



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**CAMPUS UNIVERSITÁRIO**  
**PROFESSOR ALBERTO CARVALHO**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA - DQCI**



ROSEANE SANTOS NASCIMENTO

**POLUIÇÃO HÍDRICA POR ELEMENTOS-TRAÇO:** ensino da tabela periódica por meio de uma sequência didática.

**ITABAIANA – SE**

**2024**

ROSEANE SANTOS NASCIMENTO

**POLUIÇÃO HÍDRICA POR ELEMENTOS-TRAÇO:** ensino da tabela periódica por meio de uma sequência didática

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Química da Universidade Federal de Sergipe – *campus* Professor Alberto Carvalho, como requisito para aprovação na atividade de Trabalho de Conclusão de Curso, conforme anexo VII da Resolução n. 27/2020 do CONEPE.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Evangelista Fraga

Coorientador: Prof. Me. Filipe Silva de Oliveira

**ITABAIANA – SE**

**2024**

ROSEANE SANTOS NASCIMENTO

**POLUIÇÃO HÍDRICA POR ELEMENTOS-TRAÇO:** ensino da tabela periódica  
por meio de uma sequência didática

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para cumprimento, conforme anexo VII da Resolução n. 27/2020 do CONEPE que aprova alterações no Projeto Pedagógico do Curso de Graduação em Química Licenciatura do *campus* Universitário Professor Alberto Carvalho.

Área de concentração: Ensino de Química

Data de Aprovação: 22/10/2024

Banca Examinadora:

 Documento assinado digitalmente  
LUCIANO EVANGELISTA FRAGA  
Data: 30/10/2024 13:25:16-0300  
verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Luciano Evangelista Fraga (Orientador)

Universidade Federal de Sergipe

 Documento assinado digitalmente  
FILIPE SILVA DE OLIVEIRA  
Data: 30/10/2024 21:33:02-0300  
verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Filipe Silva de Oliveira (Coorientador)

Universidade Federal de Sergipe

 Documento assinado digitalmente  
JANE DE JESUS DA SILVEIRA MOREIRA  
Data: 30/10/2024 08:03:17-0300  
verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Jane de Jesus da Silveira Moreira

Universidade Federal de Sergipe

 Documento assinado digitalmente  
NIRLY ARAUJO DOS REIS  
Data: 29/10/2024 18:00:38-0300  
verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.<sup>a</sup> Me.<sup>a</sup> Nirly Araujo dos Reis

Universidade Federal de Sergipe

ITABAIANA – SE

2024

## **DEDICATÓRIA**

Dedico a minha mãe Josefa, minha maior fonte de inspiração, apoio e que sempre esteve ao meu lado me encorajando a acreditar em mim mesma. Amo-te.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por sempre estar ao meu lado em todos os momentos, dando-me forças para seguir adiante.

Ao meus pais Nelito e Josefa, por ter sido a minha base durante essa trajetória, sem vocês nada disso teria acontecido, pois sempre fizeram o possível e impossível para que eu pudesse estudar. Obrigada por tanto, eu amo vocês. Agradeço também, ao meu irmão Roberto por me apoiar, te amo irmão.

Ao meu amor Antoniel, por sempre estar ao meu lado durante esse percurso acadêmico. Obrigada pelo apoio, incentivo e compreensão. Eu amo você.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Luciano Evangelista Fraga, por todo o apoio e orientação na construção desse trabalho. Saiba que sempre vou lembrar do professor incrível e amigo que foi pra mim durante todo esse tempo.

Ao o meu coorientador, Prof. Me. Filipe Silva de Oliveira, por todas as contribuições durante a elaboração desse trabalho.

Agradeço a banca examinadora nas pessoas das professoras Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Jane de Jesus da Silveira Moreira e Prof.<sup>a</sup> Me. Nirly Araujo dos Reis.

A todos os amigos da UFS, em especial a: Emilly, Cleiton e Luana, que juntos enfrentamos obstáculos e celebramos vitórias durante esses quatro anos. Agradeço a vocês por cada risada, cada conselho e cada momento compartilhado.

Por fim, agradeço a todos professores que compõe o Departamento de Química do campus Professor Alberto Carvalho e os demais departamentos por contribuírem para a minha formação durante esses quatros anos.

## EPÍGRAFE

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

(Albert Einstein)

## **RESUMO:**

A presente pesquisa apresenta uma abordagem qualitativa, com o objetivo de compreender as concepções dos alunos sobre a poluição hídrica por elementos-traço, relacionando ao conteúdo químico de Tabela Periódica, assim como promover uma reflexão a respeito da preservação dos recursos hídricos. Para essa finalidade elaborou-se e aplicou-se a Sequência Didática (SD), intitulada, “Desvendando a poluição dos recursos hídricos por elementos-traço: Uma trajetória de compreensão e conscientização”, a qual foi desenvolvida em um período de três semanas, totalizando seis aulas de cinquenta minutos. A pesquisa foi desenvolvida para 16 alunos da primeira série do Ensino Médio em colégio da rede pública de ensino do Estado de Sergipe. A princípio 15 alunos apresentaram concepções de origem sensorial acerca das fontes de poluição dos recursos hídricos, sendo que ao final da aplicação da Sequência Didática, observou-se uma mudança de concepção, uma vez que esses alunos apresentaram outras fontes de poluição, mas alguns participantes tiveram dificuldade de modificar suas concepções iniciais. Foi possível notar também que 12 alunos apresentaram respostas de caráter reflexivos, promovendo reflexões socioambientais, assim como a preservação dos recursos hídricos. No entanto para estabelecer uma associação entre a temática e o conteúdo químico, notou-se que alguns alunos apresentaram dificuldade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de Química, Sequência Didática, Tabela Periódica.

### **ABSTRACT:**

This research presents a qualitative approach aimed at understanding students' perceptions of water pollution caused by trace elements, relating it to the chemical content of the Periodic Table, and encouraging reflection on the preservation of water resources. For this purpose, a Didactic Sequence (DS) titled "Unveiling Water Pollution by Trace Elements: A Path to Understanding and Awareness" was designed and implemented over three weeks, comprising six 50-minute lessons. The study involved 16 first-year high school students from a public school in the state of Sergipe. Initially, 15 students expressed sensory-based conceptions about the sources of water pollution. By the end of the Didactic Sequence, a shift in perception was observed, as these students identified additional pollution sources. However, some participants found it challenging to change their initial views. Additionally, 12 students provided reflective responses, fostering socio-environmental reflections and discussions on the preservation of water resources. However, establishing a connection between the topic and chemical content proved difficult for some students.

**KEYWORDS:** Teaching of Chemistry, Didactic Sequence, Periodic Table.

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

CTSA – Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

EA – Educação Ambiental

EAR – Elaboração, Aplicação e Reelaboração

ETE – Estações de Tratamento de Esgotos

HQ – Histórias em Quadrinhos

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

SD – Sequência Didática

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

ONU – Organizações das Nações Unidas

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

PEQ I – Pesquisa em Ensino de Química I

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Organização da sequência didática “Desvendando a poluição dos recursos hídricos por elementos-traço: Uma trajetória de compreensão e conscientização”.....	26
Quadro 2 – Categorias relacionadas as concepções alternativas dos alunos sobre as fontes de poluição da água .....	33
Quadro 3 – Categorias relacionadas as concepções alternativas dos alunos sobre os impactos da poluição hídrica na saúde humana e no consumo da água potável .....	36
Quadro 4 – Categorias relacionadas as concepções alternativas dos alunos sobre como eles identificam uma água poluída .....	39
Quadro 5 – Categorias representativas da evolução das concepções acerca das fontes de poluição da água .....	43
Quadro 6 – Categorias relacionadas a associação que os alunos estabelecem entre a temática de poluição hídrica por elementos-traço e o conteúdo de tabela periódica .....	46

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Construção da HQ pelos alunos no último momento da Sequência Didática .....	30
Figura 2 – Recorte da HG destacando as principais fontes, responsáveis pela adição de poluentes nos recursos hídricos (A11) .....	45
Figura 3 – HQ que estabelece uma relação entre temática e o conteúdo químico (A14) .....	48
Figura 4 – HQ que estabelece uma relação entre temática e o conteúdo químico (A03) .....	49
Figura 5 – HQ que estabelece uma relação entre a temática e o conteúdo (A11) .....	49
Figura 6 – Recorte da HQ destacando sobre a preservação da água (A12) .....	52
Figura 7 – Recorte da HQ enfatizando atitudes para minimizar a poluição hídrica (A15) .....	53
Figura 8 – Recorte da HQ sobre a preservação do planeta (A10) .....	53

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. OBJETIVOS.....	15
2.1 Objetivo geral.....	15
2.2 Objetivos específicos.....	15
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
3.1. Poluição hídrica por elementos-traço.....	16
3.2. Educação Ambiental no Ensino de Química com enfoque na Ciência-Tecnologia - Sociedade - Ambiente (CTSA).....	19
3.3. Concepções alternativas e suas origens.....	21
3.4. Sequência didática.....	22
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	25
4.1. Abordagem.....	25
4.2. Contexto da pesquisa.....	26
4.3. Participantes da pesquisa.....	27
4.4. Validação da sequência didática.....	28
4.5. Aplicação da sequência didática.....	29
4.6. Instrumento de coleta de dados.....	30
4.7. Instrumento de análise de dados.....	31
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
5.1. Identificação e classificação das concepções alternativas dos alunos.....	33
5.2. Associação estabelecida entre os alunos relacionada à poluição hídrica por elementos- traço e o conteúdo químico de tabela periódica, e a evolução conceitual.....	43
5.3. Exercício de reflexão dos alunos sobre a preservação dos recursos hídricos.....	51
6. CONCLUSÃO.....	55
REFERÊNCIAS.....	56
APÊNDICE A – Sequência Didática.....	60
APÊNDICE B – Questionário de validação da Sequência Didática.....	81
APÊNDICE C – Questionário inicial.....	82
APÊNDICE D – Questionário final.....	83
ANEXO A - Termo de Consentimento Livre Esclarecido.....	84
ANEXO B - Termo de Autorização do uso de Imagem e Depoimento.....	86
ANEXO C – Figura das Histórias em quadrinhos confeccionadas pelos alunos.....	87

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um componente fundamental para a vida no planeta terra, sendo indispensável para diversos fins, como industrial, humano, animal, agrícola, geração de energia e transportes, ou seja, esse líquido move as atividades humanas. Embora o Brasil possua em média 12% de disponibilidade de água doce do mundo, a sua distribuição é desigual para cada região do país, sendo que 80% desse recurso está destinado na região Norte (Pinheiro; Miorando; Lima, 2023).

Com o aumento populacional, desenvolvimento das grandes cidades e mudanças climáticas a qualidade da água nos ecossistemas aquáticos está se alterando. Essas mudanças na qualidade da água são devido a ações antrópicas como atividades agrícolas e industriais, geralmente ocorre com o lançamento de seus resíduos sem nenhum tipo de tratamento adequado nos corpos hídricos. Desta forma, fica evidente que o mau uso dos recursos hídricos apresenta grandes ameaças a todo o ecossistema como também aos seres humanos (Netto, 2022).

Os mananciais de abastecimento de água superficiais, especificamente os rios, lagos, barragens, açudes, poços abertos e os riachos estão mais expostos à poluição e contaminação hídrica que são decorrentes das atividades antrópicas, tais como os dejetos de esgotos domésticos, práticas agrícolas e efluentes industriais (Obregó *et al.*, 2019). Sendo assim, atividades como essas são as principais responsáveis pelo lançamento de vários poluentes, a exemplo de materiais orgânicos, fármacos, substâncias como os agrotóxicos e os elementos-traço. Além dos demais poluentes, os elementos-traços destacam-se também na questão de preocupação ambiental a nível global, devido ao seu poder de toxicidade (Souza *et al.*, 2023).

Os elementos-traço que estão presentes em efluentes industriais, quando descartados diretamente aos corpos hídricos, podem provocar a poluição e, conseqüentemente, a contaminação do ambiente aquático, ocasionando a mortandade de seres vivos que estão presentes na área afetada. Esses metais são biocumulativos, logo, acumulam-se nas cadeias alimentares, são exemplos, o Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Crômio (Cr), Mercúrio (Hg) e Níquel (Ni). Esses elementos-traços mesmo em baixas concentrações podem ser tóxico e cancerígenos (Reis *et al.*, 2022).

A poluição e o desperdício da água ocasionam a desigualdade hídrica, que afeta as regiões brasileiras e podem acarretar no racionamento de energia elétrica, além da falta de abastecimento de água para o consumo humano, pois no Brasil nem todos os

municípios que são atendidos pelo abastecimento de água possuem rede coletadora de esgoto, como é apresentado nos dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) de 2022, que 84,9% da população é atendida pelo abastecimento de água potável, mas apenas 56,0% dos brasileiros possuem rede de esgotos (Brasil, 2023). Sendo assim, a maior parte dos esgotos, sejam eles domésticos ou industriais, que não possuem um determinado tipo de tratamento, podem ser destinados a algum corpo de água. (Cruz; Mierzwa, 2020).

A água destinada para o consumo humano deve estar dentro dos padrões de potabilidade, os quais são previstos na legislação vigente por meio das Portarias GM/MS nº 2.914, de 12 de dezembro 2011 e nº 888, de 4 de maio de 2021, ambas do Ministério da Saúde, assim, sendo uma água que não oferece riscos à saúde de quem consome (Brasil, 2011; Brasil, 2021).

Ao observar a relevância da temática de poluição hídrica, é possível associar ao contexto local, tendo em vista que na região do agreste sergipano existe mananciais, a exemplo de açudes, como o açude da Marcela que segundo Santos (2010) é um manancial antigo e apresenta deterioração dos recursos, devido a efluentes domésticas e o uso de agrotóxicos. Além de outros recursos hídricos como rios, barragens e riachos que são utilizados como fonte de abastecimento de água, produção de alimentos e piscicultura. O que demonstra a importância de abordar essa temática dentro da educação básica, levando para os alunos as causas e as consequências tanto do ambiente aquático quanto nos seres humanos, que esse tipo de poluição pode causar, como também a importância de preservar os recursos hídricos, além da possibilidade de relacionar essa problemática socioambiental com o conteúdo científico.

Diante dessa perspectiva, a escolha de se trabalhar a água como tema gerador, articulando com sua poluição por elementos-traço, partiu do fato de poder associar esta temática, que está presente na realidade dos alunos com o conteúdo químico de Tabela Periódica, facilitando assim os processos de ensino e aprendizagem dos alunos do ensino básico. Visto que esses estudantes visualizam a química como uma ciência muito abstrata, possuindo assim dificuldade em relacionar conteúdos químicos com o seu cotidiano (Pauletti; Rosa; Catelli, 2014).

Sendo assim, por meio de uma Sequência Didática (SD), pode-se questionar quais as concepções que os alunos da Educação Básica de um município do agreste sergipano, possuem a respeito da poluição hídrica por elementos-traço? E, qual

associação os alunos estabelecem entre o conteúdo de Tabela Periódica com a poluição hídrica por elementos-traço?

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Compreender as concepções alternativas dos alunos da Educação Básica, acerca da poluição hídrica por elementos-traço, relacionando ao conteúdo de Tabela Periódica, além da conscientização desses alunos sobre a preservação dos recursos hídricos.

### **2.2 Objetivos específicos**

Investigar as concepções alternativas que os alunos apresentam sobre a temática poluição hídrica por elementos-traço;

Analisar as possíveis relações que os alunos estabelecem entre a temática de poluição hídrica por elementos-traço e o conteúdo de Tabela Periódica;

Promover uma reflexão nos alunos a respeito da importância da preservação dos recursos hídricos por meio de uma Sequência Didática baseada nos três momentos pedagógicos com a abordagem CTSA.

### 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1. Poluição hídrica por elementos-traço

Os recursos hídricos são muitos importantes para o desempenho da vida no planeta, são amplamente utilizados na produção de alimentos, para o consumo da população, gerações de energia e entre outros (Xavier; Quadro; Santos, 2022). Desse modo, é de extrema relevância que, para o desenvolvimento humano, deve ocorrer a distribuição de água em quantidade e qualidade que atenda a população sem oferecer riscos (Santos, 2023).

As águas superficiais e subterrâneas referem-se aos recursos hídricos que estão disponíveis. No entanto, com os efeitos da urbanização e atividades antrópicas associadas ao crescimento populacional tem levado efeitos negativos para os meios hídricos, como a poluição e, conseqüentemente, a contaminação. Assim, muitos mananciais como os rios, lagos e córregos, próximos aos grandes centros urbanos perdem a qualidade, pois recebem esgotos e dejetos industriais (Fia *et al.*, 2015).

A grande demanda para a produção de alimentos, juntamente com a agricultura moderna, utilizando-se de forma indiscriminada diversos tipos de agrotóxicos e fertilizantes, também acarreta prejuízos aos recursos hídricos (Gama; Oliveira; Cavalcante, 2013). Segundo (Hess; Nodari, 2020), a quantidade de agrotóxico comercializado no Brasil entre os anos de 2010 e 2020 cresceu aproximadamente 78,03%. Com isso, em áreas agrícolas há uma grande preocupação com os recursos hídricos, principalmente em regiões semiáridas (Gama; Oliveira; Cavalcante, 2013)

As atividades industriais são as principais responsáveis pelo aumento de níveis de diversos tipos de poluição, dentre eles a poluição hídrica, as quais seus efluentes são descartados diretamente no meio ambiente sem o tratamento adequado, visto que, estes efluentes possuem substâncias tóxicas, e os elementos-traço, que são nocivos aos seres humanos e podem afetar a região aquática, causando a mortandade de seres-vivos que habitam essa região atingida (Reis *et al.*, 2022).

O termo elementos-traço refere-se a metais catiônicos presentes em baixas concentrações no solo, nas plantas e nos recursos hídricos, esse termo tem sido utilizado atualmente em detrimento da expressão metal pesado, o qual não possui uma definição por órgãos oficiais da área de Química. O termo metal pesado, tem se tornado obsoleta e sem sentido (Guilherme *et al.*, 2005). Os elementos-traço estão associados com a

toxicidade e a poluição, mesmo sendo essenciais como o cobre (Cu), Ferro (Fe), manganês (Mn) e não essenciais como o mercúrio (Hg), prata (Pb) e cádmio (Cd). Estes metais são classificados por elementos-traço com alto poder de toxicidade (Yeda; Melo; Melo, 2020).

Como afirma Guilherme *et al* (2005 p. 346) os elementos-traço essenciais em determinadas condições podem ter ação tóxica.

