diferentes causas, sendo uma delas o uso da água para resfriamento de caldeiras e outros sistemas industriais.**”

T3: “O que é Poluição Térmica?

É a **alteração da temperatura do ar e da água utilizada pelas usinas hidrelétricas, termoelétricas e nucleares.** Esse tipo de poluição é o menos conhecido porque não é visível, porém afeta diretamente o meio ambiente, causando grandes impactos ambientais. Um exemplo nítido [sic] para identificar esse tipo de poluição, [sic] é a temperatura da água, a qual retorna aos ambientes aquáticos com uma temperatura superior, que causa a morte de diversas espécies de animais e vegetais...

[...]

Além das usinas, que são a principal causa dessa poluição, o desmatamento, a erosão do solo e a urbanização influenciam no aumento da poluição térmica.”

T4/R1: “Poluição radioativa

Ocorrido [sic] **por meio de resíduos radioativos lançados no ar e no solo e também na própria água, por experiências nucleares, lixos atômicos jogados de forma irresponsável pelo humano** [sic]. Sendo um tipo de poluição muito perigoso,

por precisar de uma alta responsabilidade, [sic] **no descarte de urânio, na mineração e nos próprios resíduos radioativos.** Tendo um grande impacto no ambiente aquático e também no próprio ecossistema da área.

[...]

Principais consequências

Danos ao ambiente aquático: Afetando esse ambiente, pode causar mudanças no ecossistema, como nos peixes, algas, mudando sua população [sic].

Saúde humana: [explicação]

Impacto econômico: [explicação]”

T5: “*Estes tipos de poluição se diferem dos demais por não poderem ser vistos ou sentidos ao [sic] curto prazo, porém ao [sic] longo prazo podem causar um elevado número de problemas, principalmente à vida selvagem.*

... [a poluição térmica] pode ser **causada por usinas termoeletricas, nucleares e hidrelétrica [sic]** que ao longo prazo aumentam a temperatura da água e do ar.

[...]

Quanto à **poluição radioativa**, ela é **causada por resíduos radioativos, normalmente originários de usinas nucleares, mas também podem vir de acidentes nessas usinas ou armas nucleares.** Este tipo de poluição é mais perigoso pois seus efeitos se manifestam mais rápido e perduram por anos, causando ‘doenças’ relacionadas a radioatividade e danos no DNA dos afetados.”

T6: “A **poluição térmica** ocorre quando atividades humanas, como **usinas termoeletricas e industriais, aumentam a temperatura dos corpos d’água.**

Suas principais características [sic] incluem **a redução do oxigênio dissolvido, aumento da toxicidade de certos poluentes, alterações na solubilidade de gases, [sic] e aceleração de reações químicas.”**

[...]

A poluição radioativa nas águas é um fenômeno grave que ocorre devido à liberação de materiais radioativos no ambiente aquático, geralmente provenientes de atividades humanas (e suas irresponsabilidades), como usinas nucleares, hospitais e indústrias.”

Convém mencionar que apenas T5 tratou dos dois tipos de poluição em conjunto. Estabelecendo o fato de não serem fenômenos visíveis e que possuem ação de longo prazo como fator de ligação entre eles. O outro trabalho que tratou dos dois tipos fez dois resumos separados.

Quanto ao critério B (Profundidade da argumentação e a proposição de soluções), apontamos que metade dos resumos apresenta propostas para solucionar a poluição térmica e entre estes, um sugere como evitar poluição

radioativa. Os outros resumos abordaram os fenômenos poluidores trazendo informações sobre as características e causas deles e suas consequências.

Como pode-se observar, a partir das unidades de contexto grifadas nos trechos a seguir, T1 procura expor soluções para a poluição térmica que afeta os recursos hídricos e a atmosfera, enquanto T3 e T5 tiveram como foco a poluição térmica nos corpos de água. Os dois resumos propuseram o armazenamento da água extraída para a utilização por sistemas de arrefecimento de indústrias e usinas de energia até que esta esteja em temperatura adequada para ser retornada ao corpo hídrico de origem.

T1: “...*assim, mostrando a grande importância de **práticas sustentáveis** e a **redução de emissões de calor**, como por exemplo, **usar fontes de energia renováveis**, o maior investimento em **transporte público de alta eficiência** e promover a **adoção de veículos elétricos**, o **reflorestamento**, entre outras práticas...*”

T3: “...*A forma mais adequada de evitar a poluição térmica e [sic] **armazenar água por parte das indústrias, ao invés de despejar a água diretamente nos rios, o ideal é que a água fique guardada até chegar em uma temperatura adequada para ser eliminada na natureza sem causar maiores danos.***”

T5: “*Uma solução [para a poluição térmica] é a **armazenagem da água de indústrias para arrefece-la [sic] antes de descartá-la.***

[...]

*É vital haver um **manuseio correto desta potente fonte de energia** [a energia nuclear] e **responsabilidade, ou mesmo extinção de teste de armas nucleares**, que ameaçam o globo.”*

Em relação ao critério C, apenas T5 chega a mencionar poluição térmica em Pernambuco, mais especificamente no Complexo Industrial Portuário de Suape. Ao comentar a poluição radioativa, o mesmo resumo explica brevemente a respeito do acidente com o isótopo radioativo Césio-137, ocorrido em Goiânia em 1987 (Cerqueira, 2023).

“T5: ...***Este polo industrial** [Suape] **abriga refinarias de petróleo, usinas termelétricas e outras indústrias que utilizam grandes quantidades de água para resfriamento e processos industriais, devolvendo-a aquecida ao ambiente...***

[...]

*Os principais elementos radioativos presentes são o **Césio-137** (cujo elemento foi responsável por um dos maiores incidentes do Brasil), o estrôncio-90 e o plutônio-239...”*

O tema poluição térmica e radioativa foi o mais escolhido pelos estudantes, com 6 trabalhos. Porém, apenas 3 resumos propuseram ações para resolver o problema e, destes, apenas 1 tratou sobre a realidade do fenômeno em Pernambuco, mesmo que de forma pouco aprofundada.

Fazendo uma análise comparativa entre os trabalhos, entendemos que os fenômenos poluidores contaminação por agrotóxicos e eutrofização foram os que foram mais explorados no sentido de que mais textos a respeito desses temas cumpriram com os três critérios estabelecidos na atividade. Quantitativamente, poluição térmica e radioativa foi o tema que teve mais resumos, porém destaca-se que se trata de dois fenômenos avaliados de forma conjunta.

É necessário esclarecer que os critérios não foram informados previamente para os estudantes, nas atividades. Foi solicitado apenas que os resumos tivessem até duas páginas e que fossem destacadas as características e consequências químicas do fenômeno. Apenas um resumo ultrapassou duas páginas, mesmo assim ele foi avaliado. Foi pedido, como algo opcional, a adição de informações sobre a ocorrência do fenômeno no estado de Pernambuco.

No tópico a seguir, elencamos as nossas considerações gerais a respeito das duas atividades aplicadas na Sequência Didática Problematizadora como um todo. Tanto a atividade 1, que foi realizada em grupos, quanto a atividade 2, que podia ser feita de forma individual ou em dupla.

5.1.3 Considerações gerais sobre as atividades

Entendemos que essas atividades atenderam os propósitos para os quais foram repassadas aos discentes: avaliar como estudantes da educação básica observam a temática poluição hídrica em uma perspectiva socioambiental e analisar como eles realizam a articulação entre fenômenos poluidores dos rios e conceitos químicos.

No que diz respeito à atividade 1, acreditamos que ela cumpriu o seu propósito e o que se espera da etapa 1 do Arco de Maguerez, ou seja, os estudantes observaram atentamente fenômenos da realidade social e, a partir de um

registro escrito, puderam notar identificar detalhes mais relevantes sobre o que observaram (Berbel, 1996, 1998).

Sobre a segunda atividade, portanto, acreditamos que ela cumpriu o seu propósito e as etapas 2 e 3 do Arco de Maguerez. Isso porque os estudantes puderam realizar uma investigação autônoma sobre partes da problemática da poluição hídrica para construir conhecimentos a respeito do assunto que poderiam ser utilizados para a etapa seguinte: a elaboração de hipóteses de solução para essa questão (Berbel, 1996, 1998).

Destacamos que a metodologia da problematização, por ser uma metodologia ativa, possui como um de seus pressupostos teóricos a autonomia (Berbel, 2011; Mitre *et al.*, 2008). Dito isso, Richartz (2015) entende a pesquisa como um instrumento importante para o desenvolvimento de autonomia e consciência crítica. E foi com o intuito de que os discentes realizassem a pesquisa para essa atividade de maneira autônoma que não foram fornecidos ou recomendados textos específicos sobre o tema.

