LUMEN ET VIRTUS
ISSN: 2177-2789

O ENSINO DE QUÍMICA AMBIENTAL USANDO A EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA SOBRE A TEMÁTICA POLUIÇÃO DAS ÁGUAS EM POÇOS

https://doi.org/10.56238/levv15n41-054

Data de submissão: 15/09/2024 **Data de publicação:** 15/10/2024

Maria Lúcia de Lima Pinto Martins
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil
E-mail: maria.lucia.lima03@aluno.ifce.edu.br
ORCID: https://orcid.org/ 0009-0000-9198-3513

Maxwell Lima Maia
Me.
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil
E-mail: maxwell.maia@ifce.edu.br
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6998-6013

Sara Maria Peres de Morais
Me.
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil
E-mail: saraperes@ifce.edu.br
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1800-6243

Manuella Macêdo Barbosa
Dra.
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil
E-mail: manuella.macedo@ifce.edu.br
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0533-7430

Thais Gomes Quintela
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil
E-mail: thais.gomes.quintela07@aluno.ifce.edu.br
ORCID: https://orcid.org/0009-0004-1495-2800

Pedro Henrique Almeida Miranda
Dr.
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil
E-mail: pedromiranda@ifce.edu.br
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9253-7061

José Tarcízio Gomes Filho
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil
E-mail: tarcizio.gomes@ifce.edu.br
ORCID: https://orcid.org/0009-0007-1553-8873

José Rogério Maciel Ferreira Filho
Me.

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil
E-mail: jose.filho@ifce.edu.br
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2691-2342

Marcus Vinícius Soares Rocha
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil
E-mail: marcus.vinicius@ifce.edu.br
ORCID: https://orcid.org/0009-0000-0543-9459

Francisco Wagner de Sousa
Dr.
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil
E-mail: fr.wagner@.ifce.edu.br
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5588-2501

RESUMO

Diante da dificuldade de interação da teoria com a realidade, se torna importante que o estudante compreenda a Química Ambiental de acordo com o que está ao seu redor, para que haja uma aprendizagem significativa. O presente artigo apresenta uma proposta de ensino através da experimentação investigativa com objetivo de favorecer o aprendizado em Química Ambiental na temática de poluição das águas. A pesquisa foi realizada no IFCE/Caucaia-CE, no período de fev. - mai. de 2024, com estudantes do 1º e 2º ano do ensino médio. A metodologia prosseguiu-se com os seguintes encontros: diagnóstico de conhecimento prévio; conceituação do tema; atividade de campo e análise das amostras; e percepção de aprendizagem. Os resultados obtidos mostraram a construção de um kit de coleta de água de poços de baixo custo e reutilizável. Além disso, a análise de conhecimento prévio utilizando estatística qualitativa (Software IRaMuTeQ) mostrou que os estudantes possuem algum conhecimento sobre o tema. A avaliação da percepção de aprendizagem e experimentação mostrou que a formação técnica e teórica dada aos estudantes motiva e facilita a aprendizagem significativa no tema quando relacionada com a realidade do estudante. Neste contexto, a experimentação aplicada no intuito de favorecer a aprendizagem significativa no ensino de Química Ambiental é uma ótima alternativa e uma grande aliada para tornar o Ensino e a aprendizagem de estudantes do Ensino médio de escolas públicas/técnicas mais atraente, eficaz e significativa.

Palavras-chave: Química Ambiental. Poluição das Águas. Água de Poços. Experimentação. Aprendizagem Significativa.

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Química Ambiental favorece o senso crítico e o entendimento dos conceitos de Química devido este, estar associado com a realidade e os interesses do estudante (OLIVEIRA *et al.* 2016). Porém, o conteúdo deve ser articulado a partir de temas contextualizados para dar sentido e significado aos mesmos, através do principal mediador entre este e a aprendizagem, que é o professor (NASCIMENTO & SEIXAS, 2020; MARQUES *et al.* 2020).

Em conformidade com a contextualização do conteúdo com a realidade do aprendiz, temos os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) que sugerem para o ensino médio o desenvolvimento de capacidades de pesquisar, buscar e analisar informações, indo em oposição aos simples exercícios de memorização. Sendo necessário, ainda, selecionar conteúdos relacionados a assuntos ou problemas de acordo com a realidade do estudante para que ocorra uma aprendizagem significativa (BRASIL, 2000). Além disso, um outro aspecto legal existente é a promoção da educação ambiental em todos os níveis de ensino por meio da Constituição Federal de 1988 no Brasil, como garantia de um meio ambiente ecologicamente equilibrado (BRASIL, 1988).

O tema "meio ambiente" foi sugerido para a integração de conteúdos de diferentes disciplinas, inclusive no ensino de Química Ambiental (BRASIL, 1997). Nesse contexto, de acordo com Santos & Rodrigues (2018), as temáticas "água" e "poluição da água" atendem à compreensão da realidade social e permitem abordar vários conteúdos pertencentes a química ambiental, pois sabe-se que essa disciplina abrange o estudo de diversas temáticas como, a terra, a água, ambientes vivos e o ar (atmosfera), e assim é possível correlacionar a poluição da água com propriedades, conceitos e outras observações que a água traz para o ensino (MANAHAN, 2013).

As leis que regem a educação no Brasil, vem sofrendo modificações que impactam no trabalho docente aumentando ainda mais seus esforços, a fim de executarem práticas educativas que promovam a pesquisa, oportunizando um ambiente investigativo de aprendizagem através de experimentações que correlacionam com o conteúdo (DINIZ *et al.* 2021; MARRA & ALMEIDA, 2023; NASCIMENTO & SEIXAS, 2020). Nessa ótica, a experimentação investigativa se destaca como uma metodologia promissora e adequada ao ensino de Química Ambiental, pois esta tem caráter de investigação científica com auxílio do docente, através de debates de problemas reais, o qual produzirá conhecimento científico de forma que os alunos participem e realizem pequenas pesquisas. Esse novo conhecimento irá interagir com a realidade dos estudantes e os conhecimentos prévios relevantes do estudante, resultando numa aprendizagem significativa (MOREIRA, 2012).

Desse modo, face a apresentação de um ensino de Química Ambiental para que ocorra a contextualização do conteúdo com a realidade dos estudantes, o presente artigo apresenta uma proposta de metodologia com o objetivo de favorecer uma aprendizagem significativa no ensino de Química

Ambiental na temática de poluição da água em poços por meio da experimentação investigativa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A QUÍMICA AMBIENTAL NO ENSINO

A química ambiental trata das reações e das fontes das substâncias químicas presentes na atmosfera, água e solo (BAIRD, 2011), e de acordo com a divisão da Química Ambiental (AMB) da Sociedade Brasileira de Química (SBQ), também estuda os processos químicos que ocorrem na natureza, naturais ou antrópicos, que afetam a saúde humana e o planeta. Esta, tem como objetivo ensinar o que é poluição antrópica, conscientizar seus efeitos e fazer com que o discente conheça e compreenda de forma integrada aos processos químicos que ocorrem no ambiente ao seu redor (CANELA, 2017; FERREIRA, *et al.* 2021).