Alguns elementos-traço são considerados essenciais do ponto de vista biológico, enquanto outros não. No entanto, mesmo aqueles elementos-traços essenciais podem, sob condições específicas, causar impactos negativos a ecossistemas terrestres e aquáticos, constituindo-se, assim, em contaminantes ou poluentes de solo e água [...] (Guilherme *et al.*, 2005, p. 346).

Os elementos-traço são encontrados naturalmente, ou seja, sem a interferência antrópica, em ambientes aquáticos e no solo, tendo como as principais fontes naturais de elementos-traço o intemperismo das rochas e a lixiviação do solo (Guilherme *et al.*, 2005). Entretanto, as ações antropogênicas também contribuem para o aumento desses elementos químicos poluentes no ambiente, provocando a degradação ambiental (Frossard *et al.*, 2017).

Nos recursos hídricos os elementos-traço estão dispostos a realizarem diversas interações, a exemplo de reagir com solutos que estão presente no sistema aquático, sendo possível ocorrer a formação de complexos e permanecendo de forma dissolvida. Além disso, os elementos-traço também poderão se ligar, tanto às partículas inorgânicas, quanto às partículas orgânicas, através da adsorção e assimilação por microrganismo. Nesse tipo de interação esses elementos se apresentam na forma particulada, logo, quando eles estiverem na forma de particulado, poderão facilmente precipitar ao fundo do sistema aquático (Guilherme *et al.*, 2005).

A inserção desses elementos no organismo pode ser a partir da cadeia trófica, sendo que, na cadeia alimentar eles podem seguir em todos os níveis tróficos, uma vez que possui o efeito de bioacumulação. Num ambiente aquático o elementos-traço é absorvido no organismo do peixe, com uma possível maior concentração que a da água, devido a absorção através das escamas, pele, vias respiratórias e alimentação do sedimento. Essa elevada concentração de elementos-traços no organismo dos peixes, ocasiona em sérias consequências para os seres humanos, pois, ao consumir o pescado contaminado pode desenvolver doenças como câncer, problemas cardiovasculares e neurológicos, entre outros (Guilherme *et al.*, 2005; Mwalikenga; Vital, 2020).

Diante dessa perspectiva, percebe-se a urgência na preservação dos recursos hídricos, uma vez que, as atividades antropogênicas estão de forma acelerada introduzindo esses poluentes nos corpos d'águas. Como afirma Souza e Tonella (2024 p. 2) que os processos industriais prova consequências no meio ambiente.

“O ritmo crescente de expansão industrial em todo o mundo está intimamente ligado ao esgotamento acelerado dos recursos naturais, acarretando consequências devastadoras para o meio ambiente [...]” (Souza; Tonella, 2024, p. 2).

Os elementos-traço estão presentes nos efluentes industriais, a exemplo do Arsênio (As), Cádmio (Cd), Bário (Ba), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Mercúrio (Hg), Níquel (Ni), Prata (Pb), Selênio (Se) e Zinco (Zn). No entanto, esses efluentes devem ser tratados em Estações de Tratamento de Esgotos (ETE's) antes do lançamento nos corpos de água, mas esse tratamento muitas vezes não ocorre, ou de modo ineficiente, e são despejados diretamente nos recursos hídricos, degradando e poluindo o ambiente (Santana; Santos; Resende, 2020).

O tratamento de efluentes contendo elementos-traço tem relevância para o setor econômico, uma vez que, separados e purificados poderão ser utilizados para diversos fins. Diante desse contexto, existem atualmente inúmeras técnicas capazes de remover esses elementos dos efluentes, sendo os principais processos: adsorção, biossorção, biomineração, biolixiviação, eletrodiálise, osmose reversa, ultrafiltração, precipitação química e precipitação por sulfeto (Santana; Santos; Resende, 2020).

Dentre essas técnicas, destaca-se a adsorção, a qual é uma técnica mais econômica e eficaz para o tratamento de efluentes que contém metais (elementos-traços). Durante esse processo os componentes que estão na fase fluída, ou seja, o adsorvato-metal são transferidos diretamente para uma superfície ou poros de uma fase sólida (adsorvente), sendo possível serem removidas as moléculas de adsorvato da solução aquosa. Ressalva-se que essa técnica possui operação simples e alta eficiência, podendo remover metais como o Cromo (Cr), Prata (Pb), Níquel (Ni), Cádmio (Cd), Cobre (Cu) e o Zinco (Zn) (Santana; Santos; Resende, 2020).

Portanto, com a finalidade de proteger à saúde humana e os ecossistemas, os órgãos de monitoramento estabelecem valores máximos permitidos para o lançamento de efluentes nos recursos hídricos. No Brasil, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) exerce a função de órgão normatizador, um exemplo de regulamentação

está presente na **Resolução Conama N° 430, de 13 de maio de 2011** (Brasil, 2011), que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes.

### **3.2. Educação Ambiental no Ensino de Química com enfoque na Ciência-Tecnologia - Sociedade - Ambiente (CTSA)**

A Educação Ambiental é definida pela lei n° 9.795, de 27 de abril de 1999, a qual refere-se à Política Nacional de Educação Ambiental, e em seu artigo 1°, afirma que:

Art. 1º Entendem-se por educação ambiental os 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).

Diante dessa afirmação, tem-se que a Educação Ambiental (EA) proporciona aos cidadãos, princípios e conhecimentos que os levam a construção de valores sociais, de tal forma que, com a participação e colaboração da sociedade seja capaz de desenvolver atitudes e competência voltadas para a proteção do meio ambiente, que é fundamental para a qualidade de vida (Uhmann; Vorpagel; Leite, 2020).

A EA constitui-se um eixo articulador para o conhecimento da temática ambiental, tendo em vista, que desempenha um papel essencial na mudança de hábitos e atitudes dos indivíduos, nos que diz respeito a questões socioambientais (Uhmann; Vorpagel; Leite, 2020). Logo, a EA é considerada um dos temas transversais, definido pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN), uma vez que, tem o objetivo de desenvolver o senso crítico nos educandos, além de mudanças de visões e comportamentos a fim de que conceba prática de conscientização e preservação do meio ambiente (Saar; Faria, 2022).

Segundo Saar e Faria (2020), para atingir o ensino da EA no ensino de química é necessário, desenvolver ações voltadas para as questões socioambientais nas aulas de Química, de forma que os conhecimentos científicos relacionados a essa área, sejam articulados com o meio ambiente, com a finalidade de desenvolver nos alunos o senso crítico e o uma compreensão mais ampla sobre a temática.

Dentro dessa perspectiva, a temática água está constantemente em pauta no cotidiano dos cidadãos, abordada pelos meios de comunicações, segmentos sociais e está presente em livros didáticos, legislações e nos principais documentos que norteiam a educação no país. Considerando que essa temática está presente no cotidiano dos

alunos, visto que os estudos advertem que a diminuição da disponibilidade de água potável, é uma preocupação mundial, devido aos altos índices de poluição e contaminação pelas ações antrópicas, pode-se produzir propostas didáticas para ser desenvolvidas na sala de aula, com ações voltadas a EA que abordem a água como temática (Freitas; Marin, 2015).

Dentro da Educação Ambiental diferentes concepções definem como abordar as ações dessa área, as quais são divididas em três de acordo com Layrargues e Lima (2014), sendo: conservacionista, pragmática e crítica, outra denominação feita a elas é por macrotendência político-pedagógicas da educação ambiental.

*Macrotendência Conservacionista* - pode associar-se a ações e mudanças de forma individual e comportamentalista, ou seja, essa macrotendência surgiu inicialmente focada na mudança de atitude da pessoa com relação ao meio ambiente. Não levando em consideração as dimensões sociais, políticas e culturais (Layrargues; Lima, 2014; Marciel; Andrade, 2022),

*Macrotendência Pragmática* - está relacionada com a macrotendência conservacionista, pois ambas têm o enfoque da responsabilidade individual acerca das questões ambientais, mas a forma conservacionista é mais ingênua e mais associada as ciências naturais. Já a pragmática não considera a desigualdade social, pois considera que todos são responsáveis pelas crises ambientais de forma igualitária (Layrargues; Lima, 2014).

*Macrotendência Crítica* - esta leva em consideração o contexto social e político em torno das questões ambientais e estabelece relações entre a sociedade e o meio ambiente. Essa macrotendência não leva em consideração discursos reducionistas (Layrargues; Lima, 2014).

A partir dessa concepção de Educação Ambiental no ensino de química, que torna o aluno protagonista do seu processo de ensino e aprendizagem, englobando a Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Isto possibilitada o desenvolvimento da capacidade crítica dos alunos a respeito de temas que são relevantes para a sociedade como os sociais, tecnológicos e ambientais, fazendo com que esse aluno articule os conhecimentos presentes na sociedade com os científicos, levando a aprendizagem e que esses conhecimentos adquiridos possam ser utilizados em seu cotidiano (Silva *et al.*, 2020).

A inserção da abordagem CTSA no ensino de química possibilita o desenvolvimento de habilidades básicas para a atuação do aluno de forma efetiva na sociedade diante de determinadas questões do seu contexto social (Tavares, 2016).

### **3.3. Concepções alternativas e suas origens**

Desde os primeiros anos de vida, o ser humano começa a construir seus conhecimentos sobre o mundo ao seu redor, é na fase da escolarização que o sujeito passa a interagir com os seus saberes e o ambiente da sala de aula, espaço esse, em que os conhecimentos escolares são postos nos processos de ensino e aprendizagem.

Os parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) ressaltam que os alunos chegam no ambiente escolar com os conhecimentos construídos a partir de sua vivência no ambiente em que está inserido. Diante, disso, tanto os PCN quanto a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), destacam a importância da contextualização dos conhecimentos para discutir sobre os fenômenos observáveis, sendo assim, um auxílio no processo de construções de conceitos (Brasil, 1998; Brasil 2017). Como afirma Carvalho e Perez (2003) fazer ciência não é distanciar da realidade.

Na década de 1970 pesquisadores perceberam a necessidade de estudar os conhecimentos que os alunos possuíam sobre ciências e levavam até a escola (Leão; Kalhil, 2015). As concepções alternativas ou concepções espontâneas como são conhecidas, originam-se dos conhecimentos que os alunos geram a partir de sua vivência diária para atribuir sentido ao mundo que os cercam. Na maioria das vezes essas concepções apresentam uma desconexão com os conhecimentos científicos, uma vez que apresentam conceitos mais abstratos e símbolos estranhos que se referem ao mundo mais imaginário (Pozo; Crespo, 2009).

Diante dessa perspectiva, percebe-se que o conhecimento em que os alunos levam até a sala de aula, são conhecimentos adquiridos por meio de acontecimentos e fenômenos que estão presentes na sua realidade, que por vezes, divergem do conhecimento científico. Em vista disso, os professores devem preparar metodologias de ensino para articular ambos os conhecimentos no processo de ensino e aprendizagem dos alunos, para que sejam esses conhecimentos compreendidos e aplicados no cotidiano (Pozo; Crespo, 2009).

Com isso, tem-se três características para as concepções alternativas, a concepção de origem sensorial ou também chamada de concepções espontâneas, as quais são construídas de forma espontânea na tentativa de atribuir significados as

atividades do cotidiano, pois a partir do pensamento casual dos indivíduos, eles buscam informação para explicar ou até controlar determinados acontecimentos (Pozo; Crespo, 2009).

As concepções de origens culturais ou concepções de representações sociais como também são denominadas, originam-se de interpretações sociais e culturais que estão ao entorno dos alunos. Esses alunos chegam até a sala de aula com ideias que estão enraizadas no seu contexto social, pois elas têm origem linguísticas e são transmitidas com facilidade. Portanto, cabe as instituições de ensino e professores realizarem uma reinterpretação dessas informações que são inquestionáveis, ajudando-o a reconstruir o saber cultural (Pozo; Crespo, 2009).

E por fim, as concepções de origem escolar sendo denominada de concepções analógicas, são aquelas concepções, construídas pelos alunos ao longo de sua trajetória escolar, através de compreensões errôneas e desviadas de conceitos científicos, buscando explicar os conhecimentos científicos com suas concepções alternativas, de modo que, isso pode levar uma consequência em sua aprendizagem. Á vista disso, percebe-se que os alunos adquirem por diversas e diferentes vias um amplo repertório de concepções alternativas, necessitando de estratégias para modificá-las (Pozo; Crespo, 2009).

### **3.4. Sequência didática**

O ensino de química atualmente busca o protagonismo dos alunos em seu processo de aprendizagem, ocorrendo assim um distanciamento do “ensino tradicional”, em que o professor é o portador do saber e transmite o conhecimento para os alunos de forma pronta e acabada sem nenhum tipo de contextualização, interação ou espaços para questionamentos (Freire, 2006, p. 61).

Os processos de ensino e aprendizagens para a Educação Básica no Brasil, são elaborados por meio de atividades presente no contexto da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a qual entende que por meio da contextualização cultural, social, histórica e ambiental é possível desenvolver nos alunos competências e habilidades capazes de resolver situações presentes no cotidiano e além da capacidade de tomar decisões diante de situações problemas. Sendo assim, a BNCC discute que a contextualização deve estar presente no processo de aprendizagens dos alunos através de situações que fazem parte da sua realidade. Diante disso, este documento destaca que

aprender ciências vai além de aprender os conteúdos e os seus conceitos (Brasil, 2017 p. 549).

Ao abordar a contextualização a BNCC direciona ao entendimento que este processo deve superar a simples exemplificação de fatos ou situações do cotidiano com conceitos, de maneira que a “aprendizagem valorize a aplicação de conhecimentos na vida individual, no mundo e nos projetos de vida, favorecendo assim o protagonismo dos alunos para o enfrentamento de questões presentes no dia a dia” (Brasil, 2017, p. 549). Diante dessa concepção, para a melhoria do ensino de ciência, especificamente o ensino de química os professores buscam metodologias e recursos para melhorar o processo de ensino e aprendizagem dos alunos, tornando-os protagonistas desse processo.

Um desses recursos que vem sendo utilizado é a Sequência Didática (SD), que de acordo com Guimarães e Giordan (2013), constitui-se a partir de um conjunto de atividades que são articuladas e intrigadas entre si de forma sistemática com o foco em uma problemática central. A qual possibilita, o estudo e a avaliação através das fases processuais, sendo elas o planejamento, aplicação e avaliação (Zabala, 1998).

A SD tem como objetivo o planejamento de atividades de ensino e aprendizagem para ensino determinado tipo de conteúdo de maneira organizada de modo a favorecer os objetivos educacionais do professor. É importante destacar, que essa estratégia metodológica tem a facilidade de planejar etapas simultâneas para desenvolver as atividades, através de recursos como vídeos, jogos, textos e outros, sendo um facilitador no ensino de química (Oliveira; Brito, 2023).

Dentro dessa perspectiva, é notável que o professor da Educação Básica pode levar a sequência didática para a sala de aula como estratégia metodológica, para facilitar o processo de ensino e aprendizagem dos alunos, a partir da abordagem de temáticas do cotidiano, instigando a participação e interação dos alunos, realizando um ensino que contribui para a formação cidadãos críticos, reflexivos e atuantes na sociedade. Para essa finalidade, pode-se desenvolver uma sequência didática a partir do tema gerador água, com o foco em sua poluição por elementos-traço.

Para a abordagem da temática de poluição hídrica por elementos-traço, desenvolveu-se a sequência didática com base nos três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011). Sendo esses momentos, a problematização inicial, organização do conhecimento e por fim a aplicação do

conhecimento. A **problematização inicial** é o momento que é apresentada a temática abordada, por meio de uma situação real em que os alunos conhecem, onde o professor identifica as concepções prévias, através das descrições feitas pelos alunos, além disso essa problematização permite que os alunos sintam a necessidade de outros conhecimentos (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2011).

O segundo momento é a **organização do conhecimento** em que serão selecionados e abordados os conhecimentos necessários para a compreensão da temática. Já o terceiro e o último momento é designado a **aplicação do conhecimento**, tem como objetivo abordar o conhecimento que vem sendo construído pelo aluno na problematização inicial e na organização do conhecimento no contexto já trabalhado pelo professor ou em um novo contexto. Dessa forma a meta desse momento é que os alunos consigam articular constantemente a conceituação científica com as situações reais presentes no cotidiano (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2011).

Portanto, a partir do tema gerador água com ênfase em sua poluição por elementos-traços, é possível trabalhar o conteúdo químico de Tabela Periódica, tendo em vista que para o entendimento da temática de poluição hídrica por elementos-traço é necessário o conhecimento acerca da natureza dos elementos químicos e sua classificação.

#### 4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Na presente seção será apresentada o percurso metodológico utilizado para o desenvolvimento da pesquisa em questão: abordagem, contexto de pesquisa, participantes da pesquisa, validação da sequência didática, aplicação da sequência didática, instrumentos de coleta de dados e instrumentos de análise de dados.

##### 4.1. Abordagem

Para a realização desta pesquisa foi utilizado o método qualitativo, o qual realiza, observações de fenômenos naturais que estão presentes nos contextos dos participantes em questão e busca compreender os significados desses fenômenos, de modo que para Bogdan e Biklen (1994), o ambiente em que os sujeitos de estudos estão inseridos é a principal fonte de dados, como o pesquisar é de extrema importância no processo de coleta de dados durante a pesquisa.

Bogdan e Biklen (1994) apontam cinco características básicas para a pesquisa qualitativa:

1. *“Na investigação qualitativa a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal”* (Bogdan, Biklen; 1994 p. 47); assim sendo, o investigador busca frequentar por grande quantidade de tempo o ambiente natural, com o objetivo de desvendar questões educativas, utilizando equipamentos para a obtenção de dados, a exemplo de blocos de notas, vídeos ou áudios. Segundo Bogdan e Biklen (1994), os investigadores qualitativos tem preocupação com o contexto dos locais de estudos, pois entendem que determinadas fatores poderão ser compreendidos quando observa-se o seu ambiente habitual.
2. *“A investigação qualitativa é descritiva”* (Bogdan, Biklen; 1994 p. 48); a análise descritiva possui diferentes forma para recolher os dados, sendo elas através de palavras, imagens, transcrições de entrevistas, depoimentos, vídeos, memorando e documentos oficiais dentre outros, de modo que a análise de dados seja realizada de forma minuciosa e com uma riqueza de detalhes.
3. *“Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos”* (Bogdan, Biklen; 1994 p. 49); O investigador tem uma maior preocupação em observar e estudar os fenômenos

e as situações que estão presentes no contexto da pesquisa, não se prendendo apenas ao resultado final obtido.