Levando-se em conta que não foi estabelecida uma gratificação em forma de pontuação extra pela realização das atividades, consideramos que a resolução delas pode ser um indício de engajamento cognitivo positivo por uma parte dos discentes. Porém, deve-se destacar que houve uma análise qualitativa das atividades escritas e tiramos nossas conclusões a partir de nossa percepção a respeito dos trabalhos analisados. Após a avaliação das atividades, passamos à análise do áudio da última aula presencial de aplicação da Sequência Didática Problematizadora.

5.2 ANÁLISE DO ÁUDIO

A metodologia mais coerente para a pesquisa e que resultaria em um conjunto de dados mais consistentes para se fazer uma análise mais precisa seria a gravação de todos os encontros presenciais realizados durante a aplicação da SDP. Porém, por erro procedimental, apenas o último encontro presencial foi gravado.

Os dois primeiros momentos foram duas aulas introdutórias a respeito do tema poluição hídrica com apresentação da sequência didática (incluindo o vídeo introdutório) e realização da atividade 1. Já os encontros 3 e 4 foram utilizados para discussão de conceitos químicos associados à água e aos métodos de diagnóstico da qualidade da água. Na quinta e última aula, para o qual há registro de áudio, foi

discutida uma Situação Problema (SP) relacionada à poluição do Rio Ipojuca, com levantamento de causas para o problema e possíveis soluções.

Na última aula presencial, ocorreram dois momentos: um para analisar a SP e as evidências que ela oferece sobre a poluição do Rio Ipojuca e outro para a discussão de causas e soluções para o problema apontado, sendo esse momento aquele no qual houve participação maior dos discentes. Esse processo corresponde à execução da quarta etapa do Arco de Magueres, na qual os estudantes puderam, com a mediação do professor, propor hipóteses de solução. É uma etapa que pode instigar os potenciais reflexivo e criativo dos discentes, fazendo com que eles utilizem as informações das quais se apropriaram na etapa 3 para a elaboração de propostas com o objetivo de superar para a problemática analisada (Berbel, 1996, 1998). A seguir temos algumas das causas apontadas pelos estudantes para a poluição do Rio Ipojuca:

Pesquisador: *“Então, eu vou fazer o seguinte. (...) vou anotar aqui [no quadro] possíveis causas e possíveis soluções. (...) Baseado no que a gente já viu, o que vocês acham que pode ser fator causador [sic] da poluição do Rio Ipojuca?”*

E1: *“É, empresas.”*

Pesquisador: *“Poluição provocada por empresas, certo (...) além da poluição provocada por empresas, vocês pensaram em mais alguma coisa?”*

E2: *“População.”*

Pesquisador: *“É, a [provocada pela] população também, né.”*

E2: *“É.”*

[...]

E3: *“Professor, a poluição provocada por agrotóxicos tanto na água...”*

Pesquisador: *...agrotóxicos que acabam indo para a água.*

[...]

E4: *“Alteração do pH”*

Ao refletir sobre possíveis causas para a poluição hídrica, os estudantes possivelmente, recorreram a conteúdos que encontraram pesquisando os fenômenos poluidores da atividade 2. Nas duas primeiras causas apresentadas, o pesquisador acrescentou palavras para descrever melhor as causas sendo descritas pelos discentes. É importante observar que, diferente do que foi sugerido pelo estudante 4, a alteração do pH não seria um fator causador de poluição hídrica, mas sim uma consequência da poluição físico-química dos corpos de água que costuma ser causada por fenômenos como a poluição mineral, a eutrofização e o despejo de

efluentes urbanos e industriais (Andrade; Souza; Couto, 1998; Silva *et al.*, 2023; Silveira; Sant'Anna, 1990).

Após discutirmos as causas, foi pedido para que os estudantes apontassem soluções. A numeração para as abreviações foi reiniciada, ou seja, não necessariamente indicam as mesmas pessoas da citação anterior. Abaixo estão três das soluções sugeridas:

Pesquisador: *“Agora chegamos na parte em que nós pensamos em possíveis soluções para os problemas apontados e para manter o Rio Ipojuca limpo. Ou para pelo menos diminuir a intensidade da poluição.”*

E1: *“É, e, é...alguns tanques, tem, rios, é (...) que tem tipo uns tipos [sic] de filtros, que filtra [sic] a sujeira do ambiente e coloca pra [sic] fora da...do rio e acho que seria uma possível solução colocar esses filtros espalhados pelo rio Ipojuca que não só além de filtrar as impurezas que tem na água, também iria reduzir a quantidade de lixo que seria já uma possível solução para duas causas que tá aí. [no quadro branco, pois a medida que as causas e soluções foram apontadas, elas foram registrados por escrito].*

[...]

A maioria dos lixos [sic] que vão parar no Rio Ipojuca são mais das pessoas de casa, então se aumentasse coleta de lixo nos bairros e acabasse [sic] colocando aquelas caçambas de lixo em cada bairro, diminuiria a poluição do rio porque as pessoas estariam [sic] menos dispostas a colocar o lixo no rio devido às caçambas de lixo nos bairros.”

E2: *“E conscientização.”*

Destacamos que as soluções apontadas em sala de aula, exceto a conscientização da população sobre a poluição hídrica, um dos nossos objetivos com essa sequência didática, envolveriam investimentos do setor público para lidar com os problemas que discutimos.

A principal dimensão do engajamento que foi avaliada foi o engajamento comportamental. Conforme os registros de áudio, percebemos que integrantes da turma ficaram dispersos por conversas paralelas durante alguns momentos da explicação, algo comum nos outros encontros, porém alguns estudantes pareciam motivados a ouvir as explicações e participar do diálogo para resolução da SP.

Concluimos, a partir do áudio, que o engajamento comportamental a nível de grupo teve problemas com as conversas paralelas. Porém, a proposta da aula foi bem sucedida pois gerou um debate sobre possíveis soluções para o problema da

poluição hídrica, com foco especial no Rio Ipojuca por este ser o mais presente no contexto dos estudantes.

Após o debate de causas e soluções para a situação problema, foi informado para os estudantes que seriam preparados materiais de divulgação nas redes sociais para que o professor e os estudantes fizessem alguma forma de intervenção para a solução da problemática, como preconiza a MP (Berbel, 1998).

5.3 ELABORAÇÃO DO MATERIAL DE SENSIBILIZAÇÃO

A produção do material de sensibilização sobre a poluição hídrica foi a solução aplicada em consonância com a quinta e última etapa do Arco de Maguerez e da SDP. Essa foi a proposta de intervenção escolhida inicialmente devido a sua menor complexidade e o pouco tempo disponível no calendário escolar e na agenda dos estudantes para a aplicação de atividades mais elaboradas, como entrevistas com a comunidade local ou a elaboração de um podcast, atividades realizadas na pesquisa de Farias (2023). A produção do material também foi o terceiro objetivo específico da pesquisa.

É na última etapa do Arco de Maguerez que a metodologia da problematização (MP) se diferencia de outras metodologias ativas, como por exemplo a Aprendizagem Baseada em Problemas. Isso porque nessa etapa os estudantes executam a cadeia dialética ação-reflexão-ação, ou seja, pela MP eles ultrapassam o exercício intelectual e intervêm de alguma forma na realidade social, contribuindo ativamente para sua transformação em algum grau (Berbel, 1996, 1998; Colombo; Berbel, 2007).

Cinco estudantes se voluntariaram para fazer os posts, que foram publicados entre 8 e 21 de junho de 2024, com cada post sendo em um dia diferente para o engajamento do conteúdo na rede social ser o maior possível. O texto e o design dos posts foram produzidos pelos próprios discentes com a nossa supervisão e orientação através de um grupo de Whatsapp. Os posts foram feitos na plataforma Canva e posteriormente publicados no Instagram da turma, no perfil @[1a_redess](#)¹⁵. Além dos posts, por sugestão dos discentes também foram feitos sites para aprofundar o conteúdo dos posts, os sites foram criados pelos estudantes na plataforma Gamma com auxílio de Inteligência Artificial.

¹⁵ Em 2025 @2a_redess, os posts ainda podiam ser visualizados em março de 2025.

Nos parágrafos seguintes, fizemos a análise dos materiais para os posts e dos sites. O primeiro intuito foi analisar a maneira como as categorias de análise que elencamos no Quadro 3 foram contempladas nos materiais, já o segundo foi avaliar como pode ter se dado o engajamento cognitivo e comportamental dos estudantes voluntários a partir de uma análise do conteúdo dos posts e dos sites.