Atualmente há uma grande preocupação em compreender a química ambiental com o objetivo de melhorar a qualidade de vida do planeta (CARVALHO, *et al*. 2023), seja para entender as origens de danos ambientais, ou para desenvolver estratégias para a minimização dos impactos (SILVA, *et al*. 2020) por meio dessa disciplina. Dessa forma, diante de inúmeras transformações, o ensino de química ambiental vem se modificando. Porém, um dos motivos que podem levar os alunos a não se interessarem por este conteúdo, por não apresentarem afinidade com a química, pode ser a utilização de metodologias do ensino tradicional (GONSALEZ & SOARES, 2023), o qual dificulta a compreensão da disciplina.

Diante disso, sabemos que aprender traz suas particularidades ao longo da história da humanidade, e os educadores no ensino da química ambiental deverão se refazerem no ato de ensinar, desenvolvendo o raciocínio dos estudantes com propostas sólidas utilizando assuntos relacionado ao meio ambiente para que eles possam interligar a teoria com o cotidiano, a vida pessoal e a experiência do aluno, o qual permitirá destaque na vida social e significado ao conteúdo, (NUNES; ROSEMARY, 2015; BRASIL,2000; MORES, *et al.* 2016; LOPES *et al*. 2020). Logo, o conhecimento da química ambiental deve ser um alvo de transformação no ensino (MAINIER & MAINIER, 2024).

Ademais, de acordo com Lei nº 9.795/1999 é ressaltado que a educação ambiental é um componente essencial da educação nacional, devendo estar presente em todos os níveis e modalidades do processo educativo, e ser desenvolvida com o objetivo de construir uma consciência global relacionada ao meio ambiente para obter valores de proteção e melhoria para o meio (BRASIL, 1997). Diante disso, a química ambiental relaciona a química com a educação ambiental buscando revelar como ocorrem as reações para que possamos ter pensamentos críticos quanto às nossas atitudes no meio ambiente (DIAS; RIOS, 2018).

2.2 EXPERIMENTAÇÃO E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

É importante que o discente construa seus próprios conhecimentos através da experimentação e a sua autonomia. Segundo Taha *et al* (2016), existem alguns tipos de experimentações que auxiliam nessa construção, que são: a ilustrativa, *show*, problematizadora e a investigativa. Sendo que essa última, que é de nosso interesse, tem o caráter de investigação científica, promovendo debates por meio de problemas reais que possibilitam a investigação (LEITE, 2018). E embora exista a premissa de que o ensino de química não vem proporcionando um bom aprendizado com aquilo que é trabalhado, é de grande importância a compreensão de conteúdos através do cotidiano do aluno (GONZAGA, *et al.* 2020) por meio da experimentação investigativa. Mas é necessário que o estudante esteja motivado para aprender os novos conceitos, pois esse requisito é um grande influenciador na eficácia da aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003), pois essa aprendizagem é um processo ativo que obedece a relação da aquisição de novos conhecimentos que são significativos para o aprendiz, com os adquiridos anteriormente pelo mesmo, de forma não arbitrária e não literal, reformulada de acordo com a linguagem do aluno (AUSUBEL, 2003).

Com isso, é importante primeiramente diagnosticar o que o discente já sabe, para em seguida, utilizar recursos didáticos potencialmente significativos (ALISON; LEITE, 2016). E é nesse contexto de aprendizagem significativa que a experimentação deve ser eminente fazendo com que os sujeitos saiam da posição de expectadores e se tornem desenvolvedores da ação (SILVEIRA *et. al.* 2021), pois quando a experimentação é bem planejada, a teoria do conteúdo torna-se mais agradável, aumentando a participação do aprendiz, e contribuindo em uma aprendizagem significativa em relação ao tema abordado (ALISON; LEITE, 2016).

2.3 A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA AMBIENTAL

De acordo com a competência específica três da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do nível médio, espera-se que os estudantes possam se apropriar de procedimentos e práticas como o aguçamento da curiosidade sobre o mundo, a construção de hipóteses, a investigação de situações-problema, a experimentação com coleta e análise de dados mais aprimorados, por meio de algumas habilidades como: empregar instrumentos de medição e interpretar dados ou resultados experimentais para avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica; e interpretar dados em forma de gráficos ou tabelas visando construir a seleção de fontes confiáveis de informações (BRASIL, 2018). Mas diante de um sistema de ensino complexo em sala de aula, devido às experiências pessoais do aluno, é preciso criar condições para desenvolver um papel ativo nas aulas de Química de forma a incentivar a pesquisa e desenvolver a capacidade de raciocínio do aluno. E sabendo que a disciplina de química “anda” juntamente com a experimentação, as atividades experimentais investigativas são um recurso didático

bastante útil, apesar de serem pouca utilizada, mas que auxiliam o ensino e ajudam os professores nesse processo proporcionando melhoras nas suas aulas mediante ao ensino tradicional (OLIVEIRA *et al*, 2016; FERREIRA, *et al.* 2021; SILVA, *et al.* 2018; SILVA, *et al.* 2021; BARBOSA, *et al.* 2016; BALDAQUIM, *et al.* 2018). Desde a década de 60 dominou-se no ensino de química a explicação do método científico, assim como, aplicá-lo com o objetivo de realizar a experimentação em sala de aula, pois na experimentação investigativa o professor, juntamente com situações problemas, questionadoras e dialogadas, sai da posição de reprodução de conhecimento e passa a ter outras atitudes como mediador, orientador, condutor à reflexão, e ainda faz levantamento de hipóteses discutindo resultados obtidos para chegar a determinadas conclusões (NEVES *et al.* 2019; PEIXOTO, 2016). E essas discussões que contextualizam os conceitos podem despertar mais o interesse do estudante (MELO; SILVA 2019). E torna-se evidente a importância de executar essa atividade para gerar reflexão do aluno levando-o a hipóteses para, enfim, compreender os fenômenos (BALDAQUIM, *et al*. 2018) no ensino de química ambiental. Além disso, o docente também propõe um exercício e conduz o estudante à pesquisa, executando as atividades experimentais, os quais proporcionam esse desenvolvimento científico que exploram a capacidade intelectual e constrói a visão crítica de determinados fatos como também aguça a curiosidade (SANTOS, *et al.* 2016; CARVALHO, 2013; ALISON, *et al.* 2016; ROCHA, *et al.* 2019). Nesse contexto, a experimentação investigativa pode ser realizada em sala de aula diante de uma situação-problema onde os alunos, ao dialogarem, levantarão hipóteses de soluções (DA SILVA; DA SILVA, 2019). E no ensino de química ambiental, se torna relevante esse método, pois através dela o estudante explora sua criatividade, senso crítico e melhora seu processo de ensino e aprendizagem (GONÇALVES; GOI, 2019).