4. “*Os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva*” (Bogdan, Biklen; 1994 p. 50); os investigadores qualitativos não buscam recolher dados com a finalidade de confirmar ou infirmar hipóteses construídas anteriormente, sendo que, a medida que os dados vão sendo examinados as abstrações são construídas.
5. “*O significado é de importância vital na abordagem qualitativa*” (Bogdan, Biklen; 1994 p. 50); durante a realização da pesquisa qualitativa o investigador tem interesse em entender como os diferentes sujeitos dão significados em suas vidas. Sendo assim, o pesquisador qualitativo deve-se criar estratégias e procedimentos que permita levar em consideração pelo ponto de vista do informador, possibilitado assim um diálogo de forma neutra entre o investigador e o pesquisador.

#### 4.2. Contexto da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida por meio de uma sequência didática, a qual está fundamentada nos três momentos pedagógicos proposto por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011). A sequência didática (Apêndice A) intitulada “Desvendando a poluição dos recursos hídricos por elementos-traço: Uma trajetória de compreensão e conscientização”.

Foi aplicada em um Colégio Estadual situado em um município de Itabaiana/SE, para turma da primeira série do Ensino Médio, com o total de 6 aulas, com duração de 50 minutos cada aula. O Quadro 1 apresenta o planejamento e a organização da sequência didática aplicada para cada momento, relatando o que foi abordado em cada momento, os objetivos e as estratégias adotadas.

**Quadro 1** - Organização da sequência didática “Desvendando a poluição dos recursos hídricos por elementos-traço: Uma trajetória de compreensão e conscientização”

Momentos pedagógicos	Atividades	Objetivos	Aula (horas)	Dia de aula
----------------------	------------	-----------	--------------	-------------

1° Problematização inicial	Questionário inicial para obter os conhecimentos prévios dos alunos;  Apresentação de um vídeo intitulado “poluição da água”;  Discussão do vídeo;  Apresentação lúdica e interativa sobre a poluição hídrica por meio de uma história em quadrinho.	Analisar os conhecimentos prévios dos alunos sobre a temática de Poluição hídrica;  Apresentar a temática a ser trabalhada e realizar uma discussão inicial sobre a mesma;  Introduzir a temática poluição hídrica de forma investigativa.	2 aulas (50 minutos cada).	1° dia
2° Organização do conhecimento	Abordagem do conteúdo Tabela Periódica.  Discussão sobre os elementos-traço e a poluição hídrica	Relacionar o conteúdo de tabela periódica a poluição hídrica por elementos-traço.  Estabelecer uma relação entre o conteúdo químico e a temática;	2 aulas (50 minutos cada).	2° dia
3° Aplicação do conhecimento	Elaboração da história em quadrinhos;  Aplicação do questionário final.	Aplicar o conhecimento construído ao longo da sequência didática.  Compreender as aprendizagens adquiridas e possíveis associações da temática com os conteúdos científicos.	2 aulas (50 minutos cada).	3° dia

**Fonte:** autora (2024)

### 4.3. Participantes da pesquisa

Os participantes da pesquisa em questão foram 16 alunos de uma turma da 1ª série do Ensino Médio de um Colégio Estadual, localizado no município de Itabaiana. Durante o processo de coleta de dados, seguiu-se alguns princípios éticos visando preservar as identidades dos participantes e do campo de pesquisa.

Todos os participantes foram comunicados sobre a pesquisa no início da aplicação da Sequência Didática e após isso foi entregue o Termo de Consentimento

Livre e Esclarecido (TCLE) (Anexo A) e o Termo de Autorização para o Uso de Imagens e depoimento (Anexo B), para que declarassem a concordância em participar da pesquisa, como todos os participantes têm idade inferior a 18 anos, a autorização foi assinada por um responsável legal, respeitando e preservando a identidade dos participantes. Além disso, foi entregue no campo de aplicação um ofício para a permissão do uso do espaço para a pesquisa e coleta de dados.

#### **4.4. Validação da sequência didática**

A validação da Sequência Didática (SD) é um processo importante na construção do instrumento de ensino, a qual constitui-se na análise sistemática desse instrumento, buscando avaliar por meio de testes a capacidade de desempenho do instrumento em questão e a confiabilidade dos seus resultados, ou seja, o processo de baseado no processo Elaboração, Aplicação e Reelaboração (EAR), apontam questões que devem ser melhoradas, afim de que, possa alcançar os objetivos propostos no produto educacional, como também observa as potencialidades da SD (Guimarães; Giordan, 2013).

O processo de validação da Sequência Didática em estudo, iniciou com a banca examinadora durante a defesa do projeto de pesquisa, realizado na disciplina de Pesquisa em Ensino de Química I (PEQ I), projeto esse que foi o fundamento para a elaboração desse trabalho.

Os avaliadores apresentaram algumas sugestões para a melhoria da Sequência Didática, após realizar as alterações sugeridas pela banca, foram designados três professores de Química que atuam na Educação Básica do agreste sergipano para avaliação da SD. A Sequência Didática e um questionário (Apêndice B) foram encaminhados, via e-mail, para os professores. Esse questionário possuía questões abertas, as quais foram respondidas pelos professores durante a validação. Na ocasião, mudanças para a melhoria do material foram sugeridas, como por exemplo a quantidade de conteúdos abordados para tempo de execução proposto. Sendo assim, posterior a análise dos professores foram realizadas correções na SD para a melhoria dela. Portanto, a validação apresentada é classificada como validação por pares segundo Guimarães e Giordan (2013, p. 5), pois ela foi realizada por professores que atuam no mesmo nível de ensino em que a SD foi aplicada.

#### 4.5. Aplicação da sequência didática

Antes de iniciar a aplicação da Sequência Didática foi realizada uma observação na turma que posteriormente seria desenvolvida a SD, durante o processo de observação notou-se o comportamento dos alunos na aula, interação aluno-aluno e aluno-professor. Esse processo foi importante para a familiarização prévia do contexto de pesquisa.

Posteriormente, a aplicação da SD teve duração de seis horas aulas, sendo desenvolvida em três dias, tendo em vista que a turma possuía duas aulas seguidas por semana. No entanto, a sequência não foi desenvolvida de forma contínua, ou seja, a aplicação das aulas ocorreu de forma quinzenal, por conta da ausência de aula, devido a paralização dos professores da rede estadual que aconteceu exatamente no dia da aplicação. Sendo esse, um fator que interferiu de forma negativa durante o desenvolvimento da sequência didática. Foi observado durante as aulas que alguns alunos não recordavam de pontos que foram discutidos anteriormente, diante disso, foi necessário realizar uma revisão de forma detalhada, com o objetivo de esclarecer as dúvidas dos alunos, ocasionado em uma quantidade de tempo que não estava no planejamento.

No primeiro momento, durante a problematização inicial, os alunos responderam o questionário de concepções prévias e tiveram o primeiro contato com a problemática abordada a partir do vídeo intitulado “poluição da água”, sendo realizada uma discussão pós vídeo e em seguida respondida algumas questões relacionadas ao conteúdo do vídeo. Durante esse momento os alunos realizaram a leitura de uma história em quadrinhos (HQ) e discutiram sobre os meios de poluição da água e possíveis conteúdos químicos que seria abordado mais a diante.

O segundo momento, a organização do conhecimento ocorreu no segundo dia de aplicação e realizou a abordagem do conteúdo químico de tabela periódica, através da exposição de slides. Durante a aula foi observado que os alunos possuíam entendimento do conteúdo químico, mas tinham dificuldade em utilizar a tabela periódica, assim sendo, necessário distribuir algumas tabelas periódicas para os alunos e realizar algumas atividades relacionada a mesma. Ao final desse momento foi realizada uma discussão sobre poluição hídrica por elementos-traço.

E por fim, no terceiro momento realizou-se uma revisão geral, abordando e relembando alguns fatores importantes que foram discutidos nas aulas anteriores e, também foi possível sanar algumas questões que os alunos apresentaram durante a

revisão. Esse momento de revisão foi necessário, uma vez que, entre o segundo momento e o terceiro, passaram-se quinze dias e os alunos questionaram se seria possível realizar uma revisão, pois eles tinham algumas dúvidas.

Posteriormente, os alunos foram orientados a construírem uma História em Quadrinhos (HQ), com o objetivo de finalizar a HQ que foi apresentada no primeiro momento. Essa finalização da HQ foi construída por meio dos conhecimentos adquiridos pelos alunos ao longo da Sequência Didática como mostra na Figura 1. Os alunos se mostraram interessados e foram participativos durante essa atividade, a qual foi realizada individualmente. Ademais, nessa aula foi aplicado o questionário final.

**Figura 1** – Construção da HQ pelos alunos no último momento da Sequência Didática



Fonte: autora (2024)

#### 4.6. Instrumento de coleta de dados

Os instrumentos de coleta de dados utilizados durante a pesquisa foram: questionário de concepções iniciais (Apêndice C), aplicado no primeiro momento da sequência didática o qual tinha como objetivo analisar as concepções alternativas dos alunos a respeito da temática abordada na pesquisa, e o questionário final (Apêndice D), com a finalidade de verificar os conhecimentos adquiridos pelos alunos sobre a temática e o conteúdo químico abordado ao decorrer da aplicação da Sequência Didática.

Segundo Fontana (2018), os questionários são “instrumentos de coleta de dados, os quais são constituídos por uma série de perguntas, sejam elas abertas ou fechadas, as

quais devem ser respondidos por escrito de forma espontânea, considerando um léxico de entendimento do participante”. Logo, os questionários foram utilizados, de modo que os alunos tivessem a liberdade de respondê-lo a partir dos seus conhecimentos aos questionamentos apresentados, deixando evidente o seu entendimento a respeito da temática e do conteúdo químico abordado.

Somado a isso, outro meio de coleta de dados foi a utilização do recurso didático História em Quadrinhos, uma vez que os alunos elaboraram uma História em Quadrinhos sobre a poluição hídrica por elementos-traço e o conteúdo químico de Tabela Periódica.

As Histórias em Quadrinhos podem ser inseridas no cotidiano escolar por diferentes áreas ou de forma interdisciplinar. A utilização desta prática pedagógica na sala de aula é incentivada pelo BNCC, sendo que nesse recurso, a ludicidade possibilita atrair a interação dos alunos, estimular a leitura e explorar a criatividade, podendo também ser utilizado para introduzir uma temática, conteúdo científico, revisão conceitual, contextualização e problematização de conteúdos, além de ser utilizados como instrumentos avaliativo. Como é visto, são inúmeras as formas de utilização da História em Quadrinhos no cotidiano escolar, a qual contribui no processo de ensino e aprendizagem dos alunos (Leite, 2017).

#### **4.7. Instrumento de análise de dados**

A análise de dados é uma etapa muito importante na pesquisa, considerando que é o momento em que se realiza a descrições dos resultados obtidos durante a pesquisa, por meio dos diferentes instrumentos de coletas de dados. No entanto, para análise de dados desta pesquisa, utilizou-se o método de análise de conteúdo, o qual Bardin (2016) define como:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos as condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens (Bardin, 2016, p. 49).

Essa técnica permite realizar interpretações dos dados obtidos, desta forma, a análise de conteúdo não leva em consideração apenas as respostas dos participantes, mas sim os significados que são atribuídos a cada resposta, possibilitando a obtenção de conhecimento a respeito de diferentes aspectos históricos, culturais e contextuais (Bardin, 2016).

A análise de conteúdo de acordo com Bardin, está dividida em três fases: a pré-análise; a exploração do material; o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação.

A *pré-análise* é a etapa em que ocorre a organização dados, sendo possível sintetizar as ideias iniciais por meio do primeiro contato com o material (Bardin, 2016). Esse momento ocorreu por meio da leitura flutuante do material coletado, na aplicação da Sequência Didática, sendo estes os questionários e a HQ e construindo assim as primeiras impressões sobre os dados obtidos.

A segunda fase de análise de conteúdo ocorre na *Exploração do Material*, uma vez que ocorre a aplicação sistemáticas das decisões tomadas na fase anterior. Logo, é nessa etapa que realiza o processo de codificação, decomposição e enumeração em função do que foi formulado. A exploração do material do presente trabalho, deu-se por meio da codificação, a qual corresponde em uma transformação dos dados brutos em recortes, trechos, palavras-chaves, uma vez, que é possível permitir a representação do conteúdo, servindo-se de suporte para as análises de dados posteriormente (Bardin, 2016). Destacando-se que no momento da transformação dos dados brutos em recortes, foram feitas algumas correções ortográficas nas escritas dos alunos, mas pertencendo, no entanto, com a ideia original de cada um.

Para os participantes da pesquisa, foram estabelecidos os códigos de A01 a A16, onde A referindo-se a “aluno e dois números subsequente, em seguida buscou-se informações semelhantes e realizou-se o agrupamento dos dados.

A terceira fase realizou o *Tratamento dos Resultados Obtidos e Interpretação*, através do tratamento dos dados de maneira mais significativos e válidos, ou seja, os dados obtidos na pesquisa foram interpretados a partir de um olhar rigoroso e crítico e articulados aos suportes teóricos da literatura, para responder à questão inicialmente levantada. Porém, destaca-se que nesta fase também é possível apresentar outras descobertas inesperadas durante a etapa de coleta de conteúdo (Bardin, 2016).

Para o presente trabalho nessa terceira fase, como os dados organizados e a partir de suas interpretações, criou-se categorias, as quais foram estruturadas a *posteriori*, isto é elaborada a partir dos dados obtidos na pesquisa, para o questionário inicial e questionário final.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nessa seção, serão apresentados e discutidos os dados obtidos a partir da aplicação da sequência didática “Desvendando a poluição dos recursos hídricos por elementos-traço: uma trajetória de compreensão e conscientização”. Desenvolvida em um Colégio Estadual do agreste sergipano, para 16 alunos 1ª série do Ensino Médio.

As concepções dos alunos acerca da problemática socioambiental da poluição hídrica por elementos-traço, bem como as concepções acerca do conteúdo científico de tabela periódica serão apresentadas e discutidas. Além disso, serão apresentadas as concepções alternativas dos alunos, as evoluções conceituais e as relações estabelecidas entre a temática trabalhada e o conteúdo científico.

### 5.1. Identificação e classificação das concepções alternativas dos alunos

No primeiro momento da sequência didática, os alunos responderam ao questionário de concepções prévias (Apêndice C). Esse momento teve o objetivo de identificar as concepções alternativas dos alunos acerca da temática de poluição hídrica por elementos-traço, como também as concepções a respeito do conteúdo químico de Tabela Periódica. Logo, para identificar essas concepções dos alunos acerca das fontes poluidoras da água, atribuiu-se o seguinte questionamento “Na sua opinião quais são as formas de poluição da água?”, a qual refere-se à primeira questão do questionário inicial. Destacando-se que algumas respostas estão presentes em mais de uma categoria.

Com base nas respostas obtidas em relação ao questionamento apresentado, foram criadas três categorias: “Descarte inadequado de lixo”; “Lançamentos de esgotos nos recursos hídricos”; “atividades mineradoras”, que estão descritas no Quadro 2.

**Quadro 2** - Categorias relacionadas as concepções alternativas dos alunos sobre as fontes de poluição da água.

<b>Código</b> / <b>Categoria</b>	<b>Descarte inadequado de lixo</b>	<b>Frequência</b>
A07	Jogar lixo em rios e etc...	
A05	Jogar lixo nas águas limpas, o descarte errado do lixo.	

A12	Jogar lixo nos rios, mares e oceanos [...].	15
<b>Código</b> \ <b>Categoria</b>	<b>Lançamentos de esgotos nos recursos hídricos</b>	<b>Frequência</b>
A09	Escoamento de esgotos [..].	7
A12	[...] Esgotos em contato com a água.	
<b>Código</b> \ <b>Categoria</b>	<b>Atividades de mineração</b>	<b>Frequência</b>
A14	Atividades de minérios (mercúrio).	2
A08	O uso do mercúrio (Hg) para a mineração do ouro.	

**Fonte:** autora (2024)

Ao analisar as respostas, percebe-se que essas concepções apresentadas pelos alunos têm como base as concepções espontâneas (Pozo; Crespo, 2009), visto que os alunos ao serem questionados sobre as fontes de poluição hídricas, apresentaram concepções de que a poluição da água está relacionada com o descarte e lançamentos de materiais de maneira incorreta nos corpos d'água. Ao avaliar as origens dessas concepções, existe a presença das origens sensoriais ou visuais, as quais são aproximadas do seu cotidiano.

Observou-se que 15 alunos, apresentam a concepção que a poluição hídrica está relacionada com o descarte incorreto de lixo. Conforme as falas dos alunos A05 e A12.

*“Jogar lixo nas águas limpas, o descarte errado do lixo” (A05).*

*“Jogar lixo nos rios, mares e oceanos” (A12).*

O saneamento básico controla os fatores do meio físico, que podem exercer algum efeito nocivo sobre o bem-estar físico, social ou mental, ou seja, o saneamento básico atua nos serviços de disponibilidade de água potável, manejo de resíduos sólidos e no esgotamento sanitários. Dessa forma, esse tipo de serviço tem a finalidade de atuar na prevenção de doenças, as quais poderão ser causadas pelo consumo da água contaminada, bem como aquelas que se proliferam a partir de lixos em que sua

disposição é realizada de forma incorreta (Afonso; Almeida, 2021). Embora esse serviço seja essencial e universalizado como estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico na Lei nº 11.445/2007 e atualizado pela Lei nº 14.026/2020, o Brasil ainda possui um déficit relacionado a sua disponibilidade (Brasil, 2007; Brasil, 2020).

Ademais, o lixo quando acondicionado em local impróprio, pode ser prejudicial à saúde dos seres humanos e animais, uma vez que contém substâncias tóxicas. Além disso, pode causar a poluição do meio ambiente, como o solo, o ar e a água. No entanto, os resíduos como plásticos, garrafas, vidros, metais, entre outros, são encontrados com facilidade em calçadas, nas margens de rios e em praias, estes resíduos são transportados para o mar, provocando impactos ambientais negativos (Freitas *et al.*, 2020).

Também é observado que 7 respostas consideram que os lançamentos dos esgotos diretamente nos recursos hídricos é uma das fontes de poluição desse recurso. Tendo em vista, que essa problemática, assim como o descarte inadequado do lixo está presente no cotidiano desses alunos, ocasionando em um percentual de significativas de respostas. Diante dessa perspectiva, destaca-se que após mais de uma década da Lei de Saneamento Básico (nº 11.445/2007), uma parte considerável dos esgotos do Brasil são lançados diretamente nos sistemas hídrico, sem o tratamento adequado (Freitas *et al.*, 2020). Segundo os dados do SNIS coletados no ano 2020, apresentam apenas 56,0% da população do país tem acesso a rede de esgotos, ou seja, uma quantidade significativa de efluentes sem tratamentos são descartados na natureza diariamente (Gama *et al.*, 2020; Brasil, 2023).