Quadro 3 – Categorias elaboradas e suas respectivas contemplações

Código	Categorias	Índice de contemplação
AQPH	Articulação entre conceitos químicos e poluição hídrica	Pouco satisfatório
CR	Contextualização com a realidade social	Totalmente satisfatório
PA	Profundidade de argumentação	Totalmente satisfatório
PC	Grau de pensamento crítico	Totalmente satisfatório

Fonte: O autor (2025)

Embora essas categorias sejam utilizadas especificamente para a análise dos materiais de sensibilização, elas foram pensadas a partir da finalidade da análise dos quatro materiais que constituem o *corpus* de análise dessa pesquisa. Nesse sentido, os índices de contemplação foram conclusões quanto à elaboração dos materiais nas quais chegamos a partir da nossa percepção a respeito do conteúdo dos materiais, tendo como critério de avaliação o cumprimento dos objetivos do trabalho.

Os posts tiveram como foco quatro temas principais, nessa ordem: 1. Poluição Hídrica; 2. Definição e tipos de poluição; 3. Rio Ipojuca e 4. Conceitos e características químicas relacionados com a água. Os textos de cada post estão identificados pela letra P seguido de um número arábico (1, 2, 3, 4)

O primeiro post, conforme apresentado na Figura 6, explica sobre a poluição dos recursos hídricos e contém 5 partes. A primeira parte serve para chamar atenção para o tema com o uso de linguagem coloquial (P1: “Ei”, “arrasta para o lado e vem aprender com a gente”). As três partes seguintes contêm, nessa ordem: uma definição de poluição hídrica, como ela nos afeta e como ela pode ser identificada a partir dos principais poluentes, como pode ser visto nos trechos abaixo. E na última parte, é feito um chamamento à ação pelo receptor (P1: “Agora você já sabe! Cuide do planeta Terra, ele precisa de você!”)

P1: “A poluição hídrica...é uma alteração na qualidade da água que causa ruptura nos ecossistemas naturais.

[...]

Além de causar um mal cheiro incomodo. Ela também afeta os seres humanos do ponto de vista sanitário, pois alterações químicas ou biológicas na água podem torná-la imprópria para consumo.

[...]

Os tipos mais comuns [de poluentes] são:

- Resíduos sólidos (como lixo doméstico)
- Matéria orgânica (principalmente esgoto)
- Efluentes químicos e industriais
- Metais pesados (como mercúrio, chumbo e cádmio)
- Compostos orgânicos biorresistentes (como detergentes e agrotóxicos)”

Figura 6 – Post sobre poluição hídrica



Fonte: (@[2a_redess](#), 2024)

O site referente a esse post divide-se em 7 tópicos. Compreendemos que o site de fato aprofunda os conteúdos do post, inserindo coisas que nele estão ausentes ou com destaque menor. No post, focou-se na explicação sobre a poluição hídrica, seus impactos mais perceptíveis (sanitários e na qualidade da água) e os principais poluentes que podem ser encontrados, com o intuito de conscientização individual do receptor. No site os impactos e fontes da poluição são descritos de maneira mais aprofundada, acrescentando-se o papel do poder público, como a sociedade civil pode exercer papel ativo na resolução da questão (além da conscientização individual) e possíveis tratamentos para água contaminada (tratamentos primário, secundário e terciário). Uma parte do site pode ser vista na Figura 7.

Figura 7 – Site referente à poluição hídrica



Fonte: O autor¹⁶ (2025)

O segundo post, que trata a respeito da poluição de forma mais abrangente e os seus possíveis tipos, foi o mais visual e menos descritivo (vide Figura 8). Nele, realiza-se um chamamento na imagem inicial (P2: “*Arraste para o lado e simhora [sic] saber mais*”) com uma definição do termo poluição na imagem seguinte. A partir da imagem 3, temos apenas o destaque dos possíveis tipos de poluição com imagens relacionadas a eles, por exemplo para poluição hídrica temos um rio cheio de lixo, para poluição atmosférica uma indústria emitindo fumaça da sua chaminé, para poluição sonora um megafone etc. E na última imagem um chamamento para ação (P2: “*Save our Planet*”¹⁷). O site, como pode ser visto na Figura 9, descreve a respeito da poluição e dos tipos de poluição presentes no post, embora o post mostre sete tipos e o site explique apenas os três primeiros (ar, água e solo). Além disso, também são explicadas as causas da poluição, seus impactos para o meio

¹⁶ Captura de tela de conteúdo do seguinte link: <https://desafio-poluicao-hidrica-pkhxuzo.gamma.site/>

¹⁷ “Salve nosso planeta.”

ambiente e a saúde humana, ações individuais para reduzir a poluição e possíveis soluções e perspectivas para o futuro.

Figura 8 – Post sobre definição e tipos de Poluição



Fonte: (@[2a_redess](#), 2024)

Figura 9 – Site referente à definição e tipos de poluição



Fonte: O autor¹⁸ (2025)

O terceiro post, o que possui maior contextualização com a realidade local, como pode ser visto na Figura 10, tem como tema principal o Rio Ipojuca. Tanto o post quanto o site relacionado com ele descrevem características geográficas do corpo hídrico, sua importância econômica e histórica para a comunidade de

¹⁸ Captura de tela de conteúdo do seguinte link: <https://poluicao-impactos-soluco-g76wu4r.gamma.site/>

Bezerros e de cidades próximas e os impactos ambientais pelos quais ele passa nos dias atuais. O site¹⁹ aprofunda as informações do post e também descreve ações que podem ser feitas para a preservação e conservação de rios.

Figura 10 – Post sobre o Rio Ipojuca



Fonte: (@2a_redess, 2024)

Por fim, o quarto e último post é o que mais trabalha com conceitos da química, destacando conceitos e propriedades físico-químicas da água (vide Figura 11). O post descreve algumas propriedades da água e comenta sobre a escala de pH, a caracterização da água como “solvente universal” e quatro reações químicas nas quais a água pode estar presente: ionização, neutralização, hidrólise e de oxirredução (ou “redox”). O site²⁰ acrescenta entre as propriedades físico-químicas polaridade, ligações de hidrogênio, ponto de fusão e capacidade térmica e explica com mais detalhes as ligações de hidrogênio e o papel da água como “solvente universal”.

Figura 11 – Post sobre conceitos e características químicas relacionados com a água



Fonte: (@2a_redess, 2024)

Partindo para a análise geral dos materiais, quanto às categorias de análise (Quadro 3), os posts em conjunto com os sites conseguem abarcar de forma

¹⁹ Link do site 3: <https://rio-ipojuca-conservacao-9x80jab.gamma.site/>

²⁰ Link do site 4: <https://quimica-da-agua-explorad-1kjsvjvk.gamma.site/>

totalmente satisfatória três das quatro categorias: CR, PA e PC. Como os posts foram direcionados para as redes sociais, se fazia necessário utilizar estratégias para que eles conseguissem o maior número possível de visualizações. Isso porque redes sociais como o Instagram funcionam na lógica da economia de atenção e, portanto, existem milhares de posts que a todo o momento competem pela atenção dos usuários (Bentes, 2021; Zago, Silva, 2014). Por isso os posts tiveram textos bastante resumidos com designs visuais chamativos e fizemos opção pela criação dos posts com aprofundamento de conteúdo a partir de um site para cada post.

Considerando a junção de post e site como um material de divulgação, compreendemos que os quatro materiais atenderam o intuito para os quais foram produzidos. Quanto à AQPH, acreditamos que essa categoria foi atendida de forma pouco satisfatória, pois foram feitos três materiais com foco na poluição hídrica e em impactos socioambientais e um focado nos conceitos químicos, faltando uma articulação mais direta entre os dois temas. Os outros critérios, porém, foram atendidos de maneira satisfatória pois existe uma argumentação crítica sobre educação ambiental e o papel da comunidade na preservação dos recursos hídricos. Além disso, é feita uma contextualização entre os conteúdos abordados e a realidade social nos três primeiros materiais, com esse foco sendo na realidade local no material três.

Quanto aos cinco discentes voluntários, entendemos que o engajamento comportamental deles com a atividade foi positivo por eles terem tido a iniciativa de participar voluntariamente da produção do material, por sugerirem uma maneira de aprimorar a atividade inicialmente proposta e por todos participarem da produção dos posts e dos sites. Cabe destacar que o momento de produção e elaboração desse material (próximo ao final do primeiro semestre letivo) pode ter funcionado como fator que impediu a participação de mais estudantes. Cabe destacar que um dos discentes voluntários foi responsável pelos designs visuais dos posts.