2.4 ÁGUA, POLUIÇÃO E LEGISLAÇÃO

A água está presente em diversas formas, e cobre 70% da superfície do planeta, principalmente em estado líquido. Todos os organismos necessitam desse recurso hídrico para sobreviver, ressaltando a importância desta em apresentar condições físicas e químicas adequadas a sua utilização (BRAGA, *et al.* 2005). As águas subterrâneas apresentam menos restrição de uso in natura em relação às águas superficiais, pois as camadas do solo servem como filtros naturais eliminando contaminantes (HERRÁIZ, 2009). Contudo, para fins de abastecimento humano, a água precisa passar por um processo de desinfecção, como preconiza a Portaria do Ministério da Saúde (MS) Nº. 2.914/2011, que estabelece os padrões de potabilidade e também define os teores toleráveis de certas impurezas, e a Resolução do CONAMA Nº. 368 de 3 de abril de 2008 que trata sobre o uso de águas subterrâneas (HAGER, 2007).

A poluição da água está ligada à concentração de poluentes (resíduos) na água que podem causar danos à saúde humana e deterioração de materiais. Essa poluição é a alteração de suas

características físicas, química e biológica por quaisquer ações no ambiente, de forma antropogênicas, que pode advir por dois tipos de fontes, a pontual ou a difusa. O primeiro se dá quando os poluentes são introduzidos por lançamentos individualizados, e o segundo, ocorre ao longo da margem de corpos de água sem um ponto específico de lançamento (BRAGA, *et al*. 2005).

Adicionalmente, os resíduos orgânicos, que são materiais suscetíveis de degradação bacteriana, enquadram-se na poluição das águas, diante das consequências ambientais que devido ao aumento da atividade bacteriana intensa nas águas receptoras, reduz-se os níveis de oxigênio incompatíveis com a vida, ocorrendo também a possibilidade de a existência de agentes patogênicos serem transmitidos aos seres humanos (CARAPETO, 1999). Além disso, outro tipo de poluição da água são os não biodegradáveis com características de processos tão lentos que na adição desse tipo de poluentes é considerado permanente. Nessa categoria enquadram-se os hidrocarbonetos halogenados, produtos químicos industriais e metais tóxicos, os quais podem ocasionar a presença de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT), produtos químicos e a elevada turbidez das águas (CARAPETO, 1999). Vale ressaltar que os metais tóxicos como Zinco (Zn), Cobre (Cu), Manganês (Mn) e Ferro (Fe), por exemplo, podem trazer sintomas como náuseas, vômitos, anemia hemolítica, pneumonite, doença neuropsíquica, câncer e hipertensão arterial no ser humano. E os tais poluentes advém de indústrias, produção de vapor, e têxtil (NBR 9897; SANTOS *et al*. 2018; KLAASSEN & WATKINS III, 2012; GOMES *et al*. 2018).

Diante disso, há algum tempo a preocupação em relação a entrada de poluentes no ambiente aquático vem crescendo, por causarem danos tanto ao ser humano, como ao meio ambiente (DIAS; NAYAK, 2016), tornando-se de fundamental importância a realização do monitoramento da qualidade da água, para controlar os níveis de potabilidade dentro da faixa de segurança aceitável pela legislação para resultar na sadia qualidade de vida da população (FERRAZ, *et. al.* 2018).

Sabe-se ainda que as características físico-químicos são muito importantes para a compreensão da influência antropogênica sobre corpos d'água (ARCOS & CUNHA, 2021), e com isso, os parâmetros físico-químicos, além de representar a qualidade da água, compreende a dinamicidade dos metais tóxicos na água, identificando informações por meio da Condutividade Elétrica (CE), por exemplo (SILVA *et al*. 2017; BAGGIO *et al.* 2016), o qual identifica a concentração de sais na água (ALENCAR *et al.* 2019). Vale salientar que a classificação dos corpos de água e suas diretrizes ambientais seguem a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA Nº 357/2005, o qual apresenta os limites máximos de metais tóxicos para a potabilidade da água na classe I e II, e que considera que a saúde humana não deve ser afetada pela deterioração da qualidade das águas. A Portaria GM/MS Nº. 888/2021, que estabelece o padrão de potabilidade com valores permitidos para os parâmetros da qualidade da água para o consumo humano, e a Organização mundial da saúde (WHO) (Tabela 1).

Tabela 1 - Parâmetros físico-químicos da água de acordo com os órgãos governamentais

	CONAMA 357/2005 (Classe I/classe II)	PORTARIA GM/MS Nº 888/2021	WORL HEALTH ORGANIZATION (WHO)	
Cu (mg/L)	0,009	-	-	
Zn (mg/L)	0,18	-	-	
Fe (mg/L)	0,3	-	-	
Mn (mg/L)	0,1	-	-	
Na (mg/L)	-	200	-	
K (mg/L)	-	-	Indefinido	
Cor (uH)	-	15	-	
CE* (µS)	Indefinido	-	-	
Dureza total (mg/L)	-	300	-	
pH	-	6,0 – 9,0	-	
Turbidez (uT)	-	5	-	
SDT** (mg/L)	-	500	-	

*CE – Condutividade elétrica; ** SDT – Sólidos Dissolvidos Totais; (-) sem referência
Fonte: CONAMA 357/2005; Portaria GM/MS nº 888/2021; Worl Health Organization (WHO)

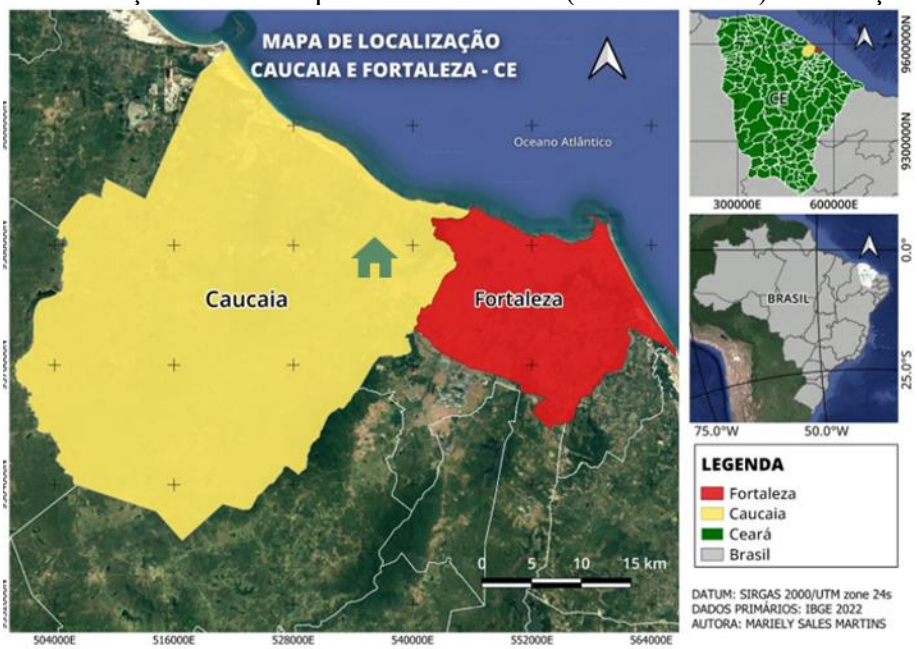
A Resolução CONAMA nº 357/2005 não estabelece os níveis de CE. Porém, sabe-se que níveis superiores a 100 µS indicam alterações negativas no meio ambiente (BAGGIO, et al. 2016; CETESB, 2017), assim como a organização mundial da saúde que não referenciou um limite máximo de concentração de Potássio (K) na água pois tal substância é bastante benéfica ao ser humano mesmo em elevadas concentrações.