Nessa perspectiva, percebe-se que essas concepções apresentadas pelos alunos estão de acordo com o que Pozo e Crespo (2009), que afirmam em relação as concepções espontâneas, uma vez que, os locais onde os alunos residem possuem mananciais, os quais apresentam algum tipo de poluição provenientes dessas fontes citadas, ou seja, os alunos apresentam respostas baseadas em observações de fenômenos da realidade a partir de suas vivências.

Ainda dentro da concepção de fontes poluidoras da água, ao observar a categoria “Atividades mineradoras”, destaca-se que apenas 2 dos alunos apresentam uma concepção a respeito de desse meio de poluição dos recursos hídricos, como é apresentado pelo aluno na sua escrita.

*“O uso do mercúrio (Hg) para a mineração do ouro” (A08).*

Sendo este a principal atividade antropogênica responsável pelo aumento da concentração de elementos-traço nos sistemas aquáticos, a qual é uma preocupação mundial por ser altamente tóxico, levando à contaminação da água (Guilherme *et al.*, 2005).

Ao realizar uma análise crítica das respostas, percebe-se que a maioria dos alunos apresentam como fonte de poluição da água, aquelas que estão mais presentes em seu contexto social, tendo em vista o descarte incorreto de lixo e o lançamento de esgotos. Já para a atividade de mineração identificou-se um quantitativo menor de respostas, uma vez que esse tipo de atividade não está presente no contexto desses alunos. É importante destacar que durante a intervenção foi questionado ao aluno 08, o qual citou “O uso do Mercúrio (Hg) para a mineração do ouro” o que levou ele a citar esse tipo de atividade, segundo o aluno, ele costuma acompanhar essa problemática nos meios de comunicações.

Percebendo-se, que o conhecimento apresentado pelo A08, é um conhecimento adquirido em um espaço não formal de ensino, ou seja, esse indivíduo ao longo de suas vivências teve contato com determinados ambientes e acesso a informações em outros espaços diferente dos espaços formais de ensino, como a escola, o que proporciona ao educando uma melhor compreensão de temas relevantes para a sociedade. Sendo que os espaços de ensinos não formais despertam o interesse e a curiosidade aos educandos por temas científicos, possibilitando o conhecimento sobre diferentes conceitos e temas, complementando-o às atividades e o aprendizado escolar (Rodrigues; Almeida, 2020).

Em continuidade, acerca de identificar as concepções alternativas dos alunos, sobre os impactos da poluição hídrica na saúde humana e no consumo da água potável, realizou-se o seguinte questionamento “Como a poluição hídrica pode impactar no consumo de água potável e na saúde humana?” (questão 2, apêndice C). Com base nas respostas dos alunos criou-se três categorias, as quais estão descritas no Quadro 3.

**Quadro 3** - Categorias relacionadas as concepções alternativas dos alunos sobre os impactos da poluição hídrica na saúde humana e no consumo da água potável.

Código	Categoria	Efeitos deletérios na saúde humana	Frequência

A05	[...] Trazendo doenças que prejudicam a saúde.	12
A09	Pode impactar na vida humana trazendo doenças como intoxicação, infecção dentre outros problemas, muita das vezes até matando.	
A12	[...] Traz malefícios a saúde humana.	
<b>Categoria</b> <b>Código</b>	<b>Água imprópria para o consumo humano</b>	<b>Frequência</b>
A03	Se a água está poluída não podemos beber porque podemos ficar doente.	7
A07	Porque a água vai deixar de ser potável e não iremos conseguir consumir.	
<b>Categoria</b> <b>Código</b>	<b>Distanciamento da pergunta</b>	<b>Frequência</b>
A06	Higienizando a água para ninguém morrer.	2
A13	Porque a água é muito importante na vida dos seres humanos.	

**Fonte:** autora (2024)

Ao observar a categoria “Efeitos deletérios na saúde humana” percebe-se que 12 dos alunos possuem a concepção de que a poluição hídrica causa impactos na saúde dos seres humanos, como é vista na escrita do A05.

*“[...] Trazendo doenças que prejudicam a saúde”.*

Segundo Quedes *et al* (2015), a qualidade da água tem um impacto de forma direta na saúde das pessoas, esses impactos estão associados ao padrão de uso da água, os quais apresentam efeitos deletérios na saúde dos usuários desse recurso. Com isso, destaca-se que as doenças de veiculação hídrica estão associadas a falta de serviços básicos como: acesso a água potável, destinação adequada do lixo e coleta de esgotos.

Diante disso, é observado que as falas dos alunos nessa categoria, assemelham-se com as das categorias “Descarte inadequado do lixo”; “Lançamento de esgotos nos

recursos hídricos” apresentadas no Quadro 2, uma vez, que o déficit na disponibilidade de saneamento básico está presente no cotidiano de muitos brasileiros.

Além disso, ao observar as respostas é possível classificar as concepções apresentados pelos alunos como de origem sensorial (Pozo e Crespo, 2009), já que de acordo com suas falas, apresentam tentativas de dar significados a fenômenos que estão em sua volta, ou seja, eles buscam fatores que estão próximos da sua realidade como o descarte inadequado do lixo, lançamento de esgotos sem tratamento nos sistemas aquáticos e o surgimento de doenças, para explicar as causas e consequências da poluição hídrica.

Ao analisar a categoria “Água imprópria para o consumo humano”, é possível perceber 7 respostas dos alunos apresentam uma concepção que se a água está contaminada, conseqüentemente está imprópria para os indivíduos consumirem como afirma os alunos A07 e A12 em suas escritas, respectivamente. *“Porque a água vai deixar de ser potável e não iremos conseguir consumir”*; *“A água poluída não pode ser consumida”*.

Percebe-se, que ainda é pequena a porcentagem de alunos que compreende a necessidade de que a água destinada para o consumo humano deve ser potável. Não apresentando uma descrição a respeito da água potável. Deixando evidente a importância da abordagem da EA na sala de aula. Como afirma os autores Saar e Farias (2020), a EA quando articulada a uma problemática socioambiental e aos conhecimentos científicos promove o senso crítico dos alunos, melhor compreensão da temática em questão e mudanças comportamentais.

Dessa forma, realizando-se uma análise mais crítica das concepções apresentadas pelos alunos, a respeito da água imprópria para o consumo humano, nota-se uma variação de concepções alternativas, como de origem sensorial e origem escolar (Pozo e Crespo, 2009). Essas variações nas concepções alternativas estão relacionadas com as diferentes formas de pensar desses alunos e o contexto em que eles pertencem que podem estar associadas as concepções escolares, uma vez que em algum momento da trajetória escolar esses alunos possivelmente tiveram o contato com uma abordagem sobre potabilidade da água, no entanto, apresentam de forma simplificada o conhecimento sobre ela.

Na categoria “distanciamento da pergunta”, observou-se que 2 respostas dos alunos não possuem uma concepção sobre os impactos que a poluição hídrica causa na

saúde humana e no consumo da água potável, como é notado na afirmação do aluno A13.

*“Porque a água é muito importante na vida dos seres humanos”.*

Esse aluno distancia-se do questionamento apresentado, não sendo possível, esclarecer a sua concepção a respeito dos impactos da poluição hídrica na saúde humana e no consumo da água potável. Esse distanciamento poder ser atribuído ao fato de o aluno ter interpretado a pergunta de forma errônea, ou simplesmente ele não tem ou não evidenciou uma concepção formada a respeito do que foi questionado.

Com base nas respostas dos alunos, a respeito do questionamento “como você identifica se a água está poluída?” (Questão 3, apêndice C), criou-se a categoria “Aspectos sensoriais” que está apresentada no Quadro 4.

**Quadro 4** - Categoria relacionada as concepções alternativas dos alunos sobre como eles identificam uma água poluída.

<b>Categoria</b> <b>Código</b>	<b>Aspectos sensoriais</b>	<b>Frequência</b>
A03	[...] Se à água estiver com a cor meia amarelada, esverdeada ou quando podemos ver se à água está com alguma sujeira.	16
A04	Na cor e no cheiro da água.	
A12	Pela coloração, odor e aparência. Água poluída tem cor suja.	

**Fonte:** Autora (2024)

Ao observar essa categoria “Aspectos sensoriais” é possível analisar que os 16 os alunos responderam que consideram, apenas por meio dos aspectos sensoriais (aparência e odor) é possível identificar a poluição da água, como é notado na resposta de A05 e A11 respectivamente

*“Pelo cheiro e cor”. (A05)*

*“Quando a água está amarela e cheia de mosquitos”. (A11)*

No entanto, ao analisar as respostas, percebe-se que em nenhum momento os alunos consideraram os aspectos microscópicos, ou seja, eles não possuem a concepção a respeito das substâncias e microrganismos que podem estar presente nos recursos

hídricos, tornando-os poluídos e, conseqüentemente, contaminados. Bem como, não destacam que poluentes específicos podem alterar a cor da água, como é o caso dos elementos-traço e corantes. Isto acaba por não reconhecer que a ausência de cor e cheiro na água não significa que ela esteja livre de poluentes (Morais *et al.*, 2017).

Desse modo, é observado nas respostas dos alunos que suas concepções a respeito da identificação da poluição dos recursos hídricos, tem como fundamento as concepções de origens sensoriais (Pozo; Crespo, 2009), tendo em vista, que esses alunos apresentam como resposta ao questionamento, a cor e o cheiro da água, ou seja, a sua concepção é submetida a características sensoriais, as quais atendem a primeira regra das concepções espontâneas, a semelhança entre causa e efeito, pois os alunos não consideram os fenômenos além do observável (Pozo; Crespo, 2009), muito menos associam a cor e cheiro à presença de agente poluidores dissolvidos na água.

Nesse contexto, prosseguindo com a análise das concepções alternativas dos alunos, realizou-se o seguinte questionamento “Você conhece algum elemento químico da Tabela Periódica que pode ser encontrado na água poluída? Comente sobre” (questão 4, apêndice C). Esse questionamento teve como objetivo compreender as concepções dos alunos acerca dos elementos químicos que podem ser encontrados na água poluída, tendo em vista que a temática abordada na sequência didática foi a poluição hídrica por elementos-traço. Diante disso, era necessário analisar as concepções alternativas dos alunos a respeito dos elementos químicos poluidores dos recursos hídricos.

Com base nas respostas obtidas é possível observar que a maioria alunos não tinham conhecimento de elementos químicos que podem ser encontrados na água poluída, pois em total de 16 respostas, obteve-se 8 resposta “Não”; 1 sem resposta, ou seja, 9 alunos não apresentam a concepção de que elementos químicos podem ser poluidores da água e conseqüentemente encontrados na mesma. Essa concepção dos alunos pode estar associada aos aspectos sensoriais que eles atribuem para identificar a poluição da água, como foi discutido anteriormente na categoria “Aspectos sensoriais”.

Das 7 respostas que restaram, 4 delas apresentam uma confusão entre o conceito de elemento químico e substância, como é observado na escrita de A03 e A15.

*“Petróleo, esse elemento é encontrado na água frequentemente logo ele é encontrado na água poluída”. (A03)*

*“Nitratos”. (A15)*

É possível perceber que esses alunos apresentam uma concepção distante do que é apresentado na literatura a cerca do conceito de elemento químico e substância, já que é observado em suas respostas uma confusão entre os dois conceitos, sendo assim, apresentando fundamentos das concepções de origens escolares (Pozo e Crespo, 2009). A concepção apresentada pelos alunos pode ter surgido de contatos anteriores com esses conceitos, por meio de livros didáticos ou nas explicações deformadas ou simplificadas, levando aos alunos a uma compreensão errônea ou distorcida dos conceitos (Pozo; Crespo, 2009).

Em seu trabalho, Colpo e Wenzel (2022), destacam a importância de ter clareza dos conceitos estruturantes da Química, como: elemento químico e substância, para assim ser possível relacionar e compreender outros conceitos como ligações, reações químicas, constituição da matéria entre outros. Os conceitos de elemento químico e substância, exige uma abstração maior, então devem ser trabalhados em sala de aula com recursos didáticos e metodologias que proporcionem múltiplas formas de compreensão.

Em continuidade nas análises das repostas, acerca de compreender as concepções dos alunos sobre elementos químicos que poderão ser encontrados na água poluída, tem-se apenas 3 alunos que tem a concepção da existência de alguns desses elementos químicos, como é visto na escrita do A08.

*“Mercúrio (Hg), com o mau uso dele para a mineração do ouro”. (A08)*

Diante da escrita desse aluno, percebe-se que ele tem a compreensão de que as atividades antropogênicas, a exemplo da atividade de mineração é responsável pelo aumento da concentração e introdução dos elementos químicos nos corpos hídricos, que são potencialmente tóxicos.

A atividade industrial é uma das responsáveis pelo lançamento de inúmeras substâncias e elementos tóxicos nos recursos hídricos, entre os vários poluentes, destaca-se os elementos-traço, os quais referem-se a metais como o Cu, Pb, Hg, Zn, Cr, Cd, sendo que a poluição dos sistemas aquáticos por esses elementos é preocupante, pelo fato de não serem biodegradáveis no ambiente e também pela capacidade de bioacumular e biomagnificar, trazendo impactos para o meio ambiente e para os seres vivos (Souza *et al.*, 2023).

Desse modo, ao realizar uma análise crítica das respostas dos alunos para o questionamento “Você conhece algum elemento químico da tabela periódica que pode

ser encontrado na água poluída? Comente sobre”, observa-se um quantitativo elevado de respostas “Não”. Outro fator que pode ter interferido nessas respostas foi a forma como a pergunta foi elaborada, isto impossibilitou obter respostas adequadas ao que foi perguntado.

E por fim, ao questioná-los “Qual o tipo de relação existe entre a química e a poluição hídrica por elementos-traço? Fale um pouco sobre isso” (Questão 5, apêndice C), identificou-se que os alunos apresentaram dificuldades para estabelecer a relação solicitada no questionamento, apresentando respostas não adequadas ao tipo de resposta esperada, conforme é demonstrado em suas escritas.

*“A química pode ajudar a descobrir qual o elemento que está poluindo a água”.*  
(A01)

*“Alguns elementos químicos chegam na água por causa da ação humana, e esses elementos são poluentes”* (A02).

*“Existem elementos químicos na água poluída, essa é a relação”.* (A12)

*“Sim. Porque esses elementos estão na química”* (A15).

Percebe-se que as concepções dos alunos a respeito da poluição hídrica estão associadas aos aspectos sensoriais, conforme foi evidenciado na análise da questão 3. Se nota que esses alunos possuem um certo grau de dificuldade para associar a poluição hídrica por meio dos elementos-traço, identificar esse tipo de poluição demanda conhecimentos além dos oriundos de aspectos sensoriais.

Diante dessa perspectiva, é notado que os alunos têm dificuldade de relacionar a temática da poluição hídrica por elementos-traço com a Química, a qual pode estar associada com o fato de que esses alunos ainda não tiveram o contato com a temática anteriormente ou a ausência de um espaço para realizar trabalhos contextualizados onde possibilitaria a abordagem da EA e CTSA com debates e diálogos acerca de temas importantes e relevantes para a sociedade. Esses fatores quando executados em sala de aula auxiliam para uma educação voltada para a cidadania, formação de alunos críticos e atuantes em sua realidade e no processo de ensino e aprendizagem dos educandos acerca determinada temática e conteúdo químico (Fidelis, 2020).

Para Marcondes (2008) a abordagem temática no ensino de química não é entendida como apenas um pretexto para trabalhar conteúdos químicos, trata-se de abordagem de dados, conceitos, informações, afim de que seja possível conhecer a realidade para avaliar possíveis formas de intervir na sociedade.

## 5.2. Associação estabelecida entre os alunos relacionada à poluição hídrica por elementos-traço e o conteúdo químico de tabela periódica, e a evolução conceitual

Os dados apresentados nessa subseção, referem-se aos resultados obtidos através do questionário final (Apêndice D) e a HG, ambos tiveram como objetivo analisar os conhecimentos adquiridos pelos alunos após a aplicação da sequência didática. Nessa etapa final participaram 14 alunos de um total de 16 que estiveram nas aulas anteriores. Para identificar os conhecimentos construídos pelos alunos sobre as fontes de poluição da água, questionou-se “Quais ações causam a poluição hídrica?” (questão 1, apêndice D). Diante desse questionamento, criou-se as categorias “Descarte inadequado do lixo”, “Lançamento de esgotos nos recursos hídricos” e “atividades agrícolas”, as quais estão apresentadas no Quadro 5.

**Quadro 5** - Categoria representativas da evolução das concepções acerca das fontes de poluição da água.

<b>Categoria</b> <b>Código</b>	<b>Descarte inadequado de lixo</b>	<b>Frequência</b>
A01	Jogar lixo [...]	4
A10	[...] O lixo	
<b>Categoria</b> <b>Código</b>	<b>Lançamentos de esgotos nos recursos hídricos</b>	<b>Frequência</b>
A07	Esgotos de fabricas e esgotos domésticos	12
A12	Efluentes industriais [...]	
<b>Categoria</b> <b>Código</b>	<b>Atividades agrícolas</b>	<b>Frequência</b>
A10	[...] Os agrotóxicos	2

Fonte: Autora (2024)

Para a categoria “Descarte inadequado de lixo”, percebe-se uma redução significativa no número de respostas, em comparação com o questionário de concepções

prévias, tendo em vista que no primeiro momento da sequência didática, 15 dos 16 alunos tinha a concepção que a principal fonte de poluição da água era por meio do descarte incorreto do lixo, os quais apresentavam uma concepção acerca de fatos observáveis no seu cotidiano. No entanto, nota-se que mesmo após abordar por meio da SD os principais meios de poluição dos recursos hídricos associados aos elementos-traço, alguns alunos continuam com a concepção do descarte do lixo do primeiro momento da SD, como é apresentado na resposta do A01.

*“Jogar lixo [...]” (A01)*

Essa resposta demonstra que o aluno mantém a sua concepção inicial, mesmo quando ao longo da sua resposta ele apresenta novos meio de poluição como, as atividades industriais e os esgotos, como está apresentado na sua escrita de forma completa “Jogar lixo, as indústrias, os esgotos e entre outros”, na resposta, as indústrias e esgotos não estavam presentes no questionário inicial, mostrando perceptível que o processo de mudança de concepção tornou-se aceita, pois ele assume em suas respostas novos conceitos. No entanto, apresenta dificuldade de distanciar da sua concepção inicial (Silva *et al.*, 2021).