Também entendemos que o engajamento cognitivo dos estudantes foi positivo pois, da mesma forma que nas atividades escritas, também não foi atribuída pontuação extra para a participação na elaboração desses materiais. Encerrada a análise dos dados e materiais produzidos durante a aplicação da SD, partimos para as considerações finais.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da contextualização de conceitos químicos com o tema poluição hídrica utilizando a Metodologia da Problematização, compreendemos que a aplicação prática das etapas do Arco de Maguerez por meio de uma Sequência Didática Problematizadora pode trazer contribuições significativas para um ensino de química que tenha compromisso com a formação da autonomia intelectual e da consciência crítica de estudantes da educação básica.

Por meio da análise dos materiais coletados no período de execução da SDP, observamos que os estudantes participantes articulavam os conhecimentos químicos que já possuíam, pesquisaram para a elaboração de seus trabalhos na atividade 2 ou podem ter obtido com ajuda das aulas expositivas, com uma contextualização com a problemática da degradação dos recursos hídricos em uma perspectiva socioambiental, com alguns destacando a realidade local no processo.

O pouco tempo disponível para a realização da pesquisa com os estudantes impediu a execução de ações como a criação de materiais de sensibilização mais elaborados que posts carrossel para o Instagram e sites aprofundando o conteúdo desses posts, mas compreendemos que os materiais feitos cumprem o seu objetivo de informar e alertar a comunidade local a respeito da poluição hídrica.

Também não foi possível realizar uma discussão mais direta com a comunidade local a respeito da poluição hídrica ou uma visita de campo ao Rio Ipojuca para que os estudantes vissem com os próprios olhos a situação do rio ou para coletar amostras de água deste para realizar uma análise laboratorial quantitativa de suas águas. Uma possibilidade para evitar ou diminuir essa dificuldade em um futuro trabalho acadêmico pode ser a reaplicação dessa sequência didática com um grupo focalizado de estudantes voluntários dos três anos do Ensino Médio em um horário à parte do horário de aulas.

Entretanto, acreditamos que a pesquisa realizada contribuiu significativamente para analisar como o Arco de Maguerez pode ser utilizado no ensino de conceitos da química de maneira contextualizada. Acrescentamos também como o arco e a MP permanecem importantes, sendo possível a utilização de ambos para tratar de problemáticas atuais, principalmente com a aplicação prática de propostas de intervenção para contribuir com a resolução de uma problemática, algo que diferencia a MP de outras metodologias ativas.

Compreendo que essa pesquisa foi um passo importante para a minha formação docente, não apenas para a escrita desse trabalho, mas para perceber com mais clareza, embora já reconhecesse parte dessas questões antes: a importância da contextualização dos conteúdos e conceitos químicos com a realidade dos estudantes, do papel do professor como mediador do processo de construção do conhecimento realizado de maneira autônoma e criativa pelos estudantes e da preparação dos discentes para exercer o papel de cidadãos ativos na sociedade a partir da formação de consciência social crítica.

Além da possível aplicação da SDP abordada neste trabalho com um grupo focalizado, também pensamos que pode ser realizado futuramente: uma abordagem maior da relação entre a problematização no ensino de química e o conceito de *práxis*, que é um elemento presente na explicação sobre a metodologia, mas que decidimos não abordar, pelo menos não explicitamente, nesse trabalho por questão do tempo disponível e dos objetivos da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, R. C. B. de; SOUZA, M. F. L. de; COUTO, E. da C. G. Influência de efluentes têxteis e alimentícios sobre o metabolismo e propriedades físicas e químicas do rio Piauitinga (Sergipe). **Química Nova**, Campinas, v. 21, n. 4, p. 424-427, 1998. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/v5C3h3J3tGzMrYJxRjmkdsj/?lang=pt>. Acesso em: 20 dez. 2024.
- ANDRADE, M. C. K. Catástrofe no Rio Grande do Sul: impactos e necessidades da sustentabilidade. **Centro de Notícias Uninter**, 2024. Disponível em: <https://www.uninter.com/noticias/catastrofe-no-rio-grande-do-sul-impactos-e-necessidades-da-sustentabilidade>. Acesso em: 04 out. 2024.
- APPLETON, J. J.; CHRISTENSON, S. L.; FURLONG, M. J. Student engagement with school: critical conceptual and methodological issues of the construct. **Psychology in the Schools**, Hoboken, v. 45, n. 5, p. 369-386, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/227690344_Student_engagement_with_school_Critical_conceptual_and_methodological_issues_of_the_construct. Acesso em: 17 jul. 2024.
- BACCI, D. de la C.; PATACA, E. M. Educação para água. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 211-226, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/4Cz7B6yQGGfV73Ngy6q848w/>. Acesso em: 11 nov. 2024.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Tradução: Luís Antero Reta e Augusto Pinheiro. Lisboa: Edições 70, 1977. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7684991/mod_resource/content/1/BARDIN_L_1977_Analise_de_conteudo_Lisboa_edicoes_70_225.20191102-5693-11evk0e-with-cover-page-v2.pdf. Acesso em: 19 jul. 2024.
- BAZRAFSHAN, E. *et al.* Concentration of heavy metals in surface water and sediments of Chah Nimeh water reservoir in Sistan and Baluchestan province, Iran. **Desalination and Water Treatment**, v. 57, n. 20, p. 1-11, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/276100533_Concentration_of_heavy_metals_in_surface_water_and_sediments_of_Chah_Nimeh_water_reservoir_in_Sistan_and_Baluchestan_province_Iran. Acesso em: 2 jan. 2024.
- BENTES, A. **Quase um tique**: economia da atenção, vigilância e espetáculo em uma rede social. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2021. Disponível em: https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/16510/1/quase-um-tique_2020.pdf. Acesso em: 10 mar. 2025.
- BERBEL, N. A. N. A Metodologia da problematização no Ensino Superior e sua contribuição para o plano da praxis. **Semina**: Cio Soe./Hum., Londrina, v. 17, Ed. Especial, p. 8, nov. 1996. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/seminasoc/article/view/44943>. Acesso em: 15 jun. 2024.

_____. A problematização e a aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos? **Interface - Comunicação, Saúde, Educação**, Botucatu, v. 2, n. 2, fev. 1998.

_____. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, v. 32, n. 1, jan./jun. 2011.

_____, GAMBOA, S. A. S. A metodologia da problematização com o Arco de Maguerez: uma perspectiva teórica e epistemológica. **Filosofia e Educação**, Campinas, v. 3, n. 2, out. 2011.

BOCK, A. N. B.; FURTADO, O.; TEIXEIRA, M. de L. T. O Behaviorismo. *In*: _____. **Psicologias**: uma introdução ao estudo de psicologia. 13. ed. São Paulo: Saraiva, 2002. Disponível em:
https://evirtual.upra.ao/examples/biblioteca/content/files/enf_Ana%20Merces%20Bahia%20Bock%20-%20Psicologias_%20uma%20introducao%20ao%20estudo%20de%20psicologia.pdf
 . Acesso em: 23 mar. 2025.

BORDENAVE, J.D.; PEREIRA, A. M. O que é ensinar. *In*: _____. (org.) **Estratégias de ensino-aprendizagem**. 25. ed. Petrópolis: Vozes, 2004.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 3, p. 291–313, 2002. Disponível em:
<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6607>. Acesso em: 17 jul. 2024.

BOROCHOVICIUS, E.; TORTELLA, J. C. B. Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 83, p. 263-294, abr./jun. 2014. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/ensaio/a/QQXPb5SbP54VJtpmvThLBTc/?format=pdf&lang=pt>.
 Acesso em: 07 out. 2024.

BORTOLI, J. de. Qualidade físico-química da água em propriedades rurais com produção de leite no Vale do Taquari-RS. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, n. 39 v. 1, p. 81-102, Jan./Jun., 2017. Disponível em:
<https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/4464/4456>. Acesso em: 11 nov. 2024.

BRAGA, B. et. al. O meio aquático. *In*: _____. **Introdução à engenharia ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004, p. 73-125.

BRAIBANTE, M. E. F.; ZAPPE, J. A. A química dos agrotóxicos. **Química nova na escola**, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 10-15, fev. 2012. Disponível em:
http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc34_1/03-QS-02-11.pdf. Acesso em: 26 fev. 2025.

BRASIL. **Lei Nº 9.394** de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 1996. Disponível em:

http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/lei9394_ldbn1.pdf. Acesso em: 25 ago. 2024.

_____. **Lei Nº 9.795**, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 1999. Disponível em: <https://www.ibram.df.gov.br/images/Educa%C3%A7%C3%A3o%20Ambiental/LEI%20FEDERAL%20N%C2%BA%209795%20DE%2027%20DE%20ABRIL%20DE%201999%20-%20Pol%C3%ADtica%20Nacional%20de%20Educa%C3%A7%C3%A3o%20Ambiental.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2025.

_____. Ministério da educação. **Base Nacional Comum Curricular**: educação é a base. Brasília, 2018. 595 p. Disponível em: https://web.archive.org/web/20240824023605/http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 24 ago. 2024.