3 METODOLOGIA

3.1 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Este trabalho foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), *Campus* Caucaia, localizado na Rua Francisco da Rocha- Pabussu, município de Caucaia (Figura 1), no primeiro semestre de 2024, entre os meses de fevereiro e maio. De acordo com o IPECE (2017, 2021), Caucaia é um município localizado no Norte do Ceará, com latitude 3º 44' 10" e longitude 38º 39' 11". Sua área absoluta é de 1.228,5 km² e está a 29,9 m de altitude. Sua distância em linha reta da capital é de 20 km. O clima da cidade varia entre tropical quente semi-árido brando, tropical quente sub-úmido e tropical quente úmido. A temperatura varia entre 26°C e 28°C e o índice pluviométrico fica em torno dos 1243,2 mm, com período chuvoso de janeiro a maio.

Figura 1 – Localização do Município de Caucaia-CE (área de estudo) em relação a capital.

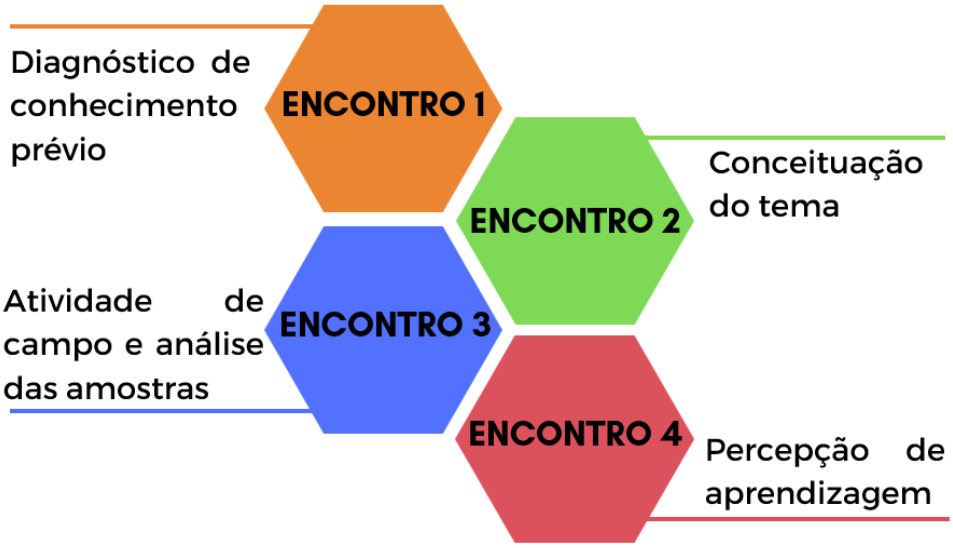


Fonte: Elaborado pelos autores por meio do Qgis (2024).

O projeto foi aplicado no curso Técnico Integrado em Química, nas turmas do 1º semestre, da disciplina de gestão ambiental, e 3º semestre, da disciplina Química analítica, equivalentes a 1° e 2° série do ensino médio. Estas turmas eram formadas por 40 e 38 estudantes, respectivamente, com faixa etária entre 15 e 18 anos de idade. Entretanto, a seleção dos participantes teve como critério a presença e uso de poços em casa e tivemos 11 estudantes numa turma e 12 em outra, respectivamente. A escola foi selecionada devido a sua localização e a presença de um laboratório equipado para as análises.

A participação dos estudantes nesta pesquisa ficou condicionada a assinatura dos seus responsáveis e dos estudantes voluntários aos Termo de Assentimento Livre e Esclarecido dirigido aos pais (TALE) e ao termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). Em seguida o presente estudo foi submetido e aprovado ao Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) e aprovado de acordo com o parecer consubstanciado do CEP N°. 6.599.663. Para o desenvolvimento da pesquisa foi realizado a seguinte sequência didática (Figura 2):

Figura 2- Sequência didática executada no projeto.



Fonte: Autores (2024)

3.1.1 Diagnóstico Prévio x Conceituação do tema

Nesta etapa utilizou-se um instrumento diagnóstico para avaliar o conhecimento prévio dos estudantes (Quadro 1). O mesmo foi o questionário de percepções prévias de poluição de metais tóxicos na água de poços foi aplicado por meio do *Google forms*, pois este tipo de abordagem facilita tanto o acesso do aluno, quanto a obtenção e o tratamento dos dados por parte do pesquisador (VIEIRA *et al*., 2010; DA COSTA ANDRES *et al*., 2020). O *link* do formulário foi enviado através de uma red e social, o *whatsapp*, (https://docs.google.com/forms/d/1pr94lumRROWeXE2ewNpIkEo31d87DGVuFKQwbDDJ-0A/edit) e somente foi permitido acesso através do e-mail institucional do estudante. As questões foram respondidas em um único momento, devendo o estudante justificar ou não suas respostas.

Quadro 1 - Diagnóstico de conhecimento prévio.

DIAGNÓSTICO PRÉVIO
1. O que é poluição da água?
2. O que pode contribuir para a poluição da água
3. Quais as consequências da poluição da água?
4. A poluição da água impacta na saúde humana e no meio ambiente? justifique.
5. Quais os tipos de poluentes que podem contaminar a água?
6. Quais atitudes podem ser tomadas para diminuir a poluição na água?

Fonte: Autores (2024)

A análise das respostas do diagnóstico prévio ocorreu de forma qualitativa por meio da Análise de Similitude das respostas com o auxílio do programa Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires (IRaMuTeQ versão 4.3.1). Após a avaliação prévia de conhecimento, foram realizadas aulas teóricas, onde se contextualizou, definiu e explicou com exemplos práticos os aspectos do tema poluição de metais tóxicos na água de poços, a fim de

tornar a aprendizagem significativa com a inclusão dos novos conceitos e também orientar os estudantes para as próximas etapas do projeto.

3.1.2 Descrição da atividade Experimental

Os estudantes voluntários que possuíam poços e concordaram em participar do projeto, receberam uma orientação técnica de coleta e um Kit (Figura 3b) contendo um manual de coleta de água (orientação), um formulário de registro da amostragem e uma garrafa de polietileno 500 mL esterilizada (Figura 3a e 3c).

Figura 3 - Manual de Instruções de coleta de água do poço (a), kit (b) e formulário de registro da amostragem (c).



Fonte: Baseado em EMBRAPA, 2004; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2016; ANVISA, 2022; ABNT-NBR-9898; FUNASA, 2019.