Ainda é destacado por Silva e Amaral (2016, p. 71) que:

“Os alunos dificilmente abandonam suas concepções informais, mesmo depois de ter estudado e aplicado um conceito científico em algum momento da sua vida escolar” (Silva; Amaral, 2016, p.71).

Ao analisar a categoria “lançamento de esgotos nos recursos hídricos” é perceptível que 12 dos 14 alunos apresenta o lançamento de esgotos como uma fonte de poluição da água, percebendo-se um aumento em relação a quantidade de repostas, comparado com o questionário inicial, como também o surgimento de repostas relacionadas às atividades agrícolas.

Esse aumento na quantidade de respostas e a manifestação de nova fonte de poluição, pode estar associado ao fato de que no segundo momento pedagógico da sequência didática, (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2011) foram abordados, além do conteúdo científico, a temática socioambiental e, conseqüentemente, as principais ações antrópicas responsáveis pela adição de poluentes no meio aquático, associando a temática em questão, a exemplo do lançamento de efluentes industriais, esgotos domésticos, atividades agrícolas entre outros, sendo possível observar a evolução de concepções dos alunos, por meio das suas respostas.

*“Os esgotos domésticos, os esgotos das empresas [...]” (A08)*

“Efluentes industriais [...]”. (A12)

Respostas semelhantes com a escrita de A08 e A12 são apresentadas nas histórias em quadrinhos (Figura 2) construídas pelos alunos na aplicação do conhecimento, a qual tinha o intuito de finalizar a HQ apresentada no primeiro momento por meio dos conhecimentos adquiridos ao longo da aplicação da SD.

**Figura 2** - Recorte da HQ destacando as principais fontes, responsáveis pela adição de poluentes nos recursos hídricos (A11)



Fonte: aluno (2024)

Diante das respostas apresentadas pelos alunos para o questionamento “Descreva com suas palavras o que você entende por elementos-traço e cite exemplos” (Questão 2, apêndice D), é visto que houve uma evolução por parte dos alunos em relação a esse tipo de poluição dos recursos hídricos. Uma vez, que ao perguntá-los no questionário inicial, apresentaram respostas evasivas.

Assim, é explicitado que ao realizar o questionamento no terceiro momento da SD (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2011), eles estabelecem uma articulação entre esse tipo de poluição e o conteúdo químico de tabela periódica. Essa compreensão de conceitos é evidenciada na escrita de A03 e A08.

“São elementos que existem na tabela periódica e também são encontrados em águas poluídas. Exemplo o Zinco”. (A03)

“Cobalto, Zinco, Cromo, Manganês. Os elementos-traço são os elementos químicos da tabela periódica que estão presentes na água poluída causando vários impactos”. (A08)

Ao analisar as respostas mencionados, é possível observar que os alunos apresentam uma compreensão baseada na afirmação dos autores Guilherme *et al* (2005)

e Reis *et al* (2022), uma vez que classificam os elementos-traço como metais a exemplo do Cobalto (Co), Zinco (Zn), Cobre (Cu), Mercúrio (Hg), Níquel (Ni). Estes metais mesmo em baixas concentrações podem ser nocivos aos seres humanos e a região aquática atingida.

Ficando evidenciado a partir das escritas dos alunos essa compreensão sobre os elementos-traço, segundo Pozo e Crespo (2009), o aluno compreende um determinado conceito, quando é capaz de atribuir significados e estabelecer relações com os seus conhecimentos prévios, pois a aprendizagem de conceitos não é caracterizado com aspectos qualitativos, mas de como esse aluno compreende e realiza articulações. Como foi observado que durante a aplicação da SD os alunos tiveram o contato com o conhecimento científico e articularam com a situação que estava presente na temática.

Ainda analisando as respostas do questionário final, sobre a pergunta “Na sua opinião é possível estabelecer uma associação do conteúdo químico de tabela periódica e a poluição hídrica por elementos-traço? Comente sobre” (Questão 5, apêndice D), criou-se as categorias “Associação entre o conteúdo e a temática” e “Dificuldade para realizar a associação”, que estão descritas no Quadro 6.

**Quadro 6-** Categorias relacionadas a associação que os alunos estabelecem entre a temática de poluição hídrica por elementos-traço e o conteúdo de tabela periódica.

<b>Categoria</b> <b>Código</b>	<b>Associação entre o conteúdo e a temática</b>	<b>Frequência</b>
A06	Sim, tem metais como o ferro, cobre, ouro que estão na tabela periódica que poluem a água.	2
A07	Sim, são elementos que vão poluir e estão presentes na tabela periódica.	
<b>Categoria</b> <b>Código</b>	<b>Dificuldade para realizar a associação</b>	<b>Frequência</b>
A10	Por causa dos elementos que faz parte da tabela periódica como os metais.	12
A12	Sim, estão encontrados na tabela periódica os	

	elementos-traço.	
--	------------------	--

Fonte: autora (2024)

Ao observar a categoria “Associação entre o conteúdo e a temática”, percebe-se que apenas 2 dos alunos demonstram um entendimento do conceito químico, estabelecendo uma associação entre o conteúdo e a temática. É possível perceber, mesmo em numa pequena quantidade, que esses alunos apresentam uma evolução conceitual, sobretudo quando refere-se aos elementos químicos poluidores, uma vez, que quando questionados no questionário inicial, esses alunos demonstravam desconhecer o assunto.

Os alunos associam elementos químicos que estão presente na Tabela Periódica como os poluidores da água como é observado em suas escritas. Demonstrando uma evolução conceitual.

*“Sim, tem metais como o ferro, cobre, ouro que estão na tabela periódica que poluem a água”.* (A06)

*“Sim, são elementos que vão poluir e estão presentes na tabela periódica”.* (A07)

Através das respostas obtidas sobre a associação entre a temática e o conteúdo químico abordado, é possível perceber que a temática socioambiental contribui para uma melhor compreensão do conteúdo, principalmente, quando se refere classificação dos elementos, como também familiarização com eles.

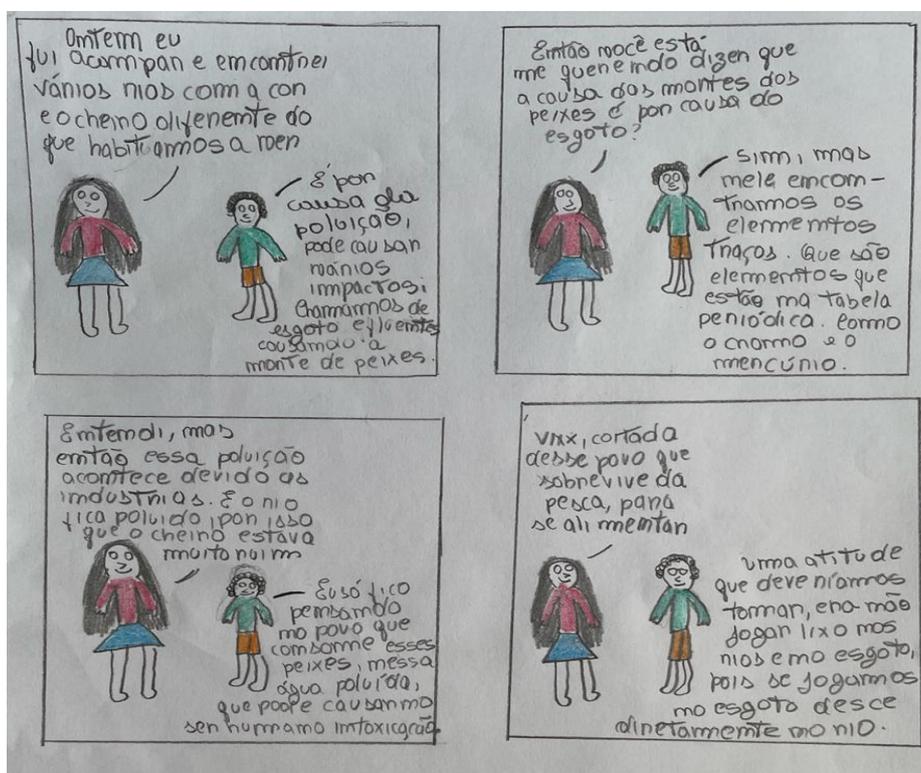
Diante desse contexto, deixou-se evidente, através das escritas, a compreensão da temática e do conteúdo químico, corroborando com Pozo e Crespo (2009), que uma pessoa compreende um conceito quando é possível atribuí-lo um significado para ele com suas próprias palavras e sua realidade. De acordo com as respostas apresentadas, é possível perceber a importância de abordar na sala de aula, temáticas que estão presente no cotidiano dos alunos, uma vez que auxilia no processo de ensino e aprendizagem, visto que, a partir dessas problemáticas, pode-se trabalhar os conceitos científicos, as quais também contribuem na formação de alunos críticos e capazes de atuarem em sociedade (Fidelis, 2020).

Portanto, destaca-se a importância da abordagem CTSA nas aulas de ciências, já que segundo Silva *et al* (2020) “O enfoque CTSA, no âmbito educativo, objetiva o desenvolvimento do pensamento crítico sobre as relações existentes entre ciência,

tecnologia e as consequências para a sociedade e o ambiente”. Isto torna o conhecimento mais significativo, pois o aluno consegue atribuir sentido para o que está sendo abordado na sala de aula por meio da articulação com as outras áreas da sociedade, o que possibilita uma melhor compreensão e aplicação dos conhecimentos científicos no seu cotidiano.

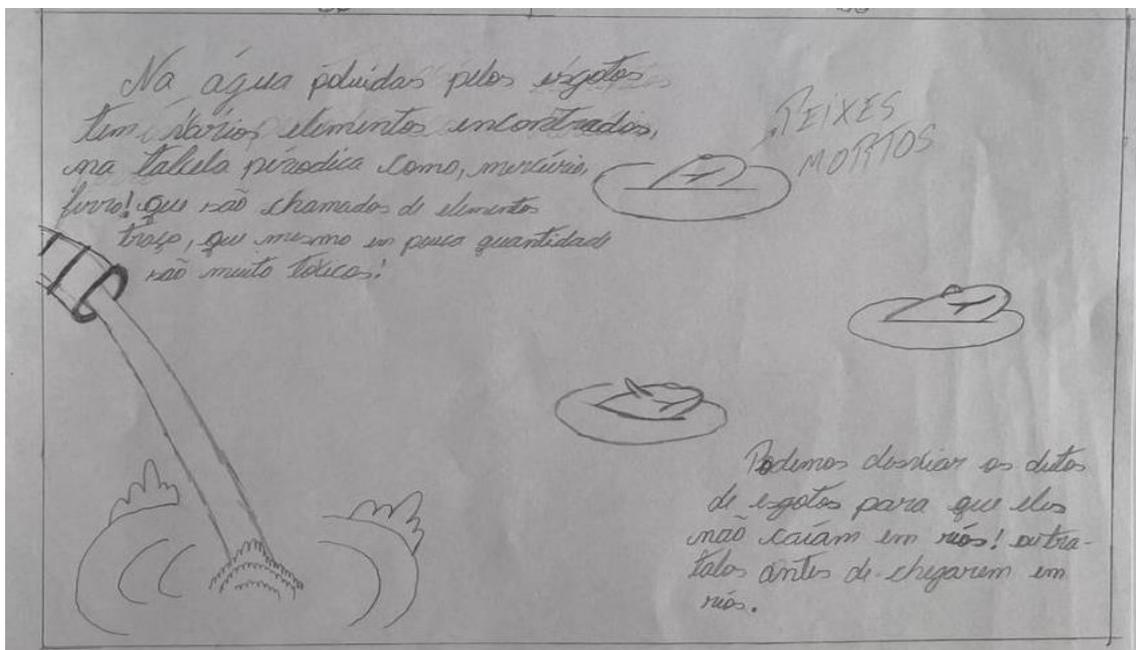
Entretanto, ao analisar as histórias em quadrinhos produzidas pelos alunos, percebe-se um quantitativo maior de alunos que conseguiram estabelecer essa relação, como é ilustrado nas Figuras 3,4 e 5.

**Figura 3** - HQ que estabelece uma relação entre temática e o conteúdo químico (A14)



Fonte: aluno (2024)

**Figura 4:** Recorte da HQ que estabelece uma relação entre temática e o conteúdo químico (A03)



Fonte: aluno (2024)

**Figura 5 -** HQ que estabelece uma relação entre a temática e o conteúdo (A11)



Fonte: aluno (2024)

Diante das Figuras 3, 4 e 5, percebe-se que os alunos conseguem estabelecer uma associação da temática com o conteúdo químico, uma vez que é apresentado nas

escritas uma problemática acerca da poluição hídrica relatando que ela está relacionada ao lançamento de esgotos, ocasionado em impactos ambientais e sociais, onde é destacado pelo aluno A14 (Figura 3), o prejuízo que a poluição da água traz para pessoas que sobrevivem da pesca em sua escrita “coitado do povo que sobrevivem da pesca para se alimentar”. E por fim, é abordado também o conteúdo em que destaca que os elementos-traço, que são encontrados na água poluída e estão presentes na Tabela Periódica.

E para finalizar a discussão da categoria “Associação entre o conteúdo e a temática” com foco na HQ, é observado nas Figuras 3 e 4, que a atividade lúdica estimulou a criatividade dos alunos, a busca por situações presentes em seu cotidiano com a finalidade de explicar essas situações por meio do conteúdo químico e da temática socioambiental, os quais foram abordados durante a aplicação da sequência didática. Portanto, percebe-se que esse recurso facilitou o processo de ensino e aprendizagem dos alunos, como afirma Leite (2017) o lúdico tem a possibilidade de prender a atenção do aluno e permite que eles realizem reflexões a cerca do que foi abordado em sala de aula. Fazendo com que o educando estimule sua criatividade e seja o protagonista do seu processo de aprendizagem.

Na categoria “dificuldade para estabelecer a associação” referente ao questionamento “Na sua opinião é possível estabelecer uma associação do conteúdo químico de tabela periódica e a poluição hídrica por elementos-traço? Comente sobre” (Questão 5, apêndice D). É visto que uma quantidade significativa de alunos que tiveram dificuldade para estabelecer a associação entre a poluição por elementos-traço e o conteúdo químico de Tabela Periódica, apresentam respostas evasivas, como é observado nas respostas de alguns alunos.

*“Sim, porque esses elementos-traços estão presentes na tabela periódica”.*  
(A03)

*“Sim, pois os elementos-traço são encontrados na tabela periódica e são metais”.* (A05)

Como é perceptível nas escritas dos alunos no questionário final, eles apenas relacionam os elementos traços com a Tabela Periódica de forma simplificada e não realizam associação com o seu cotidiano, um fato que pode ter contribuído para essas respostas, talvez seja alguma dificuldade que os alunos encontraram na interpretação da

pergunta. Como apresentado anteriormente que na construção da HQ eles estabeleceram essa associação.

### **5.3. Exercício de reflexão dos alunos sobre a preservação dos recursos hídricos**

Nessa subseção serão apresentados e discutidos os dados do questionamento “Diante da problemática de poluição hídrica, quais atitudes deve-se tomar para preservar os recursos hídricos?” (Questão 3, apêndice D) e a finalização da história em quadrinhos, a qual foi construída pelos alunos no terceiro momento da sequência didática, ambas as atividades tiveram como objetivos promover nos alunos a reflexão acerca da preservação dos recursos hídricos.

A partir do questionamento, obteve-se um quantitativo de 12 respostas de caráter reflexivos, como indica nas respostas.

*“Conservar a água, fazer a limpeza dos lixões, limpar os esgotos antes de entrar em contato com a água”. (A03)*

*“Não jogar lixo nos rios, preservar o meio ambiente”. (A05)*

*“O ser humano deveria poluir menos”. (A07)*

*“[...] Reduzir o uso de defensivos agrícolas”. (A08)*

*“[...] Não deixar os esgotos em contatos com a água. (A10)*

Diante das escritas, é perceptível que os alunos apresentam formas para minimizar a poluição hídrica. Demonstrando que a temática abordada contribuiu para os alunos da Educação Básica a construção de atitudes para a preservação desse recurso indispensável para a vida, além da mudança comportamental que está associada a macrotendência político-pedagógica conservacionista da Educação Ambiental.

A macrotendência conservacionista está associada a ações individuais e comportamentais dos indivíduos e não leva em consideração as questões sociais, políticas, culturais, ou seja, essa macrotendência tem o enfoque na responsabilização das questões ambientais, tornando-se reducionista com as questões de mudança de comportamento (Layrargues; Lima, 2014).

Nessa perspectiva, também é possível estabelecer uma associação com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), os quais no ano de 2015, foram criados pela Organização das Nações Unidas (ONU), com o objetivo de solucionar problemas que atingem as pessoas em todo o mundo. Contudo, é possível estabelecer essa associação, entre as respostas dos alunos e o objetivo 6, uma vez que em sua meta 6.3, é alcançar “Até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição,

eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente” (ONU, 2015, p. 35). Assim, Percebe-se a relevância de abordar temáticas contextualizadas, na sala de aula, que contribuem para reflexão e formação de pensamento crítico dos alunos.

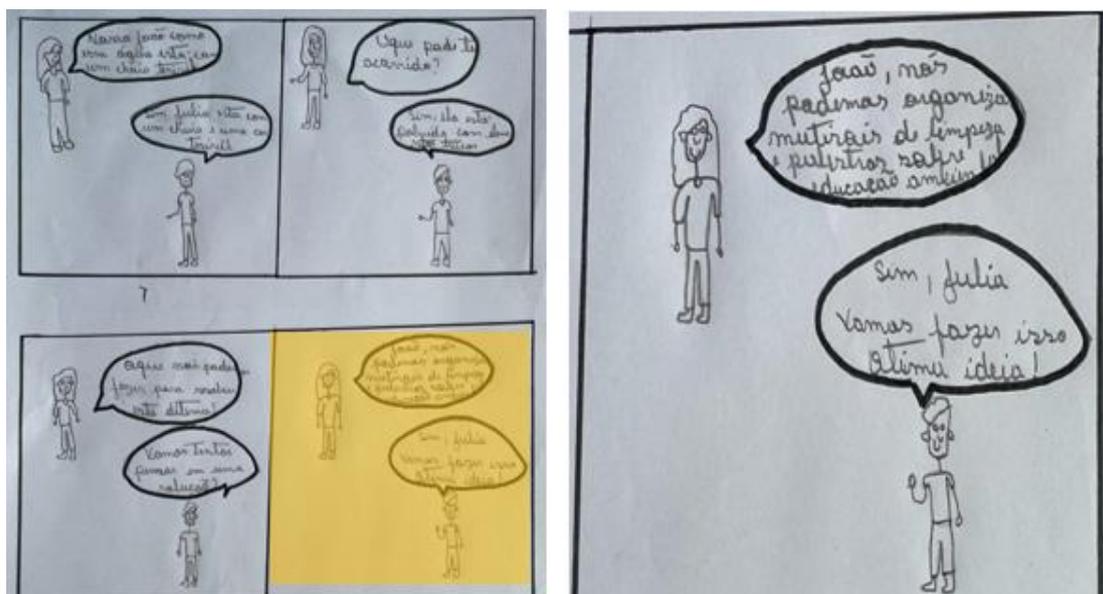
Destacando-se que nas histórias em quadrinhos construídas pelos alunos também é apreendido em suas escritas a mudança comportamental, a qual está associada a educação ambiental conservacionista, como ilustra as figuras 6, 7 e 8 respectivamente.