CARAPETO, C. **Poluição das Águas**: causas e efeitos. Lisboa: Universidade Aberta, 1999.

CARPENTER, S. *et al.* Nonpoint Pollution of Surface Waters with Phosphorus and Nitrogen. **Issues in Ecology**, Washington, D.C., n. 3, p. 1-12, 1998. Disponível em: <https://www.esa.org/wp-content/uploads/2013/03/issue3.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2024.

CASTRO, A. M. D. A. Mudanças Tecnológicas e suas Implicações na Política de Formação do Professor. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 49, out./dez. 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ensaio/a/pjBkph4qqQt94xKjprR6TfN/>. Acesso em: 7 jun. 2024.

CERQUEIRA, C. Césio-137: Acidente em Goiânia completa 36 anos. **FADE -UFPE**, 2023. Disponível em: <https://fade.org.br/cesio-137-acidente-em-goiania-completa-36-anos/>. Acesso em: 21 jul. 2024.

CHIACCHIO, A. D. Água: um bem cada vez mais ameaçado. **Conceito-Ação**, 2007. Disponível em: http://www.marcosmaximino.psc.br/mural_agua.asp. Acesso em: 7 nov. 2024.

CHIZZOTTI, A. Da Pesquisa Qualitativa. In: _____ (org.). **Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1995. Disponível em: https://www.academia.edu/38702337/Ant%C3%B4nio_Chizzotti_PESQUISA_EM_CI%C3%80NCIAS_HUMANAS_E_SOCIAIS_2a_edic%C3%A7%C3%A3o_CORTEZ_E_DITORA. Acesso em: 8 out. 2024.

CID, L. *et al.* Tradução e validação da adaptação para o exercício do *Perceived Motivational Climate Sport Questionnaire*. **Motriz**, Rio Claro, v. 18 n. 4, p. 708-720, out./dez. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/motriz/a/yfbRLNTYpkBC9Cjf8vMThJy/>. Acesso em: 18 jul. 2024.

COLOMBO, A. A.; BERBEL, N. A. N. A Metodologia da Problematização com o Arco de Maguerez e sua relação com os saberes de professores. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, v. 28, n. 2, p. 121-146, jul./dez. 2007.

CONDE, G. C.; FERREIRA, L. M. Viabilidade técnico econômica para obtenção de recursos hídricos via dessalinização. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, São Paulo, v. 8, n. 5, p. 957–988, 2022. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/5248>. Acesso em: 7 nov. 2024.

CORDEIRO, T. G. B. de F. "Passando a boiada" na Educação Ambiental: os programas educacionais do agronegócio. **Revista Mutirão**, v. 4, n. 3, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/mutiro/article/view/261628>. Acesso em: 20 jul. 2024.

COSTA, S. S. C. da; MOREIRA, M. A. Resolução de problemas III: fatores que influenciam na resolução de problemas em sala de aula. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 2, n. 2 (maio./ago. 1997). Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/141122>. Acesso em: 28 ago. 2024.

DELIZOICOV, D. Problemas e Problematizações. *In*: PIETROCOLA, M. (org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: UFSC, 2001. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/87874/mod_resource/content/2/Problemas_p_robmatizacao.pdf. Acesso em: 27 ago. 2024.

DIEHL, A. A.; TATIM, D. C. **Pesquisa em ciências sociais aplicadas: métodos e técnicas**. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

ECHEVERRÍA, M. D. P. P.; POZO, J. I.. Aprender a resolver problemas e resolver problemas pra aprender. *In*: POZO, J. I. (org.) **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Atmed, 1998. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/6831/mod_resource/content/4/pozo-cap%201%20.pdf. Acesso em: 28 ago. 2024.

EM todo o Estado de Pernambuco, rios são poluídos com despejo irregular de esgoto. **Portal G1**, 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/pe/pernambuco/bom-dia-pe/video/em-todo-o-estado-de-pernambuco-rios-sao-poluidos-com-despejo-irregular-de-esgoto-10386193.ghtml>. Acesso em: 16 jul. 2024.

ESTEVES, F. de A. Eutrofização artificial. *In*: _____. **Fundamentos de Limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. Disponível em: http://professor.ufop.br/sites/default/files/roberthfagundes/files/fundamentos_de_limnologia_-_francisco_de_assis_esteves.pdf. Acesso em: 3 jan. 2025.

FARIA, A. F.; VAZ, A. M. Engajamento de estudantes em investigação escolar sobre circuitos elétricos simples. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 21, n. e10545, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/9n75KFXQfdrXMCbbwthL9fM/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 16 jul. 2024.

FARIAS, M. R. S. **A percepção ambiental da comunidade ribeirinha acerca da poluição das águas na barragem Pirapama e criação de podcast por estudantes do ensino médio**. 2023. 56 f. Dissertação (Mestrado) – Ensino das Ciências Ambientais, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/49949>. Acesso em: 5 nov. 2024.

FAVA, R. O retorno da Paideia grega em forma de Paideia digital. *In*: DEBAULD, B. **Metodologias ativas no ensino superior**: o protagonismo do aluno. Porto Alegre: Penso, 2020.

FINN, J. D. Withdrawing From School. **Review of Educational Research**, Washington, D.C., v. 59, n. 2, p. 117-142, 1989. Disponível em: <https://ed.buffalo.edu/content/dam/ed/main/docs/newsletter/Fall09-Jeremy-Finn-Withdrawing.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2025.

FONTES, Y. M. O aumento do uso de agrotóxicos e seus reflexos: considerações sobre a flexibilização da liberação do uso de agrotóxicos e a PL 1459/2022. **Pensar Acadêmico**, Manhauçu, v. 21, n. 3, p. 1762-1776, 2023. Disponível em: <https://pensaracademico.unifacig.edu.br/index.php/pensaracademico/article/view/3560/3115>. Acesso em: 19 jul. 2024.

FREDRICKS, J. A.; BLUMENFELD, P. C., PARIS, A. H. School Engagement: Potential of the Concept, State of the Evidence. **Review of Educational Research**, Washington, D.C., v. 74, n. 1, p. 59-109, 2004.

_____. *et al.* Using Mixed Methods to Develop a Measure of Math and Science Engagement. **Learning and Instruction**, Lovaina, v. 43, p. 2-42, jun. 2016.

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

_____. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 25 ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, R. S. *et al.* Novas tendências para o tratamento de resíduos industriais contendo espécies organocloradas. **Química Nova**, Campinas, v. 23, n. 4, p. 504-511, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/D9BYtFL43V6hzdmHX8FkmGz/>. Acesso em: 20 dez. 2024.

FREITAS, E. S. M; GAUDIO, R. S. Desenvolvimento Sustentável e Ideologia: equívocos de abordagem da água na Educação Ambiental. *In*: Encontro Pesquisa em Educação Ambiental, 8., 2015, Rio de Janeiro. **Anais [...]** Rio de Janeiro: Unirio e UFRJ, 2015, p. 1-15. Disponível em: <http://epea.tmp.br/epea2015%5Fanais/pdfs/plenary/196.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2024.

FREITAS, A. P. de. **Resolução de problemas no ensino de química**: Reflexões sobre a Divulgação Científica e a Formação Continuada de Professores.

Orientadora: Angela Fernandes Campos. 2022. 199 f. Tese (Doutorado) – Ensino das Ciências, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2022. Disponível em: <http://www.ppgec.ufrpe.br/sites/default/files/testes-dissertacoes/Resolu%C3%A7%C3%A3o%20de%20problemas%20no%20ensino%20de%20qu%C3%ADmica.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2024.

FREITAS FILHO, J. R. de *et al.* Situação de estudo: o Rio Carimã da cidade dos Barreiros no contexto sociocultural e ambiental. **Revista Eletrônica de Ciências da Educação**, Campo Largo, v. 5, n. 2, nov. 2006.

_____. Relato de uma Experiência Pedagógica Interdisciplinar: experimentação usando como contexto o Rio Capibaribe. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 35, n. 4, p. 247-254, nov. 2013.

GADOTTI, M. **História das Ideias Pedagógicas**. 8 ed. São Paulo: Ática, 2003. Disponível em: <https://www.acervo.paulofreire.org/bitstreams/b3c7ce27-9170-4aa6-bcbc-74456e3965e6/download>. Acesso em: 25 ago. 2024.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, 1995.

GOMES, R. A análise de dados em pesquisa qualitativa. *In*: MINAYO, M. C. de S. *et al.* **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 21. ed. Petrópolis: Vozes, 1994.

GOMES, A. S.; CLAVICO, E. **Propriedades Físico-Químicas da Água**. Rio de Janeiro: Universidade Federal Fluminense, 2005.