(a)



Fonte: Autores (2024).

(b)

FORMULÁRIO DE REGISTRO DA AMOSTRAGEM	
Nome do responsável pela coleta da amostra	
Data e hora da coleta	__/__/__ __:__
Local de coleta (GPS) Ex: -3.730776,-38.672241	
Condições climáticas no momento da coleta	
Procedência da amostra	Poço ☐ Torneira ☐
Qual a sua utilização	
Ocorrências anormais	

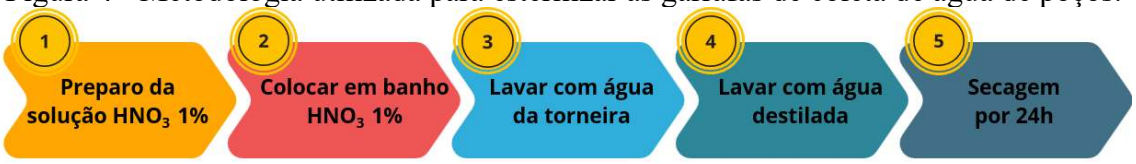
Fonte: Autores (2024).

(c)

Fonte: Autores (2024).

As garrafas de polietileno utilizadas neste projeto foram esterilizadas de acordo com fluxograma da Figura 4 (APHA,2017). Após este procedimento, foi realizada a coleta da água de poço pelos estudantes e em seguida as amostras foram levadas ao laboratório de acordo com as orientações repassadas. Em seguida, as amostras foram filtradas, medidas o pH (Figura 5) e acidificadas com HNO_3 1% para pH 2 e refrigeradas a 4º C até análise dos metais.

Figura 4 - Metodologia utilizada para esterilizar as garrafas de coleta de água de poços.



Fonte: Autores (2024).

Os parâmetros físico-químico (condutividade, pH, Dureza total e metais) foram analisados em triplicata para cada amostra de água de poço, conforme descrito por APHA, (2017) (Tabela 2). Um branco foi preparado para cada análise seguindo a mesma metodologia.

Tabela 2 - Parâmetros e métodos analíticos utilizados para análise de água de poços

PARÂMETROS	MÉTODOS ANALÍTICOS	REFERÊNCIA*	Instrumentos
Dureza total (mg $CaCO_3$/L)	2340 C EDTA Tritimetric Method	APHA, 2017	-
Sódio (mgNa^+/L)	3500 Na B Flame emission photometric	APHA, 2017	Tecnow7000
Potássio (mgK^+/L)	3500 K B Flame photometric Method	APHA, 2017	Tecnow7000
Metais (mgFe/L)	3111 B Direct Air-Acetylene Flame Method	APHA, 2017	*Thermo Scientific*
pH	4500 H^+ B Electrometric Method	APHA, 2017	MS Tecnopon
Condutividade	2510 B Laboratory Method	APHA, 2017	MS Tecnopon,

Fonte: Autores (2024).

Em seguida, utilizou-se o software livre QGIS versão 3.28.2 com o auxílio do plugin do Google Earth para georreferenciamento e elaboração dos mapas de localização dos pontos de coleta e Excel para tratamento dos dados.

Figura 5 – Filtração e medição do pH da água



Fonte: Autores (2024).

3.1.3 Avaliação da aprendizagem e recurso didático

Os resultados da pesquisa foram apresentados aos estudantes e discutidos em sala, correlacionando cada ponto da pesquisa com mapas, tabelas e gráficos. Em seguida foi aplicado um questionário para avaliar as percepções da aprendizagem e do recurso experimental como uma proposta de ensino por meio de um questionário (Quadro 2).

Quadro 2 - Questionário avaliativo do recurso experimental como ferramenta de ensino.

Questionário de percepção da aprendizagem do recurso experimental como uma proposta de ensino						
Discordo plenamente		Responda cada afirmação de acordo com o grau de concordância, segundo a escala ao lado.				
Discordo						
Não concordo, nem discordo						
Concordo						
Concordo fortemente						
1) O experimento contribuiu para a minha aprendizagem em poluição das águas						
2) O experimento foi eficiente para a minha aprendizagem em comparação com aulas somente expositivas						
3) Consegui relacionar o que aprendi com a minha realidade						
4) Minha atenção ao tema foi estimulada						
5) Esta abordagem potencializou os conhecimentos que eu já possuía						
6) Minha participação ativa influenciou no aprendizado da disciplina						
7) Esse tipo de abordagem deixou a desejar						
Qualquer comentário será muito bem recebido e útil para o projeto: Muito obrigada pela sua importante colaboração! _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____						

Fonte: Baseado em PETRI, *et. al*. 2017; ROCHA, *et. al*. 2015; ARINI, *et. al.* 2021.

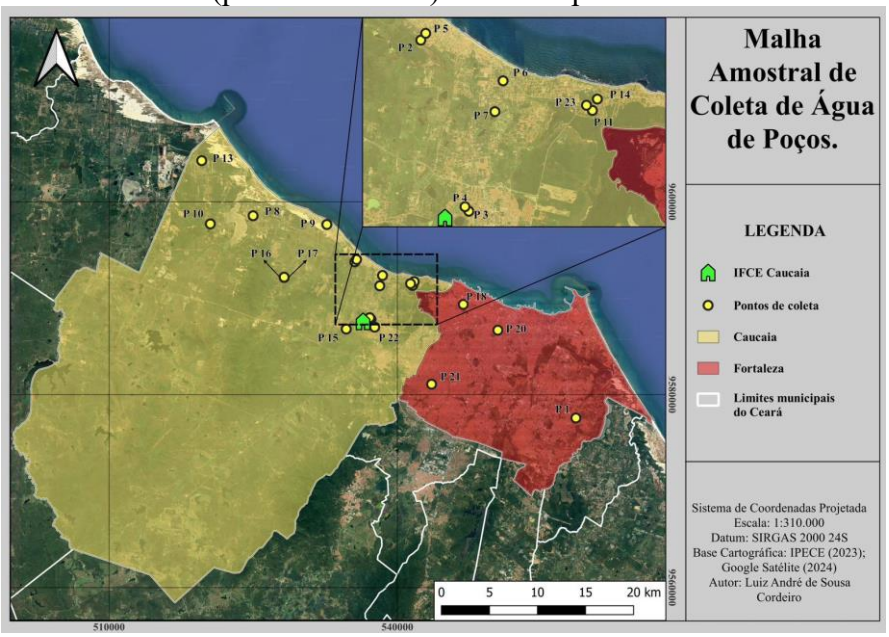
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE E REFLEXÃO DA MALHA AMOSTRAL E CARACTERÍSTICAS DOS POÇOS

Os resultados da localização dos pontos de coleta (poços) realizado pelos estudantes são mostrados na Figura 6. Nesta, os estudantes puderam verificar que a distribuição dos pontos de amostragem situava-se entre Caucaia (19 pontos) e Fortaleza (4 pontos). Neste momento, apresentamos a importância de realizarmos uma distribuição espacial dos pontos de coleta que cobrisse a maior área possível do Site de amostragem para se ter uma representação/aproximação fiel dos diferentes perfis de qualidade de água em função da localização.