**Figura 6** - Recorte da HQ destacando sobre a preservação da água (A12)



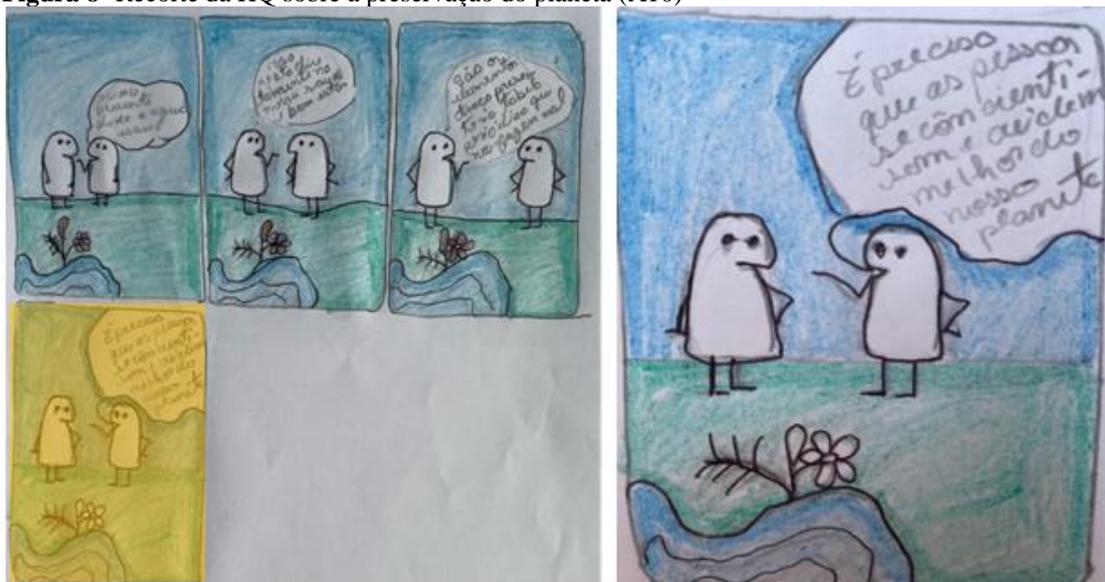
Fonte: aluno (2024)

**Figura 7** - Recorte da HQ enfatizando atitudes para minimizar a poluição hídrica (A15)



Fonte: aluno (2024)

**Figura 8**- Recorte da HQ sobre a preservação do planeta (A10)



Fonte: aluno (2024)

De maneira geral, observa-se, a partir das respostas obtidas, 13 dos 14 alunos apresentaram uma mudança comportamental sobre a temática, deixando evidente que um dos objetivos deste trabalho foi atingido, já que os alunos demonstram reflexões acerca da problemática abordada, através de uma EA crítica.

Além da relevância da abordagem da educação ambiental com o enfoque CTSA no ensino de química. Sendo que a partir de uma temática do cotidiano dos alunos, eles conseguiram refletir sobre atitudes que possam minimizar a problemática. Conforme é

discutido por Uhmman, Vorpapel e Leite (2020), que a educação ambiental ocupa um papel fundamental, quando se refere a mudança de hábito, comportamentos, entendimentos e ações, principalmente no que diz respeito as questões socioambientais.

A educação ambiental possibilita na formação cidadã e social dos educandos e na sensibilização no meio ambiente diante das ações antrópicas (Marciel; Andrade, 2022). No cenário da sala de aula a uma tendência maior do entendimento da educação ambiental de forma conservacionista, onde está mais relacionado a mudança de comportamento dos indivíduos e a preservação do meio ambiente (Layrargues; Lima, 2014).

## 6. CONCLUSÃO

Portanto, diante dos resultados obtidos nesta pesquisa, é possível concluir que a partir da aplicação da Sequência Didática “Desvendando a poluição dos recursos hídricos por elementos-traço: Uma trajetória de compreensão e conscientização” foi possível abordar a problemática socioambiental da poluição hídrica por elementos-traço, a qual é um tema relevante para a abordagem do conteúdo químico de Tabela Periódica.

Observou-se que 15 alunos apresentavam concepções alternativas de origem sensorial, relacionado ao seu entendimento sobre as fontes de poluição dos recursos hídricos, os alunos comumente associavam as fontes de poluição que estavam presente no seu contexto (Pozo; Crespo, 2009).

Ao final da aplicação da Sequência Didática observa-se uma evolução na construção de novos conceitos em relação as fontes de poluição, consequências da poluição dos recursos hídricos e ao conteúdo abordado. Contudo, é perceptível que os alunos tiveram dificuldade de associar a temática socioambiental com o conteúdo químico, principalmente em suas repostas no questionário final, talvez essa dificuldade para realizar essa associação, seja pelo fato dos alunos apresentarem dificuldade na interpretação da questão.

Dessa forma, fica evidente que é possível a abordagem da Educação Ambiental articulada com a abordagem CTSA, sendo possível relacionar conteúdos científicos que são abordados durante aulas de Química da Educação Básica com temáticas do cotidiano dos alunos, tornando o ensino mais atrativo, significativo e facilitador do processo de ensino e aprendizagem, logo, contribui para a formação de cidadãos, críticos e capazes de atuarem na sociedade.

Portanto, essa pesquisa torna-se importante para o ensino de química, uma vez que mostra a possibilidade de ensinar Química por meio de uma temática socioambiental que está presente cotidiano dos alunos, por meio de metodologias de ensino como preconiza os documentos educacionais oficiais PCNs e a BNCC. Dessa forma, o presente trabalho contribui para os alunos da Educação Básica a aquisição de novos conhecimentos, formação crítica e a mudança comportamental em relação ao meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

AFONSO, D. L.; ALMEIDA, E. S. A lei do saneamento básico e seu impacto nos índices de acesso aos serviços de saneamento básico. **Revista planejamento e políticas públicas**, n. 56, p. 134- 157, out-dez. 2020.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2016.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Portugal: Porto Editora LDA, 1994.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. **Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências**. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 28 abr. 1999. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9795.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9795.htm). Acesso em: 10 set. 2024.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico**. Diário Oficial da União 2007.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular-BNCC**. Brasília-DF, 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS Nº 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011**. Brasília, DF: Ministério da Saúde. 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021**. Brasília, DF: Ministério da Saúde. 2021.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. **Atualiza o marco legal do saneamento básico**. Diário Oficial da União 2020.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PEREZ, D. **Formação de Professores de Ciências: tendências e inovações**. 7. ed. São Paulo.: Cortez Editora (Coleção Questões da Nossa Época)., 2003.

COLPO, C. C.; WENZEL, J. S. A Abordagem dos Conceitos de Elemento Químico E Substância no Ensino de Ciências: Um Olhar para a Revista Experiências no Ensino de Ciências. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 8, n. 2, p. 20–30, 2022.

CRUZ, N.; MIERZWA, J. C. Saúde pública e inovações tecnológicas para abastecimento público. **Saúde Soc (Online)**. São Paulo, v.29, n.1, 2020.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. São Paulo: Cortez, 2011.

FIA, R.; TADEU, H. C.; MENEZES, J. P. C; FIA, F. R. L; OLIVEIRA, L. F. C. Qualidade de água de um ecossistema lótico urbano. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 267-275, jan-mar. 2015.

FIDELIS, L. F. S. **Ensino de química com abordagem CTS – elaboração e vivência de uma sequência didática com a temática mineração.** 2020. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2020.

FONTANA, F. Técnicas de Pesquisa. In: MAZUCATO, T. (Org.). **Metodologia da pesquisa e do trabalho científico.** Penápolis: I 251 I FUNEPE, p. 59-77, 2018.

FREIRE, P. **Educação "bancária" e educação libertadora.** In: PATTO, M. H. S. *et al.* Introdução à psicologia escolar. 3 ed. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2006. p. 61-78.

FREITAS, J; FRANÇA, C. L; FERNANDES, J. F. F; FURTADO, J. A; SOARES, S. H. C. Percepção ambiental dos usuários em duas praias do Nordeste do Brasil: a problemática da poluição / **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 33984–34001, 2020.

FREITAS, N. T. A.; MARIN, F. A. D. G. Educação ambiental e água: concepções e práticas educativas em escolas municipais. **Nuances: Estudos sobre Educação**, Presidente Prudente, v. 26, p. 234–253, 2015.

FROSSARD, A.; CARNEIRO, M. T. W. D; SILVA, E. L. F; FILHO, C. B. C; JÚNIOR, J. L. R. Concentração de elementos traços em serpentes do litoral e da região serrana do Espírito Santo. **Revista Pesq. Vet. Bras.** v. 37, n. 10, p. 1146-1152, out, 2017.

GAMA, A. F.; OLIVEIRA, A. H. B.; CAVALCANTE, R. M. Inventário de agrotóxicos e risco de contaminação química dos recursos hídricos no semiárido cearense. **Revista Química Nova**, v. 36, n. 3, p. 462-467, 2013.

GAMA, K. R. A.; VALONES, G.; RÊGO, A. T. A.; COSTA, J. D. Gestão do tratamento de esgotos sanitários produzidos em universidades públicas federais no Nordeste do Brasil. **Revista Geama**, v. 6, n. 3, p. 4–14, 2020.

GUILHERME, L. R.; MARQUES, J. J.; PIERANGELI, M. A. P.; ZULIANI, D. Q.; CAMPOS, M. L.; MARCHI, G. Elementos-traço em solos e em sistemas aquáticos. **Tópicos em Ciências do solo**, Viçosa. v. 4, p. 345-390, 2005.

GUIMARÃES, Y. A. F; GIORDAN, M. Elementos para Validação de Sequências Didáticas. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 9., 2013, Águas de Lindóia, SP. **Atas**.

HESS, S. C.; NODARI, R. Agrotóxicos no Brasil: panorama dos produtos entre 2019 e 2022. **Revista Ambientes em Movimento**, v. 2, n. 2, p. 39-52, 2020.

LAYRARGUES, P. P.; LIMA, G. F. C. As macrotendências político-pedagógico da educação ambiental brasileira. **Ambiente & sociedade**, v. 17, n. 1, p. 23-40, 2014.

LEÃO, N. M.; KALHIL, J. B. **Concepções alternativas e os conceitos científicos: uma contribuição para o ensino de ciências.** Latin-American Journal of Physics Education, v. 9, n. 4, 2015.

LEITE, B. S. Histórias em Quadrinhos e Ensino de Química: Propostas de Licenciandos para uma atividade lúdica. **Revista Ludus Scientiae**, v. 1, n. 1, Jan/Jul de 2017.

MARCIEL, E. A.; ANDRADE, M. A. B. S. Macrotendências de educação ambiental e a formação de professores de ciências. **REPPR-Revista de Produtos Educacionais e Pesquisa em Ensino**, v. 6, n. 2, p. 193-216, 2022.

MARCONDES, M. E. R. Proposições metodologias para o ensino de Química: oficinas temáticas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania. **Revista Em Extensão**, Uberlândia, v. 7, n. 1, 2008.

MWALIKENGA, M. K.; VITAL, F.A. Perfil de contaminação das águas e peixes por metais pesados e suas consequências para a saúde humana: uma revisão de literatura. **Revista Brasileira de Ciências Biomédicas**, v. 1, n. 1, p. 16-23, abr. 2020.

NETTO, J. P. S. Panorama da gestão dos recursos hídricos no Brasil. **Revista gestão e sustentabilidade ambiental**, v. 11, n. 2, p. 241-258, jun. 2022.

OBREGÓN, P. L.; QUIÑONES, F. R. E.; SILVA, E. B.; JUNIOR, C. C. Elevadas concentrações de metais em águas o córrego são José, Cascavel (PR), e possíveis riscos à saúde, **revista saúde e pesquisa**, v. 12, n. 1, p. 51-61, jan-abr. 2019.

ONU. **Indicadores Brasileiros para os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável**. Brasília, DF, 2015.

PAULETTI, F.; ROSA, M. P. A.; CATELLI, F. A importância da utilização de estratégias de ensino envolvendo os três níveis de representação da Química. **Revista Bras. de Ensino de C&T**. v. 7, n. 3, set-dez 2014.

PINHEIRO, J. V.; MIORANDO, P. S.; LIMA, T. F. Qualidade da água para consumo humano em dois sistemas de abastecimento público do município de Oriximiná-PA, Brasil, **SciELO Preprints**, 2023.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **Aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

REIS, J. M.; AGUIAR, A. B. S.; FREITAS, G.; VASSOLER, V. C.; BARROS, G. V. L.; SANTOS, G. E.; RAMIREZ, I.; RODRIGUEZ, R. P. Técnicas de remoção de metais de águas residuárias: uma revisão de literatura. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 2, e5251126100, 2022.

RODRIGUES. M. H. S.; ALMEIDA, A. C. P. C. Espaço não formais de ensino: perspectivas para a formação inicial de professores. **Revista educação, cultura e sociedade**, v. 10, n. 2, p. 224-239, jun-dez. 2020.

SAAR, J. F; FARIA, F. L. Investigando as concepções de professores de química sobre educação ambiental. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 7, n. 3, p. 1-23, 2022.

SANTANA, J. S; SANTOS, B. R; REZENDE, B. O. Utilização da casca de banana como biossorvente para adsorção de metais pesados viabilizando sua utilização em águas residuárias da indústria galvânica. **Jornal Ivonae**, São Paulo, v. 8, p. 143-157, jan 2020.

SANTOS, I. S. **Geoquímica e distribuição dos metais traço em testemunhos de sedimento do açude Marcela, Itabaiana – Sergipe**. 2010. Dissertação (mestrado em Química) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2010.

SANTOS, M. I. **Tratamento de água para o consumo humano: uma sequência didática relacionada ao conteúdo de separação de mistura**. 2023. Trabalho de conclusão de curso (Graduação Química Licenciatura) – Universidade Federal de Sergipe, Itabaiana, 2023.

SILVA, F. T. C.; SAMPAIO, C. G.; BARROSO, M. C. S.; BENIGNO, A. P. A. Abordagem da temática agrotóxicos no ensino de química na perspectiva CTS/CTSA e Aprendizagem Significativa: um estudo bibliográfico. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 9, n. 8, p. e300984482, 2020.

SILVA, J. R. R. T.; AMARAL, E. M. R. Concepções sobre Substância: Relações entre Contextos de Origem e Possíveis Atribuições de Sentidos. **Revista Química Nova na Escola**, v. 38, n. 1, p. 70-78, fev. 2016.

SILVA, M. N.; LIMA, A. G. A.; TENÓRIO, T. S.; LARANJEIRA, M. G. Concepções alternativas: compreendendo sua importância para o ensino de química. **Revista Scientia Naturalis**, v. 3, n. 3, p. 1211- 1221, 2021.

SOUZA, A. J. N.; MACEDO, M. A. R.; BANDEIRA, T. P. B.; OLIVEIRA, T. D. T. S.; SOUZA, T. G. N. T.; MENDES, D. M. M.; SANTOS, M. L. S. Estudo de revisão dos elementos-traço nos sedimentos dos corpos hídricos da região Amazônica, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 16, n. 4, p. 1732–1752, 2023.

SOUZA, M. L. S.; TONELLA, L. H. Capitalismo e meio ambiente: uma análise dos impactos industriais por meio da legislação brasileira. **Revista JRG de Estudos Acadêmicos**, Brasil, São Paulo, v. 7, n. 14, p. e141250, 2024.

UHMANN, R. I. M.; VORPAGEL, F. S.; LEITE, F. de A. A Educação Ambiental e o Ensino de Química no Estudo da Separação de Misturas. **RELACult - Revista Latino-Americana de Estudos em Cultura e Sociedade**, v. 6, 2020.

XAVIER, M. V. S.; QUADROS, H. C. Q; SILVA, M. S. **Parâmetros de potabilidade da água para o consumo humano: uma revisão integrativa**. v. 11, n. 1. e42511125118, 2022.

YEDA, M. M; MELO, W. J; MELO, V. P. Elementos-traço no solo, na planta e no grão de plantas de milho cultivadas em latossolos tratados com lodo de esgoto por 16 anos. **Revista Eng Sanit Ambient**, v. 25, n. 2, p. 371-37, mar-abr. 2020.

ZABALA, A. **A Prática Educativa: Como ensinar**. Trad. de Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.

## **APÊNDICE A – Sequência Didática**

**TÍTULO:** Desvendando a poluição dos recursos hídricos por elementos-traço: Uma jornada de conscientização e ação

**INTEGRANTE:** Roseane Santos Nascimento

**Público-alvo:** Alunos da 1ª série do Ensino Médio

**DURAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA:** 6 aulas de 50 minutos cada

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. Luciano Evangelista Fraga

**COORIENTADOR:** Prof. Me. Filipe Silva de Oliveira

### **RESUMO**

A água é um recurso essencial para a vida e pesquisas apontam que esse recurso tão importante está ficando cada vez mais escasso, ou seja, diminuindo a disponibilidade e acessibilidade como também a sua qualidade, efeitos esses que são causados a partir da poluição devido a diversas ações antrópicas. Diante disso, a partir do conteúdo de Tabela Periódica, pode-se contextualizar com a temática socioambiental abordada, com o objetivo de promover a conscientização dos alunos do ensino básico sobre impactos das ações antrópicas na água, com ênfase na poluição hídrica por elementos-traço.

### **HIPÓTESE**

A água como tema gerador, será abordada em aulas de química e possibilitará trabalhar o conceito de Tabela Periódica, além de abordar as questões socioambientais sobre a preservação dos recursos hídricos.

### **OBJETIVOS**

Realizar, por meio de uma sequência didática, uma abordagem contextualizada com enfoque CTSA, a partir dos três momentos pedagógicos. Diante disso, essa sequência didática tem o intuito de ensinar e conscientizar os estudantes da educação básica sobre a importância de preservar a água por meio dos conteúdos de Tabela Periódica.