GOMES, V. P. Desordenação do território e poluição hídrica no pólo industrial de manaus paradoxo da escassez na abundância. BRAVO, A. A. S. (org.). **Ordenación del territorio y medioambiente**. Sevilla: Arcibel Editores, 2009. Disponível em: https://www.academia.edu/35459598/Charpter_of_Book_DESORDENACAO_DO_TERRITORIO_e_POLUICAO_HIDRICA_NO_POLO_INDUSTRIAL_DE_MANAUS. Acesso em: 20 dez. 2024.

GUELPELI, M. V. C.; GUEDES, A. V. S. Uma proposta de heurísticas para avaliação de interfaces de Ambientes Educacionais a Distância. *In*: CONGRESSO DE COMPUTAÇÃO DO SUL DE MATO GROSSO, 1., 2005, Rondonópolis. **Anais [...]** Rondonópolis: [s.n.], 2005. p. 132-151. Disponível em: <http://nlx.di.fc.ul.pt/~guelpeli/Arquivos/Artigo11.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2025.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 31, n. 3, ago. 2009. Disponível em: http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc31_3/08-RSA-4107.pdf. Acesso em: 7 jun. 2024.

HATTIE, J. A. C.; DONOGHUE, G. M. Learning strategies: a synthesis and conceptual model. **npj Science of Learning**, Londres, v. 1, n. 16013, 2016.

Disponível em: <https://www.nature.com/articles/npjscilearn201613>. Acesso em: 24 mar. 2025.

HUERTAS, J. A. ¿Qué es esa cosa llamada motivación? In: _____. **Motivación: querer aprender**. Buenos Aires: Aique Grupo Editor S. A., 1997. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Huertas-Juan-Antonio/publication/31854774_Motivacion_querer_aprender/links/5b6f32d7a6fdcc87df724c24/Motivacion-querer-aprender.pdf. Acesso em: 23 mar. 2025.

IMAGINÁRIO, S *et al.* Motivação para a Aprendizagem Escolar: Adaptação de um Instrumento de Avaliação para o Contexto Português. **Revista Lusófona de Educação**, Lisboa, v. 28, p. 91-105. Disponível em: <https://revistas.ulusofona.pt/index.php/rleducacao/article/view/4925>. Acesso em: 23 mar. 2025.

KONCHINSKI, V. Brasil usa mais agrotóxicos que Estados Unidos e China juntos. **Brasil de Fato**, 2024. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2024/02/05/brasil-usa-mais-agrotoxicos-que-estados-unidos-e-china-juntos/>. Acesso em: 26 mar. 2025.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. Tradução: Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. 12 ed. São Paulo: Perspectiva, 2013. Disponível em: <https://ppec.ufms.br/files/2020/10/A-estrutura-das-revolu%C3%A7%C3%B5es-cient%C3%ADficas-Kuhn.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2024.

LASAKOSWITSCK, R. Origens, conceitos e propósitos das metodologias ativas de aprendizagem. **EccoS – Revista Científica**, São Paulo, n. 63, p. 1-21, out./dez. 2022.

LAYRARGUES, P. P.; LIMA, G. F. da C. As macrotendências político-pedagógicas da educação ambiental brasileira. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 23-40, jan./mar. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/8FP6nynhjdZ4hYdqVFdYRtx/>. Acesso em: 21 mar. 2025.

LIMA, G. F. da C. Crise ambiental, educação e cidadania: os desafios da sustentabilidade emancipatória. In: LAYRARGUES, P. P.; Castro, R. S; LOUREIRO, C. F. B. (org.) **Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania**, São Paulo: Cortez, 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/306058872_CRISE_AMBIENTAL_EDUCAO_E_CIDADANIA_OS_DESAFIOS_DA_SUSTENTABILIDADE_EMANCIPATORIA. Acesso em: 28 mar. 2025.

LOPES, C. A. É possível produzir alimentos para o Brasil sem agrotóxicos? **Ciência e Cultura**, Campinas, v. 69, n. 4, p. 52-55, out./dez. 2017. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252017000400016. Acesso em: 21 jul. 2024.

LOMBARDI, J. C. A importância da abordagem histórica da gestão educacional. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, n. especial, ago. 2006. Disponível em:

https://www.fe.unicamp.br/pf-fe/publicacao/4911/art3_22e.pdf. Acesso em: 17 ago. 2024.

LOUREIRO, C. F. B. Complexidade e dialética: contribuições à práxis política e emancipatória em educação ambiental. **Educação & Sociedade**, Campinas, vol. 26, n. 93, p. 1473-1494, set./dez. 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/es/a/Q958B6p6Rz6vmXgHP7T5Ysy/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 21 mar. 2025.

LULA sanciona com vetos projeto que altera regras de registro de agrotóxicos. **Agência Câmara de Notícias**, 2023. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/1029773-lula-sanciona-com-vetos-projeto-que-altera-regras-de-registro-de-agrotoxicos/>. Acesso em: 19 jul. 2024.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. Técnicas de Pesquisa. *In*: _____ (org.). **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. Atlas: São Paulo, 2003.

MARIANI, L. *et al.* Análise de oportunidades e desafios para o Nexso Água-Energia. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 37, 2016. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/45046>. Acesso em: 9 jan. 2025.

MARQUES, F. Os impactos do investimento. **Pesquisa FAPESP**, 246 ed., 2016. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/os-impactos-do-investimento/>. Acesso em: 12 out. 2024.

MARTINS, F. G. Das mudanças na legislação aos atuais panoramas e consequências do uso de agrotóxicos no Brasil. *Geo-Ambiente Online*, Jataí, n. 44, set./dez. 2022. Disponível em: <https://revistas.ufj.edu.br/geoambiente/article/view/71009/39112>. Acesso em: 26 mar. 2025.

MARTINEZ, P. H. **O Brasil e o meio ambiente**: nossa trajetória, nossos desafios. *Jornal da Unesp*, 5 mai. 2022. Disponível em: <https://jornal.unesp.br/2022/05/05/o-brasil-e-o-meio-ambiente-nossa-trajetoria-nossos-desafios/>. Acesso em: 15 jun. 2024.

MEDEIROS, K. M. de. O contrato didático e a resolução de problemas matemáticos em sala de aula. **Educação Matemática em Revista**, Brasília, v. 8, n. 9/10., 2019. Disponível em: <https://www.sbemrasil.org.br/periodicos/index.php/emr/article/view/1687>. Acesso em: 28 ago. 2024. Trabalho original publicado em 2001.

MENDES, I. *et al.* Metodologias ativas: a importância da inserção de novas práticas pedagógicas no processo de ensino aprendizagem nos anos iniciais. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 270-291, jan. 2023.

MENEZES, H. C.; FARIA, A. G. de. Utilizando o Monitoramento Ambiental para o Ensino da Química. **Química Nova**, São Paulo, v. 26, n. 2, 2003. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/qn/a/FXRTfsqJdj9SHntHqdQzZXt/?lang=pt>. Acesso em: 7 jun. 2024.

MILANEZ, B.; FONSECA, I. F. da. Justiça climática e eventos climáticos extremos: o caso das enchentes no Brasil. **IPEA**, Brasília, jul. 2010. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/5554>. Acesso em: 02 abr. 2025.

MIRANDA, L.; ALMEIDA, L. S. As metas acadêmicas como operacionalização da motivação do aluno. **Educação Temática Digital**, Campinas, v. 10, n. esp., p. 36-61, out. 2009. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/63741>. Acesso em: 24 mar. 2025.

MITRE, S. M. *et al.* Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, dez. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/9M86Ktp3vpHgMxWTZXScRKS/?lang=pt>. Acesso em: 20 ago. 2024.

MÓNICO, L. S. *et al.* A Observação Participante enquanto metodologia de investigação qualitativa. *In*: CONGRESSO IBERO-AMERICANO EM INVESTIGAÇÃO QUALITATIVA, 6., 2017, Salamanca. **Anais [...]** Salamanca: Ludomedia, 2017. p. 724-733. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/318702823_A_Observacao_Participante_e_nquanto_metodologia_de_investigacao_qualitativa. Acesso em: 11 out. 2024.

MOTA, A. R.; ROSA, C. T. W. da. Ensaio sobre metodologias ativas: reflexões e propostas. **Espaço Pedagógico**, Passo Fundo, v. 25, n. 2, p. 261-276, maio/ago. 2018.

PEDROSO, D. S.; KATAOKA, A. M. A Complexidade e a Transdisciplinaridade como caminho para a Educação Ambiental necessária ao presente. **Revista de Filosofia Aurora**, Curitiba, v. 36, 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rfilos/a/T6fZWdrwbFTZdKqJThdStGg/>. Acesso em: 28 mar. 2025.