Através do mapa foi verificado que a maioria dos poços coletados se situavam próximos ao litoral. Foi ressaltado ainda os desafios de se fazer pesquisa em poluição da água, pois através do mapa estes puderam compreender a dimensão de planejamento, preparo dos equipamentos, deslocamento, e a importância do engajamento da população como uma forma de ampliarmos as discussões e comparar pontos com características diferentes. Nas discussões também foi apontado pelos estudantes dentro do mapa como os pontos P13 e P10 se destacavam, em virtude da distância dos demais, pois estes se encontram nos limites dos Municípios de Caucaia e São Gonçalo.

Figura 6 - Malha amostral (pontos de coleta) realizada pelos estudantes na coleta da água.

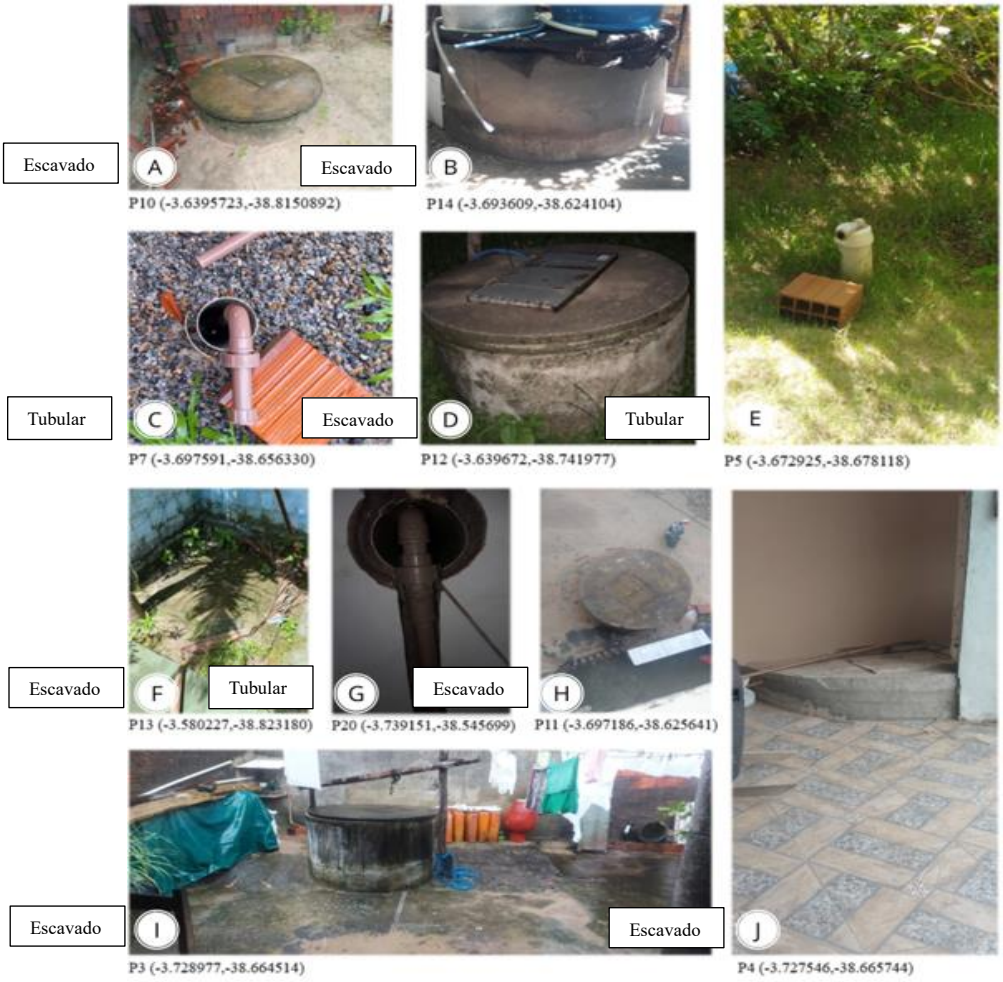


Fonte: Elaborado pelos autores por meio do Qgis (2024).

A análise e reflexão dos resultados de coleta nos ajudaram também a discutir sobre a definição do que é um poço de água e seus tipos. A literatura relata que um poço é um sistema geralmente vertical, feito pelo homem, que tem ação em subsuperfície, usado para a captação, recarga ou observação das águas subterrâneas através de mecanismos artificiais ou naturais". Estes podem ser divididos em dois grupos (escavados e tubulares) que, por sua vez possuem subdivisões segundo o modo de construção, diâmetro, revestimento e pressões hidráulicas (RECURSOS HÍDRICOS, 2015). Nossos resultados

mostraram que a maioria dos poços estudados são do tipo escavados (cacimba $\emptyset = 0{,}5m$, cacimbão $\emptyset = 1{,}0m$) e uma minoria tubulares (freáticos e artesiano não jorrante) (Figura 7a - 7j).

Figura 7 – Tipos e características de poços amostrados pelos estudantes para a coleta da água.



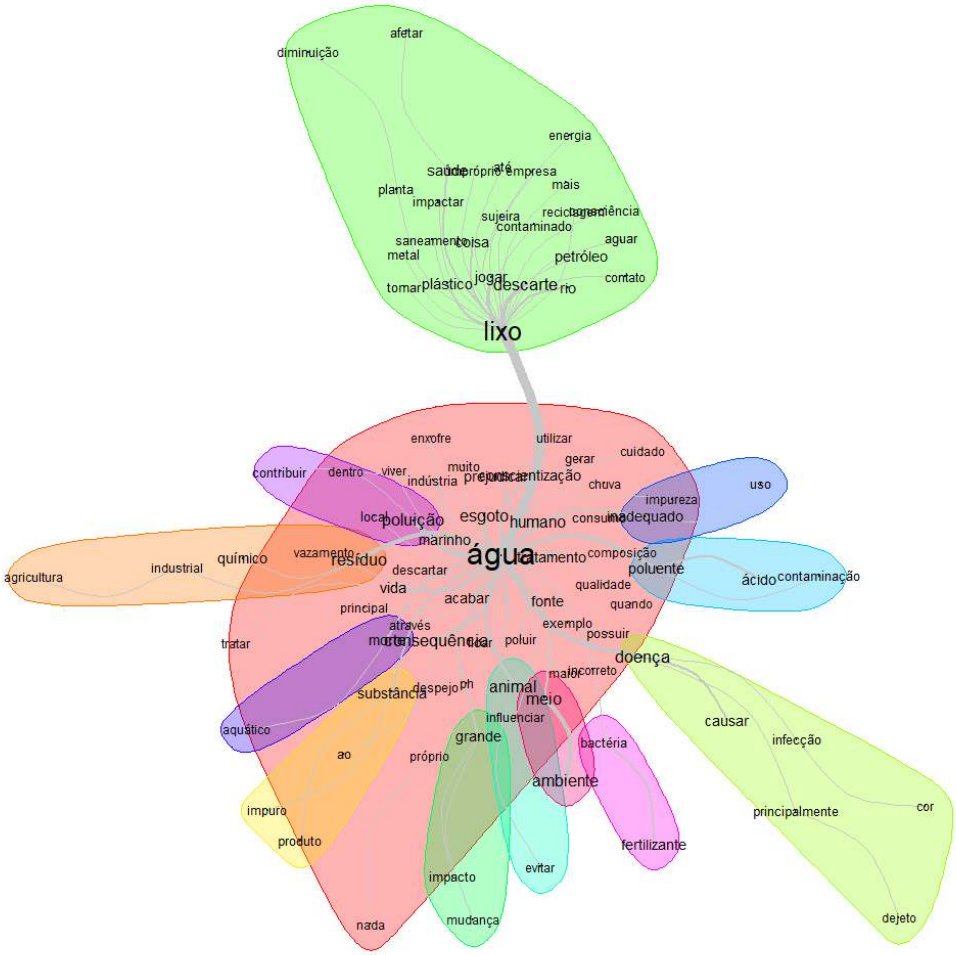
Fonte: Autores (2024).