## REFERENCIAIS TEÓRICOS ADOTADOS

O desenvolvimento de uma sequência didática baseando nos três momentos pedagógicos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), possibilitará o aluno da educação básica a compreensão do conceito científico abordado, por meio de uma temática socioambiental, em que o aluno poderá entender sobre os meios de poluição hídrica com ênfase na poluição hídrica por elementos-traço, seus efeitos para a sociedade, bem como a importância de preservar esse recurso tão essencial.

Diante desse contexto, tem-se uma prática pedagógica que realiza o desenvolvimento de pensar e agir dos alunos em sociedade, conforme destaca Paulo Freire (1996) “[...] Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção”, evidenciando a importância de não apenas transmitir informações para o alunos, mas também desenvolver um aprendizado que capacite aquele aluno a pensar criticamente, questionar e criar a capacidade de compreender o mundo ao seu redor.

## ESTRUTURA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática intitulada “Desvendando a poluição dos recursos hídricos por elementos-traço: Uma jornada de conscientização e ação”, está estruturada nos três momentos pedagógicos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) possuindo assim a problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. O planejamento e a execução das atividades dessa sequência didática estão organizados no Quadro 01.

**Quadro 01** - Organização da sequência didática “Desvendando a poluição dos recursos hídricos por elementos-traço: Uma trajetória de compreensão e conscientização”

Momentos pedagógicos	Atividades	Objetivos	Aula (horas)	Dia de aula
----------------------	------------	-----------	--------------	-------------

1° Problematização inicial	Questionário inicial para obter os conhecimentos prévios dos alunos;  Apresentação de um vídeo intitulado “poluição da água”;  Discussão do vídeo;  Apresentação lúdica e interativa sobre a poluição hídrica por meio de uma história em quadrinho.	Analisar os conhecimentos prévios dos alunos sobre a temática de Poluição hídrica;  Apresentar a temática a ser trabalhada e realizar uma discussão inicial sobre a mesma;  Introduzir a temática poluição hídrica de forma investigativa.	2 aulas (50 minutos cada).	1° dia
2° Organização do conhecimento	Abordagem do conteúdo tabela periódica.  Discussão sobre os elementos-traço e a poluição hídrica	Relacionar o conteúdo de tabela periódica a poluição hídrica por elementos-traço.  Estabelecer uma relação entre o conteúdo químico e a temática;	2 aulas (50 minutos cada).	2° dia
3° Aplicação do conhecimento	Elaboração da história em quadrinhos;  Aplicação do questionário final.	Aplicar o conhecimento construído ao longo da sequência didática.  Compreender as aprendizagens adquiridas e possíveis associações da temática com os conteúdos científicos.	2 aulas (50 minutos cada).	3° dia

Fonte: autora (2024)

A seguir será apresentada a sequência didática de forma detalhada bem como, apresentando os recursos utilizados e o conteúdo químico que será abordado.

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA:** Desvendando a poluição dos recursos hídricos por elementos-traço: Uma trajetória de compreensão e conscientização.

### **1º MOMENTO: Problematização inicial**

Nesse momento será aplicado um questionário inicial com o objetivo de identificar as concepções alternativas dos alunos acerca da temática de poluição hídrica por elementos-traço, como também as concepções a respeito do conteúdo químico de Tabela Periódica e introduzir a temática de poluição hídrica por elementos-traço através da leitura da história em quadrinhos.

**Objetivo do questionário prévio:** Identificar as concepções alternativas dos alunos acerca da temática de poluição hídrica por elementos-traço, como também as concepções a respeito do conteúdo químico de Tabela Periódica e possíveis relações entre o conteúdo químico e a temática socioambiental.

#### **QUESTIONÁRIO INICIAL**

1. Na sua opinião quais são as formas de poluição da água?
2. Como a poluição hídrica pode impactar no consumo de água potável e na saúde humana?
3. Como você identifica se a água está poluída? Aponte suas observações.
4. Você conhece algum elemento químico da tabela periódica que pode ser encontrado na água poluída? Comente sobre.
5. Qual o tipo de relação existe entre a química e a poluição hídrica por elementos-traço? Fale um pouco sobre isso.

## Vídeo: Poluição da água

**Objetivo do vídeo “Poluição da água”:** Discutir sobre as fontes de poluição da água, disponibilidade nesse recurso no Brasil e também debater sobre ambientes aquáticos poluídos da região agreste, a exemplo do açude da marcela.

Link de acesso: <https://www.youtube.com/watch?v=mM0n8A-FVWs>

**Figura 1-** Recorte do vídeo “poluição da água”.



POLUIÇÃO DA ÁGUA - RESUMO

Fonte: Canal Com Ciência.

### Questionamentos pós vídeo

1. Quais são as principais fontes de poluição da água?
2. Quais as consequências da poluição hídrica?
3. Qual a importância de preservar esse recurso para a vida?

Em seguida será apresentado o esquema conforme é ilustrado na Figura 2, com o objetivo de promover uma discussão acerca da poluição hídrica com ênfase em um recurso hídrico que está situado na cidade de Itabaiana-SE.

**Figura 2** – Esquema sobre o açude da Marcela



**Fonte:** autora (2024)

### História em quadrinhos

A história em quadrinhos aborda a temática poluição hídrica, a qual será lida em sala, e, no último momento da sequência didática os alunos iram finalizar a história em quadrinhos a partir dos conhecimentos adquiridos.

**Narrador:** Ana e Marcos são dois adolescentes, residentes de um município onde possui várias indústrias. Eles estudam a 1ª série do Ensino Médio em um colégio um pouco distante.

**Narrador:** Todos os dias Ana e Marcos esperam juntos o ônibus que leva eles até a escola. Entre uma conversa e outra Marcos diz:

**Marcos:** Ana, a gente passa por um rio no caminho da escola, você já o observou?

**Ana:** Sim, passamos por um rio, mas nunca parei para observar.

**Marcos:** Nossa, eu sempre observo. Gosto das belezas naturais que lá possui.

**Ana:** Que legal, agora irei observar esse rio.

**Narrador:** O ônibus chega e a conversa de Marcos e Ana se encerra. Mas ao chegar na escola a professora de química aborda a temática poluição hídrica, mostrando os seus meios de poluição e os danos que ela causa.

**Narrador:** Na volta para casa Ana e Marcos preocupados com o meio ambiente observam cuidadosamente tudo o que está em volta do rio.

**Ana:** Nossa! Estou avistando uma indústria metalúrgica com chaminés lançando fumaça na atmosfera, poluindo o ar e tubulações despejando dejetos no rio.

**Marcos:** Estou observando desse lado, outra indústria de couros (curtume) com os resíduos industriais sendo despejados no rio.

**Narrador:** Ao passar pelo rio, Ana grita:

**Ana:** Olha só, como está a água do rio!!! Uma cor feia e uns peixinhos mortos, nossa!!!

**Marcos:** Precisamos fazer alguma coisa urgente, para saber o que está acontecendo com essa água.

**Ana:** Vamos pedir ajuda a nossa professora de química, pois ela faz análise de água.

**Marcos:** Combinado, amanhã vamos conversar com ela.

**Narrador:** A professora aceitou realizar a análise da água. Ana e Marcos realizam a coleta e levaram água até o laboratório da escola.

**Ana:** Será o que tem na água?

**Marcos:** não sei, deve ter algo misterioso (risos).

**Marcos:** Só acho que devemos estudar alguns conteúdos químicos, para entender melhor esse mistério após o resultado da água.

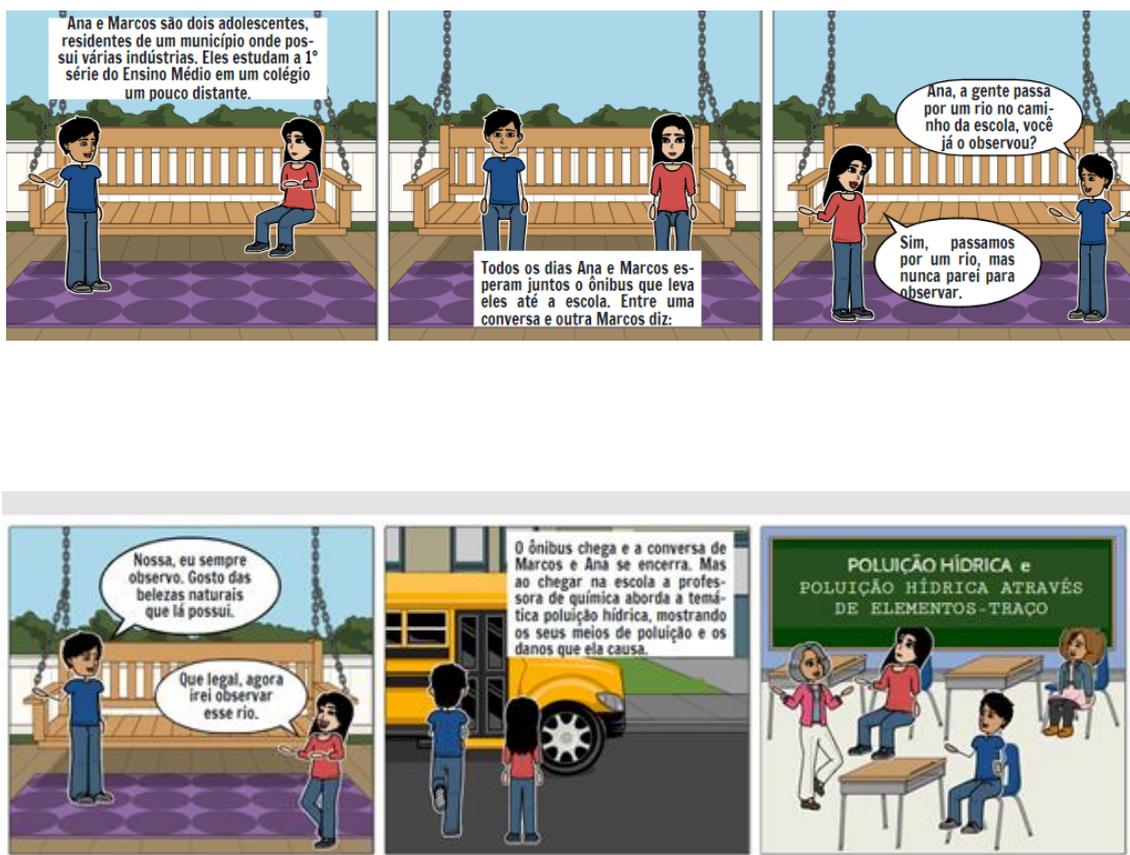
**Ana:** Partiu estudar então, enquanto não chega esse resultado.

## Questionamento pós leitura

1. A partir da leitura da história em quadrinho, O que será esse “algo misterioso”
2. O qual conteúdo de química eles devem estudar para entender melhor o resultado da água?

### Exemplo da história COM os quadrinhos.

Figura 3 - Exemplo da história em quadrinhos





Fonte: Autora (2024)

## 2º MOMENTO: Organização do conhecimento

Nesse momento ocorrerá a organização do conhecimento por meio do conteúdo de Tabela Periódica e abordagem da temática de poluição hídrica por elementos-traço.

### Conteúdo abordado: Tabela periódica

#### Organização da tabela periódica atual

A tabela periódica atual, os elementos estão dispostos em ordem crescente de número atômico (Z), de modo a formar sete períodos (linhas horizontais) e dezoito grupo ou família (colunas verticais), como mostra a Figura 4.

Figura 4 - Tabela periódica

**Sociedade Brasileira de Química**

**TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS**

Atenção: para saber como obter uma tabela periódica com muitas outras informações adicionais, acesse [www.sbq.org.br/divulgacao](http://www.sbq.org.br/divulgacao)

DESDE 2019

2019 IYPT

www.sbq.org.br copyright © 2022 SBQ fone: (11) 3032-2299

Fonte: Sociedade Brasileira de Química

Como os elementos estão dispostos na tabela periódica em ordem crescente de número atômico, suas propriedades químicas e físicas apresentam um padrão de repetição. Diante disso, tem-se as linhas **horizontais** da tabela periódica são chamadas de **períodos**. O primeiro período é composto por apenas dois elementos, o hidrogênio (H) e o hélio (He). Já as linhas **verticais** são denominadas de **família** ou **grupo**.

A linha vertical ou coluna na Tabela Periódica corresponde a uma família ou grupo de elementos químicos que apresentam uma regularidade na variação de propriedades físicas e químicas. Sobre a configuração eletrônica dos elementos dos grupos 1, 2, 13, 14, 15, 16, 17 e 18, o número de elétrons do último nível eletrônico corresponde ao número correspondente ao grupo, por exemplo, se o elemento químico

está no grupo 2, ele possui 2 elétrons no último nível eletrônico. No caso dos grupos 13, 14, 15, 16, 17 e 18 se considera o último número, assim, um elemento químico presente no grupo 14, possui 4 elétrons no último nível eletrônico.

**Elementos representativos** correspondem aos grupos 1, 2, 13, 14, 15, 16, 17 e 18.

**Os elementos de transição**, por sua vez, fazem parte dos grupos 3 até o 12.

Os **lantânídeos** e os **actinídeos** são conhecidos como elementos de transição interna e estão localizados abaixo do corpo principal da tabela periódica.

Como é observado a legenda de cores na tabela periódica (Figura 5) é colorida para melhor identificar os elementos químicos pela sua natureza química.

**Figura 5** - Localização dos metais, não metais e gases nobres na tabela periódica

**Classificação Periódica dos Elementos**

SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA

Pedidos à:  
Sociedade Brasileira de Química - Edições SBQ  
Caixa Postal 26037 - CEP: 05513-970 - São Paulo (SP) - Brasil  
Fone (11) 3032-2299 - Fax (11) 3814-3602  
E-mail: [diretoria@sbq.org.br](mailto:diretoria@sbq.org.br) - Home Page: [www.sbq.org.br](http://www.sbq.org.br)

Massa atômica relativa ( $A_r$ ) Arredondada no último algarismo diferente de zero, exceto quando indicado entre parênteses. Os valores com \* referem-se ao isótopo mais estável.

**Fonte:** Sociedade brasileira de química

Como é observado na figura 4, a maioria dos elementos na tabela periódica é classificado como metais. Mas você conhece ou já ouviu falar em algum metal?

Exemplos de metais são: ferro, cobre, ouro, prata, alumínio entre outros.

### Principais características dos metais:

São sólidos à temperatura e pressão ambiente, exceção o mercúrio que é um metal líquido nessas condições; São condutores de calor e eletricidade; possuem brilho

e são maleáveis, sendo possível obter e preparar fios e lâminas de diferentes tipos e espessuras.

Já os não metais podem ser sólidos, líquidos e gasosos, e podem ser utilizados como isolantes térmicos e elétricos.

A tabela periódica possui duas linhas que estão localizadas abaixo, eles pertencem a série dos lantanídeos (elementos de número atômico de 57 a 71) e os actinídeos (elementos de número atômico de 89 a 103). Vale ressaltar que o nome de lantanídeos e actinídeos, é devido a esses grupos iniciarem pelos elementos Lantânio (La) e Actínio (Ac), os quais pertencem à quinta e sexta linha respectivamente. Mas essas duas linhas foram retiradas do corpo principal da tabela periódica apenas por questão de apresentação, tornando a tabela periódica com um formato mais curto.

### Encontrando um elemento químico

Cada elemento é representado dentro de um quadradinho por um símbolo correspondente ao seu nome original. Além dos nomes e símbolos a Tabela Periódica também oferece outras informações dos elementos, como número atômico e massa atômica, mostrado na figura 6.

**Figura 6** - Representação dos elementos químicos na Tabela Periódica.

nome do elemento	número atômico	elétrons nas camadas
	<b>Símbolo</b>	
	massa atômica	
	19	2
POTÁSSIO	<b>K</b>	8
		8
		1
	39,10	

Fonte: Lisboa *et al.*, 2016

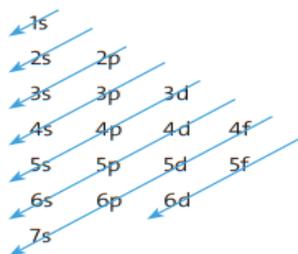
Os símbolos dos elementos são escritos de forma que sempre a primeira letra é maiúscula e segunda e terceira letra, caso exista, deve ser escrita com letras minúsculas. Muitos símbolos não tem correspondência com as suas iniciais em português, devido ao seu nome original ser diferente, como é o exemplo do elemento Potássio, seu símbolo é a letra K, porque seu nome em latim é Kallium.

### Os períodos da tabela periódica

A tabela periódica possui 7 linhas horizontais, as quais são chamados de períodos. O primeiro período possui apenas dois elementos, sendo eles, o hidrogênio

(H) e o Hélio (He). E assim segue até a 7 linha horizontal. É importante destacar que o número de período corresponde ao número de nível eletrônicos preenchidos para cada átomo em seu estado fundamental, estabelecendo assim uma relação entre a tabela periódica e o diagrama de Linus Pauling.

**Figura 7-** Diagrama de Linus Pauling



**Fonte:** Fonseca, 2016

Exemplo: o elemento carbono (C), possui número atômico igual a 6, então sua distribuição eletrônica no estado fundamental é:  $1s^2 2s^2 2p^2$ , possuindo assim 2 níveis ocupados por elétrons, ocupando-se o segundo período da tabela. Outros exemplos têm-se: Be ( $Z=4$ )  $1s^2 2s^2$  pertencendo ao 2º período e o Al ( $Z=13$ )  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$  pertencendo assim ao 3º período.

### Grupo ou família da tabela periódica.

As linhas verticais presentes na tabela periódica são denominadas de grupos ou famílias, onde os elementos de uma mesma coluna possuem propriedades semelhantes. Eles são apresentados por numeração de 1 a 18. Os grupos ou famílias dos elementos também possuem nomes especiais, como mostra o quadro 2.

**Quadro 2:** nomes usuais para alguns grupos da Tabela Periódica

Grupo / família	Nomes usuais para alguns grupos
1	Metais alcalinos
2	Metais alcalinos terrosos

13	Grupo do boro
14	Grupo do carbono
15	Grupo do nitrogênio
16	Calcogênios
17	Halogênios
18	Gases nobres

**Fonte:** autora (2024)

Como é possível identificar qual família determinado elemento pertence? É simples, pois possui outra relação entre a tabela periódica e o diagrama de energia. Pois o elétron mais energético do átomo no estado fundamental indica a família ou grupo do elemento, ou seja, para elementos dos grupos 1, 2, 13, 14, 15, 16, 17 e 18, o número de elétrons do último nível eletrônico corresponde ao número correspondente ao grupo.