PEREIRA, T. A. Metodologias ativas de aprendizagem do século XXI: integração das tecnologias educacionais. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL ABED DE EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA, 23., 2017, Foz do Iguaçu. **Anais [...]** Foz do Iguaçu: Associação Brasileira de Educação a Distância, 2017. p. 1 - 10.

PERNAMBUCO. Secretaria de Educação e Esportes. **Currículo de Pernambuco: Ensino Médio**. Recife, 2021. 705 p. Disponível em: https://portal.educacao.pe.gov.br/wp-content/uploads/2023/11/CURRICULO_DE_PERNAMBUCO_DO_ENSINO-MEDIO-2021_Final.pdf. Acesso em: 12 out. 2024.

PERROTTI, E. A palavra reinventada: seus usos na educação. *In*: CARVALHO, M. A. F.; MENDONÇA, R. H. (org.). **Práticas de Leitura e Escrita**. Brasília: Ministério da Educação, 2006. Disponível em:

https://www.academia.edu/download/59900747/plano_de_leitura_mec20190630-124920-ucxgbs.pdf#page=58. Acesso em: 17 ago. 2024.

PFUNDT, H.; DUIT, R. **Bibliography Students' Alternative Frameworks and Science Education**. 3. ed. Kiel: *Institute for Science Education*, 1991, p. 42. Disponível em: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED342643.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2024.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. Por que os alunos não aprendem a ciência que lhes é ensinada? *In*: _____ (org.). **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PROBLEM Based Learning - Dados Gerais. **Universidade Estadual de Londrina (UEL)**, 2002. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20020106190933/http://www.uel.br/ccs/pbl/GERAL.HTM>. Acesso em: 31 ago. 2024.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013, p. 51.

RAMOS, A. C. Abandono e evasão escolar sob a ótica dos sujeitos envolvidos. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 50, p. 1-19, 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ep/a/KtBRcFWvWKBt63LSQCVzdwh/>. Acesso em: 18 jul. 2024.

RICHARTZ, T. Metodologia ativa: a importância da pesquisa na formação de professores. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v. 13, n. 1, p. 296-304, 2015.

ROSA, F. S. da; DÍAZ-BECERRA, O. A.; LUNKES, R. J. Saneamento básico: Análise da relação entre gastos públicos e atendimento à população em cidades brasileiras e peruanas. **Revista Científica General José María Córdova**, Bogotá, v. 14, n. 18, p. 195-213, jul./dez. 2016. Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-65862016000200011. Acesso em: 16 jul. 2024.

RUPPENTHAL, J. E. **Gestão ambiental**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, 2014, p. 19.

SANTOS, E. de O.; MEDEIROS, P. R. P. A Ação Antrópica e o Processo de Eutrofização no Rio Paraíba do Meio. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 35, n. e66441, p. 1-13, jan. 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/v9DbP5ymZ9BZYpzXzFvrFhk/>. Acesso em: 3 jan. 2025.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, nov. 2015. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/epec/a/K556Lc5V7Lnh8QcckBTTMcq/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 23 ago. 2024.

SCHUETZE, T.; LEE, J.W.; LEE, T.G. Sustainable Urban (re-)Development with Building Integrated Energy, Water and Waste Systems. **Sustainability**, Basel-City, v. 5, n. 3, p. 1114-1127, 2013. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/5/3/1114>. Acesso em: 16 jan. 2025.

SILVA, R. C. P. da *et al.* Impactos ambientais na bacia do Rio Capibaribe: avaliação da poluição de suas águas no centro da cidade do Recife – PE. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 19., 2011, Maceió. **Anais** [...] Maceió: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2011. p. 1-11. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=11650>. Acesso em: 5 nov. 2024.

SILVA, J. S. e. **Parâmetros físico-químicos no controle de qualidade da água**. Orientadora: Josiane Hernandez. 2020. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Química, Anhanguera, Niterói, 2020. Disponível em: https://repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/30836/1/JULIA_SAMPAIO_ATIVIDADE3-+PDF.pdf. Acesso em: 11 nov. 2024.

SILVA, C. da M. B. da *et al.* Avaliação da qualidade da água consumida em comunidades rurais do Brasil: revisão bibliográfica. **Estudos Avançados sobre Saúde e Natureza**, João Pessoa, v. 6, 2022. Disponível em: <https://www.periodicojs.com.br/index.php/easn/article/view/871>. Acesso em: 11 nov. 2024.

SILVA, J. C. C. da *et al.* Processos de eutrofização em estuários tropicais do Nordeste do Brasil: litoral sul de Pernambuco. **Tropical Oceanography**, Recife, v. 50, p. 1-33, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/TROPICALOCEANOGRAPHY/article/view/263880/47351>. Acesso em: 03 jan. 2025.

SILVEIRA, S. S. B.; SANT'ANNA, F. S. P. Poluição Hídrica. *In*: MARGULIS, S. **Meio ambiente**: aspectos técnicos e econômicos. Brasília: IPEA, 1990, p. 57-84.

SIQUEIRA, D. S. **Análise Energética e Exergética de uma Usina Nuclear com Reator PWR**. Orientador Rogério José da Silva; Coorientador Genésio José Menon. 2016. 132 p. Dissertação (Mestrado) – Conversão de Energia, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unifei.edu.br/xmlui/handle/123456789/359>. Acesso em: 9 jan. 2025.

SMITH, V. H. Eutrophication of Freshwater and Coastal Marine Ecosystems: A Global Problem. **Environmental Science and Pollution Research**, Berlim, v. 10, n. 2, p. 126-139, 2003. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Tomas_tom_Tomascik/post/What-is-the-main-causes-for-eutrophication-in-rivers/attachment/5b11751c4cde260d15e268ef/AS%3A632749933203457%401527870748562/download/Smith+2003+Eutrophication+of+freshwater+and+coastal+marin

[e+ecosystems+--+A+global+problem+ESPR+10%282%29+126-139.pdf](#). Acesso em: 03 jan. 2025.

SODRÉ, F. F. Fontes Difusas de poluição da água: características e métodos de controle. **Biblioteca AQQUA** (Artigos Temáticos), Brasília, v. 1, 2012, p. 9-16. Disponível em: <https://www.aqqua.unb.br/images/Artigos/Tematicos/difusa.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2024.

SOUSA, E. R. **Noções sobre qualidade da água**. Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2001. Disponível em: https://www.academia.edu/40439125/DEPARTAMENTO_DE_ENGENHARIA_CIVIL_E_ARQUITECTURA_SEC%C3%87%C3%83O_DE_HIDR%C3%81ULICA_E_DOS_RECursos_H%C3%8DDRICOS_E_AMBIENTAIS_LICENCIATURA_EM_ENGENHARIA_CIVIL_NO%C3%87%C3%95ES SOBRE QUALIDADE DA %C3%81GUA E DUARDO RIBEIRO DE SOUSA LISBOA SETEMBRO DE 2001. Acesso em: 11 nov. 2024.

SOUSA, J. R. de; SANTOS, S. C. M. dos. Análise de conteúdo em pesquisa qualitativa: modo de pensar e de fazer. **Pesquisa e Debate em Educação**, Juiz de Fora, v. 10, n. 2, jul./dez. 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/RPDE/article/view/31559>. Acesso em: 9 out. 2024.

SUDRÉ, L. Alternativa aos agrotóxicos, bioinsumos carecem de investimento público no Brasil. **Brasil de Fato**, 2019. Disponível em: <https://www.brasiledefato.com.br/2019/08/21/alternativa-aos-agrotoxicos-bioinsumos-carecem-de-investimento-publico-no-brasil/>. Acesso em: 21 jul. 2024.

TEIXEIRA, R. L. P.; SHITSUKA, R.; SILVA, P. C. D. Estudo de caso: utilização de metodologias ativas em práticas de ciência da corrosão. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 44., 2016, Natal. **Anais [...]** Natal: Associação Brasileira de Educação em Engenharia, 2016.

TONI, A.; ARAÚJO, R. C. de. Engajamento dos estudantes: uma revisão de fundamentações para práticas educativas e suas aproximações com a educação musical. **Educação**, Santa Maria, v. 48, 2023.

VAZQUES, R.; FAGUNDES, A. Brasil é sétimo país com mais mortes por inundações no século. **Valor Econômico**, 2024. Disponível em: <https://valor.globo.com/brasil/noticia/2024/05/23/brasil-e-setimo-pais-com-mais-mortes-por-inundacoes-no-seculo.ghtml>. Acesso em: 2 abr. 2025.