4.2 ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DE CONHECIMENTO PRÉVIO

Os resultados do diagnóstico de conhecimento prévio foram realizados através da análise textual lexicográfica com o suporte do software IRaMuTe 4.3.1. Para esta análise foram tabulados 23 *corpus* textuais formados pelas respostas dos questionários apresentado na subseção 3.1.1(Figura 8). Verifica-se que o gráfico árvore de similitude deste corpus textual é apresentado em treze núcleos(halos), sendo o halo rosa a raiz principal com predominância da palavra ‘água’, seguida por ‘lixo’, ‘poluição’, ‘resíduo’, ‘consequência’, ‘substância’, ‘grande’, animal’, ‘meio ambiente’, ‘fertilizante’, ‘doença’, ‘poluente’ e ‘inadequado’. Além disso, pode-se observar a relevância das relações e conexões entre o termo central ‘água’ com o termo ‘lixo’ acima e os termos ‘poluição’, ‘resíduo’, ‘consequência’ e ‘substância’ do lado esquerdo, ‘grande’, ‘animal’, ‘meio ambiente’ e ‘fertilizante’ abaixo e ‘doença’, ‘poluente’ e ‘inadequado’ lado direito.

Essa composição de núcleos pode indicar que as respostas publicadas se encontram em 4 linhas gerais de conhecimento prévio: cientifico, declarativo, básico e intuitivo, ou seja, que os estudantes possuem um satisfatório e diversificado conhecimento prévio do tema (SANTOS e ROYER, 2018).

Figura 8 – Gráfico Árvore de Similitude das respostas dos questionários de conhecimento prévio.



Fonte: Autores (2024).

4.3 ESTRUTURAÇÃO DO CONHECIMENTO

Sabe-se que para a construção significativa do conhecimento por meio de uma experimentação investigativa, é necessário que o estudante compreenda a temática mediada pelo professor, além da realização da parte experimental (FARIAS *et al.* 2024). Ou seja, para que os discentes construam seus conhecimentos é preciso que o mediador utilize indagações e questionamento através de uma situação-problema, conduzindo-os a pequenas pesquisas, e consequentemente à autonomia dessa construção. Diante disso, após os resultados das análises de percepção dos conhecimentos prévios, foi apresentado a temática (Figura 9a) e uma formação (Figura 9b) em como proceder na prática de coleta de água utilizando a garrafa polietileno e experimental.

Figura 9 - Apresentação da temática (a) e formação da prática da coleta (b).



(a) (b)

Fonte: Autores (2024).

4.4 ANÁLISE DOS NÍVEIS DE METAIS E PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICO DA ÁGUA

A reflexão dos resultados obtidos para os níveis de metais e análises Físico-Químicas são apresentadas na Tabela 3. Nesta, pudemos verificar a ausência de todos os metais (Cu; Zn; Fe; Mn) em todas as amostras de poços analisadas, exceto para os poços P7(Fe 2,3312mg/L e Mn 0,0271mg/L) e P12 (Fe 0,0421 mg/L). A amplitude dos resultados para as análises de Na (8,9854 mg/L-125,66mg/L) e K (0,9496mg/L- 48,2801mg/L) demonstraram indícios de alta salinidade provocadas pelo íon Na^{+}, que podem provocar salinização de solos (VOGEL & BELTRAME,2022). Os resultados de condutividade elétrica (CE), mostraram que os valores variam de 1,71mS/cm^2 – 2,61mS/cm^2, apontando uma quantidade elevada de íons (cátions e Ânions) em solução. Estes resultados corroboram com os altos valores encontrados de Na^{+}, K^{+}, Ca^{+2} e Mg^{+2}. Os resultados das análises de dureza total (Ca^{+2} e Mg^{+2}) mostraram variações de 29,47 a 368,46 mg/L. Segundo a literatura, a dureza total é ocasionada por cátions multivalentes cujo principais são o cálcio (Ca^{+2}) e magnésio (Mg^{+2}). Porém, existem outros causadores secundários, que são o ferro (Fe^{+2}), manganês (Mn^{+2}), Cobre (Cu^{+2}) e zinco (Zn^{+2}) (SANTANA *et al.* 2016; MENDONÇA & FLORES, 2017). Embora, a PORTARIA do Ministério da Saúde Nº 888/2021, limite a concentração da dureza da água em 300 mg/L de $CaCO_3$, é possível obter uma classificação de níveis dessa substância. Conforme o SCHORR 2022, uma dureza menor que 50mg/L é considerada água mole; entre 50 à 150 mg/L, água com dureza moderada; entre 150 à 300 mg/L, água dura; e maior que 300 mg/L, água muito dura. Dessa forma, de acordo com os resultados obtidos, a única amostra que se classifica como água muito dura é o poço P9, enquanto que os poços P2, P11, P14 e P20 são classificados como água dura.

Tabela 3- Resultados das análises de metais tóxicos e Físico-Químico da água dos poços.