### **Classificação dos elementos**

**Metais:** Dos 118 elementos químicos que possuem na tabela periódica atualmente 96 são metais e estão situados na parte esquerda e no meio da tabela, umas das suas principais características químicas é sua tendência de formar cátions (íons positivos), possuem brilho característicos, várias cores embora muitos sejam prateados.

**Não metais:** Forma um grupo de 15 elementos: boro, carbono, nitrogênio, fósforo, oxigênio, enxofre, cloro, flúor, bromo, arsênio, telúrio, iodo, astato, silício e selênio esses que variam muito na aparência. Entre suas características destaca-se a ausência de brilho, os sólidos são quebradiços e possuem uma tendência de formar ânions (íon negativos), ou seja, os não metais possuem características inversas aos metais, mas com exceção do iodo (I<sub>2</sub>) sólido que possui brilho metálico e a grafita que também possui brilho e é um condutor de eletricidade e calor.

**Gases nobres:** São um conjunto de seis elementos: hélio, argônio, neônio, criptônio, xenônio e radônio. Sendo a principal característica a inércia química, sua resistência de reagir com outros elementos e são raros.

### **Referência base para a abordagem do conteúdo de Tabela Periódica**

BROWN, Theodore; LEMAY, H. Eugene; BURSTEN, Bruce E. **Química: a ciência central**. 9 ed. Prentice-Hall, 2005.

CANTO, Eduardo Leite. **Química na abordagem do cotidiano**. v. 1. Ed São Paulo: Saraiva, 2016.

FONSECA, Martha Reis Marques. **Química**. 2. Ed. São Paulo: Ática, 2016.

LISBOA, Cesar Foschini, *et al.* **Ser protagonista**. v. 1. Ed São Paulo: SM, 2016.

### **Os elementos químicos e o nosso cotidiano**

Os elementos químicos estão presentes em nossa volta, seja em nosso corpo que possui o carbono, nitrogênio, oxigênio, cálcio, potássio, entre outros. Como também está presente em nossa alimentação. Nessa perspectiva, quero destacar apenas o grupo dos metais.

Os metais que são fundamentais para o metabolismo dos seres vivos, no entanto da mesma forma que temos metais que são essenciais em quantidade mínima, outros podem causar diversos danos ao metabolismo dos seres vivos. No desenvolvimento de um ser vivo, possui metais que são essenciais para o organismo, o aumento de sua concentração auxilia no desenvolvimento desse ser. Entretanto acima da faixa de concentração permitido esse metal passar a ter uma ação tóxica, podendo ser até letal. Da mesma forma, existem metais que são essenciais, mas o organismo suporta até determinada concentração, passando da faixa de concentração que o organismo suporta, pode ser tóxico ou letal (Lima; Merçon, 2011).

O metal em sua forma livre não é a mais tóxica, mas quando esse metal encontra-se como cátion ou ligado a cadeias de carbonos. Em corpos d'água, a toxicidade vai depender do pH e dos teores de carbono que estão em suspensão ou dissolvidos na água. Os metais podem ser encontrados em dejetos de indústrias, como mineradoras, tinturas e curtumes, os quais são despejados diretamente em corpos d'água e a presença desses metais podem afetar os seres que ali estão presentes, podendo ser tóxico ao organismo ou pode ser bioacumulado, causando assim danos à medida que avança a cadeia alimentar, pois o metal vai aumentando a sua concentração (Lima; Merçon, 2011; Guilherme *et al.*, 2005).

### **Atividade**

1. O que representa as linhas horizontais e verticais, na Tabela Periódica?

2. Cite a classificação dos elementos químicos.
3. Onde está localizado os metais de transição na tabela periódica?
4. Considere os dados dos cinco elementos químicos abaixo:

Elementos	I	II	III	IV	V
Nº atômico (Z)	24	30	13	48	17

- a) Escreva o nome e o símbolo de cada elemento químico.
- b) Classifique esses elementos como metais, não metais ou gases nobres.
- c) Qual desses elementos pode poluir a água? mesmo em baixa concentração. Cite a classificação.

Observação: Responda com o auxílio da Tabela Periódica.

### **Relação entre os elementos-traço e a poluição dos recursos hídricos.**

Os metais são encontrados facilmente em nosso cotidiano, no entanto as atividades antropogênicas, em especial as atividades industriais, alteram sua forma e aceleram a disponibilidade de alguns metais no meio ambiente. Pois tanto os metais essenciais e os não essenciais, poderão ser prejudiciais para os seres vivos. Metais como o chumbo (Pb), mercúrio (Hg) e cádmio (Cd) são altamente tóxicos mesmo em baixas concentrações (Campos; Silva e Warden, 2021).

Os processos industriais são as principais fontes de poluição dos elementos-traço, pois liberam metais tóxicos que, mesmo em concentrações baixas, podem poluir os recursos hídricos, afetando a população que reside em áreas próximas, sendo possível apresentar riscos potencialmente mais elevados à saúde por meio da exposição (Campos; Silva; Warden, 2021).

As efluentes industriais, atividades domésticas e agrícolas são as principais fontes antropogênicas, mas esses elementos também podem serem encontrados de forma natural no ambiente por meio dos processos de intemperismos geológicos. A maioria desses elementos não são biodegradáveis e a presença deles nos corpos hídricos acaba

possibilitando uma transferência desses elementos potencialmente tóxicos para a plantas, sendo possível chegar na cadeia alimentar, ou até mesmo pelo contato direto com a água poluída. Causando nos seres humanos intoxicação, intoxicação gastrointestinal, problemas no sistema imunológico, doenças crônicas entre outros problemas.

No ambiente esses elementos químicos, ou seja, os elementos-traços, permanece dissolvidos e nos sedimentos, associados a outros compartimentos como a matéria orgânica, trazendo consequências como a poluição do local, desequilíbrio do ecossistema aquático e efeitos crônicos a saúde dos animais.

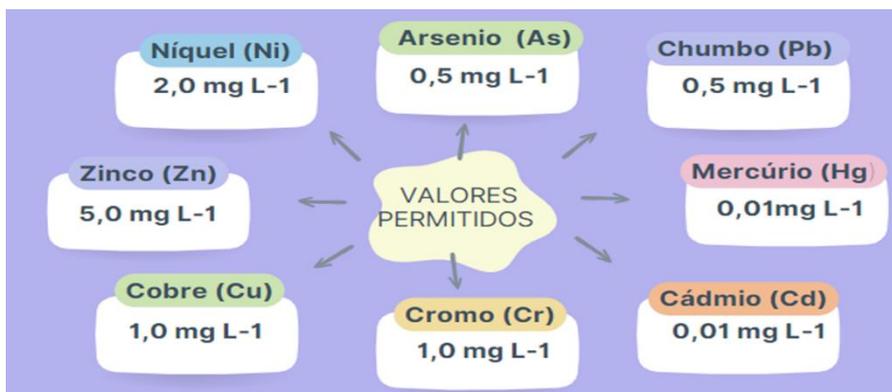
A seguir são exemplos dos elementos-traço.

- Arsenio (As)
- Chumbo (Pb)
- Mercúrio (Hg)
- Cádmio (Cd)
- Cromo (Cr)
- Cobre (Cu)
- Zinco (Zn)
- Níquel (Ni)

Esses elementos-traço são elementos químicos que fazem parte da composição da tabela periódica, são classificados como metais, os quais também são poluidores dos recursos hídricos, mesmo em baixas concentrações (Guilherme *et al.*, 2005)

A **Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011**, dispõe sobre as condições, parâmetros, padrões e diretrizes sobre o lançamento de efluentes em corpos de água. Sendo assim alguns padrões de lançamentos estão apresentados na figura 8.

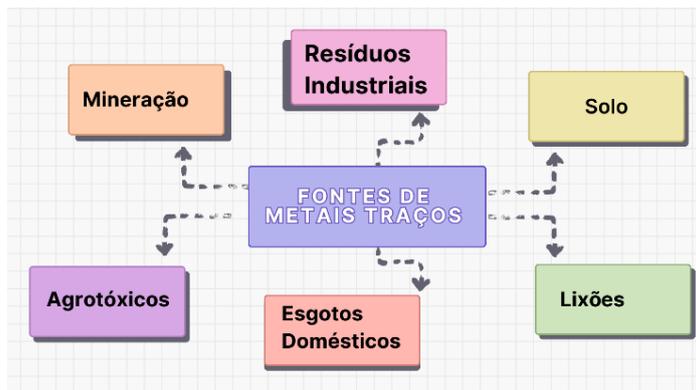
**Figura 8** - Valores máximos permitidos de lançamento de efluentes.



Fonte: autora (2024)

Como foi abordado durante nas aulas, tem-se que as atividades humanas podem causar impactos no ambiente, colocando em risco a saúde das pessoas e de todos os seres vivos que estão presente no aquele determinado local. Diferentes atividades auxiliam no aumento da concentração de elementos-traços nos corpos de água, como pode ser observado na figura 9.

**Figura 9** - Fontes de elementos-traço nos recursos hídricos



Fonte: autora, 2024

Como prevenção dos riscos tem-se:

- Não consumir água sem o seu devido tratamento;
- Evitar se banhar ou pescar em locais poluídos
- Descartar lixos em locais adequados;
- Indústrias devem respeitar a legislação ambiental vigente.

### 3º momento: Aplicação do conhecimento

Nesse momento os alunos aplicarão os conhecimentos adquiridos por meio da finalização da história em quadrinhos que foi abordada no primeiro momento. Segundo Borges (2001), as histórias em quadrinhos além de divertir tem a possibilidade de deixar a aula mais dinâmica e auxilia os alunos no desenvolvimento de realizar análise e reflexões, tornando-se a aprendizagem significativa.

#### Continuidade da história em quadrinho.

**Narrador:** Dias se passaram e finalmente a professora de química chegou com o resultado da análise da água do rio, que Ana e Marcos coletam.

**Ana:** Ebaa, agora vamos descobrir se água está poluída.

**Marcos:** Vamos chamar os nossos colegas da turma, para nos ajudar na interpretação dos resultados.

Figura 10 – História em quadrinhos para os alunos finalizarem



Fonte: autora (2024)

Nesse momento será sugerido aos alunos que finalizem a história em quadrinho por meio de desenhos e escrita, com base nos direcionamentos a seguir.

#### Direcionamentos para finalização da história em quadrinhos.

- É necessário apresentar o que possui na água que deixa ela com um aspecto diferente.
- Citar sobre os impactos causados, como morte de peixes entre outros.
- Relacionar a poluição hídrica com os conteúdos químicos de tabela periódica.

- Qual atitude tomaria diante dessa situação?

**Ao final dessa aula será distribuído um questionário final**

### **Questionário final**

1. Quais ações causam a poluição hídrica?
2. Diante do que foi abordado nas aulas, possui elementos químicos da tabela periódica que podem ser encontrados em corpos de água poluídos, os quais são chamados de elementos-traço. Diante essa afirmação descreva com suas palavras o que você entende por elementos-traço e cite exemplos.
3. Diante da problemática de poluição hídrica, quais atitudes deve-se tomar para preservar os recursos hídricos?
4. Quais são as consequências da presença de elementos-traço na água?
5. Na sua opinião é possível estabelecer uma associação do conteúdo químico de tabela periódica e a poluição hídrica por elementos-traço? Comente sobre.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORGES, L. R. Quadrinhos: Literatura gráfico-visual. **Revista Agaquê**, v. 3, n. 2, p. 13–28, 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS N° 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011**. Brasília, DF: Ministério da Saúde. 2011.

CAMPOS, É. A.; SILVA, I. F.; WARDEN, C. F. Exposição a metais em população adulta residente em áreas industriais: revisão sistemática da literatura. **Ciências e saúde coletiva**. Rio de Janeiro, v. 26, n. 6, p. 2253-2270, jun. 2021.

DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J. A; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. São Paulo: Cortez, 2011.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa**. 37ª edição. São Paulo: 1996.

GUILHERME, L. R.; MARQUES, J. J.; PIERANGELI, M. A. P.; ZULIANI, D. Q.; CAMPOS, M. L.; MARCHI, G. Elementos-traço em solos e em sistemas aquáticos. **Tópicos em Ciências do solo**, Viçosa. v. 4, p. 345-390, 2005.

LIMA, V. F.; MERÇON, F. Metais pesados no ensino de química. **Química nova na escola**. v. 33, n. 4, p. 199-205. nov. 2011.

**APÊNDICE B – Questionário de validação da Sequência Didática**  
**Questionário avaliativo da sequência didática para o professor (a)**

Nome completo:

Graduação:

Pós-Graduação:

Disciplinas que ministra atualmente/ nível:

Instituição em que trabalha:

1. Qual a sua percepção em relação aos conteúdos científicos e a temática abordada?
  
2. Na sua opinião o tempo está adequado para a aplicação da sequência didática?
  
3. As ações didáticas utilizadas proporcionaram uma contextualização no ensino dos conceitos abordados?
  
4. Quais as suas sugestões professor/a para aprimorar esse material?

**APÊNDICE C – Questionário inicial****Questionário inicial**

6. Na sua opinião quais são as formas de poluição da água?
  
7. Como a poluição hídrica pode impactar no consumo de água potável e na saúde humana?
  
8. Como você identifica se a água está poluída? Aponte suas observações.
  
9. Você conhece algum elemento químico da tabela periódica que pode ser encontrado na água poluída? Comente sobre.
  
10. Qual o tipo de relação existe entre a química e a poluição hídrica por elementos-traço? Fale um pouco sobre isso.

**APÊNDICE D – Questionário final****Questionário final**

1. Quais ações causam a poluição hídrica?
  
2. Diante do que foi abordado nas aulas, possui elementos químicos da tabela periódica que podem ser encontrados em corpos de água poluídos, os quais são chamados de elementos-traço. Diante essa afirmação descreva com suas palavras o que você entende por elementos-traço e cite exemplos.
  
3. Diante da problemática de poluição hídrica, quais atitudes deve-se tomar para preservar os recursos hídricos?
  
4. Quais são as consequências da presença de elementos-traço na água?
  
5. Na sua opinião é possível estabelecer uma associação do conteúdo químico de tabela periódica e a poluição hídrica por elementos-traço? Comente sobre.

**ANEXO A - Termo de Consentimento Livre Esclarecido****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)**

Estudo: POLUIÇÃO HÍDRICA POR ELEMENTOS-TRAÇO: ensino da tabela periódica por meio de uma sequência didática.

Você está sendo convidado(a) a participar do projeto de pesquisa acima citado. Sua colaboração neste estudo será de muita importância para nós, mas se desistir a qualquer momento, isso não causará nenhum prejuízo a você. Trata-se de uma pesquisa realizada para o Trabalho de Conclusão de Curso da discente Roseane Santos Nascimento, para o Curso de Química Licenciatura.

Eu, \_\_\_\_\_, portador da Cédula de identidade, RG \_\_\_\_\_, e inscrito no CPF/MF \_\_\_\_\_ nascido(a) em \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_\_, abaixo assinado(a), concordo de livre e espontânea vontade em participar como voluntário(a) do estudo: POLUIÇÃO HÍDRICA POR ELEMENTOS-TRAÇO: ensino da tabela periódica por meio de uma sequência didática.

**Declaro que obtive todas as informações necessárias, bem como todos os eventuais esclarecimentos quanto às dúvidas por mim apresentadas.**

Estou ciente que:

- I. Tenho a liberdade de desistir ou de interromper a colaboração neste estudo no momento em que desejar, sem necessidade de qualquer explicação;
- II. A desistência não causará nenhum prejuízo à minha saúde ou bem estar físico;
- III. Os resultados obtidos durante a entrevista serão mantidos em sigilo, mas concordo que sejam divulgados em publicações científicas, desde que meus dados pessoais não sejam mencionados;
- IV. Caso eu desejar, poderei pessoalmente tomar conhecimento dos resultados, ao final desta pesquisa.

( ) Desejo conhecer os resultados desta pesquisa.

( ) Não desejo conhecer os resultados desta pesquisa.

Responsável pelo Projeto: Roseane Santos Nascimento

Telefone/e-mail para contato: (79) [999377291/rose0807@academico.ufs.br](mailto:999377291/rose0807@academico.ufs.br)

Este documento foi elaborado em duas vias, uma ficará com o(a) pesquisador(a) responsável pela pesquisa e a outra com o(a) participante.

---

Assinatura do Participante da Pesquisa

---

Assinatura Responsável Legal (Caso o participante seja menor – incapaz)

---

Assinatura do Pesquisador

**ANEXO B - Termo de Autorização do uso de Imagem e Depoimento**

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA USO DE IMAGEM E DEPOIMENTO**

Eu \_\_\_\_\_, depois de conhecer e entender os objetivos, procedimentos metodológicos, riscos e benefícios da pesquisa, bem como de estar ciente da necessidade do uso de minha imagem e/ou depoimento, especificados no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), AUTORIZO, através do presente termo, os pesquisadores Roseane Santos Nascimento, Filipe Silva de Oliveira e Luciano Evangelista Fraga do projeto de pesquisa intitulado “POLUIÇÃO HÍDRICA POR ELEMENTOS-TRAÇO: ensino da tabela periódica por meio de uma sequência didática.” a realizar as fotos/filmagem que se façam necessárias e/ou a colher meu depoimento sem quaisquer ônus financeiros a nenhuma das partes. O pesquisador responsável e sua equipe comprometem-se em cumprir as Res. 466/2012 e 510/2016 CNS. Ao mesmo tempo, libero a utilização destas fotos/imagens (seus respectivos negativos) e/ou depoimentos para fins científicos e de estudos (livros, artigos, slides e transparências), em favor dos pesquisadores da pesquisa, acima especificados, obedecendo ao que está previsto nas Leis que resguardam os direitos das crianças e adolescentes (Estatuto da Criança e do Adolescente – ECA, Lei N.º 8.069/ 1990), dos idosos (Estatuto do Idoso, Lei N.º10.741/2003) e das pessoas com deficiência (Decreto N.º 3.298/1999, alterado pelo Decreto N.º 5.296/2004).

Este documento foi elaborado em duas vias, uma ficará com o(a) pesquisador(a) responsável pela pesquisa e a outra com o(a) participante.

Itabaiana, SE \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Entrevistado

\_\_\_\_\_  
Responsável Legal CPF (Caso o entrevistado seja menor – incapaz)

\_\_\_\_\_  
Pesquisador responsável pela entrevista

ANEXO C – Figura das Histórias em quadrinhos confeccionadas pelos alunos