VICENZO, G. O que é 'pacote do veneno'? Ele vai prejudicar sua alimentação e sua saúde? **UOL**, 2022. Disponível em: <https://www.uol.com.br/ecoa/ultimas-noticias/2022/07/26/pl-do-veneno-flexibiliza-registro-de-agrotoxicos-e-ameaca-biodiversidade.htm>. Acesso em: 19 jul. 2024.

WOLFF, P. S. **Análise de metais pesados em corpos hídricos urbanos na cidade de Cascavel**. Orientador Silvio César Sampaio; Coorientador Márcio Antonio Vilas Boas. 2024. 69 p. Tese (Doutorado) – Engenharia agrícola, Universidade

Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2024. Disponível em:
<https://tede.unioeste.br/handle/tede/7395>. Acesso em: 2 jan. 2025.

ZAGO, G. da S.; SILVA, A. L. M. da. Sites de Rede Social e Economia da Atenção: Circulação e Consumo de Informações no Facebook e no Twitter. **Vozes e Diálogo**, v. 13, n. 1, jul. 2014. Disponível em:
<https://periodicos.univali.br/index.php/vd/article/view/5305>. Acesso em: 10 mar. 2025.

ZHANG, X; GU, P.; LIU, Y. Decontamination of radioactive wastewater: state of the art and challenges forward. **Chemosphere**, Oxford, v. 10, p. 543-553, jan. 2019. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/328221410_Decontamination_of_radioactive_wastewater_State_of_the_art_and_challenges_forward. Acesso em: 09 jan. 2024.

ZUCATTO, L. C.; FREITAS, R. U. C. de; MARZZONI, D. N. S. Pesquisa básica e pesquisa aplicada: uma análise a partir da produção científica sobre COVID-19. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, 2020. Disponível em:
<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/10179/9186>. Acesso em: 12 out. 2024.

APÊNDICE A – Sequência didática problematizadora (SDP)

Tema: Poluição hídrica

Período de aplicação: 09/05 a 31/05 de 2024

Tempo: 6h50min

Conteúdos / conceitos:

Química da Água

- Composição química;
- Propriedades Físico-Químicas: tensão superficial, polaridade, ligações de hidrogênio, solubilidade de compostos, densidade, capacidade térmica, caráter anfótero
- Como se dá o Diagnóstico de qualidade da água a partir de suas características organolépticas e propriedades físico-químicas e microbiológicas: temperatura, pH (alcalinidade e acidez), dureza, teores de oxigênio, nitrogênio ou cloretos e presença de microrganismos ou agentes patogênicos.

Problemas ambientais aquáticos

- Diferença entre poluição e contaminação
- Como se define poluição de corpos hídricos
- Principais fenômenos poluidores da água: efluentes urbanos e industriais, agrotóxicos, metais pesados.
- Uso sustentável dos recursos hídricos
- Poluição térmica e poluição radioativa
- Estresse hídrico

Objetivo Geral

- Compreender aspectos da poluição hídrica e seus impactos para a sociedade

Objetivos específicos

- Estabelecer relação entre a qualidade da água e suas características organolépticas e propriedades físico-químicas
- Interpretar alterações nos parâmetros físico-químicos e organolépticos e associá-las a uma possível poluição de corpos hídricos
- Identificar problemas socioambientais associados à poluição de corpos hídricos
- Elaborar material para divulgação nas redes sociais dos conteúdos trabalhados em sala sobre a poluição hídrica e suas consequências para a sociedade.

Situação Didática	Conteúdos	Tempo
Apresentação de reportagem do Bom Dia PE sobre a poluição nos rios de Pernambuco para introdução do tema. Vídeo disponível em: https://g1.globo.com/pe/pernambuco/bom-dia-pe/video/em-todo-o-estado-de-pernambuco-rios-sao-poluidos-com-despejo-irregular-de-esgoto-10386193.ghtml	Introdução da sequência didática através de contextualização com a realidade em Pernambuco. Aborda-se, principalmente, a poluição nos rios.	20 min
Debate a respeito da reportagem e quais questões ela aborda. A reportagem tem como foco principal a poluição dos rios em Pernambuco, porém são mencionados	Construção conjunta da problemática a partir da realidade que os estudantes	15 min

problemas como urbanização acelerada, falta de saneamento básico e de estações de tratamento de esgoto. Será solicitado aos estudantes que situem as temáticas abordadas na reportagem, fazendo um paralelo com a situação foco desta sequência didática.	vivenciam com impactos na cidade de Bezerros e nas cidades vizinhas.	
Apresentação de uma situação-problema, elaborada a partir da problemática identificada pelos estudantes, propiciando um ambiente de discussão, no qual os estudantes possam expor seu posicionamento acerca do tema, de forma oral e escrita.	Início da problematização sobre a poluição hídrica.	15 min
Abordagem dos aspectos gerais da água por meio de aulas expositivas e dados coletados pelos estudantes. Após a exposição, será pedido aos estudantes que pesquisem a respeito dos principais fenômenos poluidores da água e suas consequências. As exposições serão feitas por meio de slides e quadro (quando necessário).	Composição molecular e Ciclo biogeoquímico.	20 min
	Propriedades físico-químicas.	40 min
	Diagnóstico de qualidade da água.	40 min
Retomada e aprofundamento da discussão sobre os principais problemas ambientais aquáticos. A partir dos dados apresentados pelos estudantes será feita uma discussão sobre as principais fontes naturais e antrópicas, e depois disso será feita uma exposição sobre a diferença entre poluição e contaminação e o estresse hídrico. A segunda exposição será feita apenas com o uso de quadro.	Diferença entre poluição e contaminação.	10 min
	Definição e principais fenômenos.	30 min
	Estresse hídrico.	10 min
Retomada da situação-problema para debater medidas mitigadoras para os problemas ambientais identificados na região estudada.	Problemas ambientais aquáticos: a situação do rio Ipojuca e impactos na comunidade e sugestões para uso sustentável do recurso hídrico.	30 min
Solicitação para a produção e posterior apresentação de materiais de divulgação nas redes sociais com o intuito de sensibilizar a comunidade em voga acerca da poluição hídrica e consequências para sociedade. O material pode ser podcast, vídeo, cartilha digital ou post carrossel no Instagram/algo equivalente em outra rede social.		30 min
Encontros com representantes da comunidade para confrontar os problemas identificados pelos estudantes com a realidade encontrada e debater sobre medidas mitigadoras		-
Recursos didáticos	Quadro, <i>datashow</i> , computador, debate sobre o tema, situação problema e materiais para as atividades de divulgação.	
Turma	1º ano do Ensino Médio	

Espaço físico	Sala de Aula
Organização dos estudantes	Organização em grupos
Avaliação	<p>Verificação da participação dos estudantes nas discussões e acompanhamento da construção e reconstrução de ideias, bem como da capacidade de articulação de conceitos com contextos diversos através da elaboração de resumos, exposição oral dialogada e produção de posts carrossel para e sites para sensibilização da comunidade local. Com isso, procura-se estabelecer uma relação entre os objetivos pretendidos e os resultados efetivamente alcançados durante o desenvolvimento das atividades propostas. Nesse sentido, a avaliação será processual, ou seja, de acordo com o trabalho diário dos estudantes numa perspectiva de avaliação formativa.</p>

Fonte: O autor (2024).

APÊNDICE B – Situação problema sobre poluição hídrica

História	
<p>O Rio Ipojuca desempenha um papel crucial para o estado de Pernambuco, exercendo uma forte influência em seus aspectos econômicos, culturais e sociais. No entanto, nos últimos anos, o rio tem enfrentado o desafio da poluição causada por atividades humanas. Essa questão é especialmente preocupante para a população do município de Bezerros, um dos 25 municípios que compõem a bacia hidrográfica do Rio Ipojuca. Diante dessa preocupação, alguns moradores pediram a estudantes de química do ensino médio para investigar as principais causas da poluição no rio dentro da cidade.</p>	
Situação problema	Tarefas
<p>As águas outrora límpidas do rio mostram sinais de poluição já há alguns anos. Os moradores relatam como principais problemas o odor desagradável, a grande quantidade de lixo e efluentes urbanos e industriais jogados no rio. Além disso, observam que a água, que antes era clara, agora é turva e amarronzada, não sendo adequada para o consumo humano por razões além da aparência que eles desconhecem.</p>	<p>As tarefas de investigação dos estudantes são basicamente duas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Discutir qual ou quais seriam as principais causas de poluição hídrica do Rio Ipojuca ● Por qual(is) razão(ões) a água do rio está turva e amarronzada, e, principalmente, porque ela não está mais adequada para consumo humano. <p>Além das tarefas de investigação, os estudantes devem pensar em como tanto o estado quanto a população não apenas de Bezerros, mas de Pernambuco podem enfrentar a problemática da poluição do Rio Ipojuca.</p>