Poços	Período da coleta	Média pluviométrico (mm)	Condutividade (mS)	pH	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Zn (mg/L)	Cu (mg/L)	K (mg/L)	Na (mg/L)	Dureza tota (mg/L)
P1	25/03/2024	0.0	2.02	6	< LD	< LD	< LD	< LD	0,9496	8,985	29,47
P2	25/03/2024	0.0	1.92	6	< LD	< LD	< LD	< LD	13,37	67,89	184,2

P3	25/03/2024	0.0	2.28	6	< LD	< LD	< LD	< LD	10,41	58,51	99,48
P4	25/03/2024	0.0	2.33	5	< LD	< LD	< LD	< LD	15,82	65,92	106,8
P5	25/03/2024	0.0	2.03	5	< LD	< LD	< LD	< LD	8,810	57,15	121,5
P6	25/03/2024	0.0	2.34	5	< LD	< LD	< LD	< LD	9,989	66,04	103,1
P7	25/03/2024	0.0	1.93	6	2,33	< LD	< LD	< LD	7,510	39,36	95,80
P8	25/03/2024	0.0	1.93	5	< LD	< LD	< LD	< LD	3,519	10,83	36,84
P9	24/03/2024	22.0	1.64	6	< LD	< LD	< LD	< LD	9,778	59,12	368,4
P10	24/03/2024	22.0	1.78	6	< LD	< LD	< LD	< LD	12,46	44,55	128,9
P11	25/03/2024	0.0	2.24	6	< LD	< LD	< LD	< LD	9,475	42,20	151,0
P12	25/03/2024	0.0	2.08	5	0,042	< LD	< LD	< LD	8,508	30,4751	88,43
P13	25/03/2024	0.0	2.15	5	< LD	< LD	< LD	< LD	11,19	41,71	81,06
P14	27/03/2024	21.4	2.61	5	< LD	< LD	< LD	< LD	13,98	73,57	228,4
P15	25/03/2024	0.0	2.46	5	< LD	< LD	< LD	< LD	7,268	42,45	136,3
P16	26/03/2024	26.0	2.52	5	< LD	< LD	< LD	< LD	48,28	125,64	88,43
P17	26/03/2024	26.0	2.33	5	< LD	< LD	< LD	< LD	19,78	117,02	55,27
P18	26/03/2024	26.0	2.09	5	< LD	< LD	< LD	< LD	20,87	76,78	147,3
P20	26/03/2024	26.0	2.31	6	< LD	< LD	< LD	< LD	22,44	75,06	224,7
P21	01/04/2024	0.0	2.25	6	< LD	< LD	< LD	< LD	4,759	20,71	77,37
P22	31/03/2024	12.0	2.38	6	< LD	< LD	< LD	< LD	20,08	57,76	121,5
P23	27/03/2024	21.4	2.13	6	< LD	< LD	< LD	< LD	10,08	53,81	110,5
P24	02/04/2024	0.0	1.71	6	< LD	< LD	< LD	< LD	7,087	54,68	51,58

< LD = menor que o limite de detecção do método/Fonte: Autores (2024)

4.5 AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM E RECURSO DIDÁTICO

Finalizadas todas as etapas da sequência didática, foi realizado um diagnóstico da percepção de aprendizagem dos estudantes e da atividade experimental como mostrado na Gráfico 1. Os resultados apontaram que 94,10% dos estudantes veem que a atividade prática contribuiu/melhorou o ensino de conceitos em poluição das águas. Muitos atestaram que esta metodologia é bem mais prática, rica e fácil, quando comparada a metodologia tradicional (questões 2/88,20% e 5/82,30%), onde o professor usa o quadro branco para explicar o conteúdo. Em contrapartida entre 6 – 32,30%, responderam com alguma indiferença as questões, enquanto 3% destes, não conseguiram relacionar o que aprenderam com a sua realidade. A luz de tais resultados, Moreira (2012), destaca que existem

condições específicas para que haja aprendizagem significativa, tais como: planejamento, organização, recurso instrumental significativo e a predisposição do estudante em aprender o conteúdo.

Gráfico 1- Resultados da avaliação de percepção da aprendizagem e atividade investigativa.



Fonte: Autores (2024).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho mostrou que a experimentação aplicada no intuito de favorecer a aprendizagem significativa no ensino de Química Ambiental é uma ótima alternativa e uma grande aliada para tornar o ensino e a aprendizagem de estudantes do ensino médio de escolas públicas/técnicas mais atraente e eficaz. O trabalho apontou a eficiência da experimentação como metodologia de ensino, pois quando bem organizada e planejada, pode ser de simples aplicação e com excelentes resultados. Além de ressaltar a importância de colocar os estudantes como centro do processo de ensino, os dados coletados e apresentados, serviram como referência para o diálogo sobre a poluição das águas de poços em sala de aula, sendo estes valores apenas um indicativo das concentrações dos poluentes existentes em cada local amostrado. Este projeto também reforça a importância da interdisciplinaridade e multidisciplinaridade, de tal modo que a Química Ambiental não deve ser vista como uma ciência isolada, mas que promova o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes de maneira significativa, com intuito de promover a possibilidade de formação humana, crítica e reflexiva do estudante. E finalmente é possível perceber que ainda existe um razoável caminho a ser percorrido para que as aulas experimentais, sejam implementadas nas escolas, uma vez que, fatores como infraestrutura, tempo, professor, projeto pedagógico, fatores sociais e ambientais, corroboram para dificultar a implementação desta metodologia.

REFERÊNCIAS

APHA; AWWA & WEF Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21. Ed. 2017. Washington: American Public Health Association.

ALENCAR, Vívian Evelyne Silva Araújo; ROCHA, Edson José Paulino da; JÚNIOR, José Augusto de Souza; CARNEIRO, Bruno Santana. Análise de parâmetros de qualidade da água em decorrência de efeitos da precipitação na baia de Guajará – Belém– PA. Revista Brasileira de Geografia Física v.12, n.02 (2019).

ALISON, R. B.; LEITE, A. E. Possibilidades e dificuldades do uso da experimentação no ensino da física. Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor - Caderno PDE (Versão online). V. 1, Paraná, 2016.

ARINI, Gabriel Santos; SANTOS, Isis Valença de Sousa; TORRES, Bavardo Baptista. Uma abordagem de ensino ativo em um experimento de eletrólise. Química Nova na Escola, v.43, n. 2, p. 176-182, 2021. DOI: 10.21577/0104-8899.20160244.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 9897: Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro-RJ, 1987. Disponível: nbr-n-9-897-abnt-1987-planejamento-de-amostragem-de-efluentes-liquidos-e-corpos-receptores.pdf (supremoambiental.com.br). Acesso em: 22 de fev. de 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 9898: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro-RJ, 1987. Disponível: B8E15D63-B64B-4106-81AB-0E807999C6DD_29012020115558.pdf (ceteclins.com.br). Acesso em: 31 de ago. de 2024.

AUSUBEL, David P. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. 1ª Edição PT - 467- jan. de 2003. ISBN 972-707-364-6.

ANVISA- Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Coleta, acondicionamento, transporte, recepção e destinação de amostras para análises laboratoriais no âmbito do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária. Guia nº 19/2019 – versão 3. Copyright©2021.

BAGGIO, Hernando; FREITAS, Mariana de Oliveira; ARAÚJO, Amanda Dias. Análise dos parâmetros físico-químicos oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, potencial hidrogeniônico e temperatura, no baixo curso do rio das Velhas-MG. Caminhos de Geografia Uberlândia v. 17, n. 60. dezembro/2016.

BAIRD, C.; Cann, M.; Química Ambiental; 4th ed.; Bookman: Porto Alegre, 2011.

BALDAQUIM, Matheus Junior; PROENÇA, Amanda Oliveira; SANTOS, Mateus Carneiro Guimarães do; FIGUEIREDO, Márcia Camilo; SILVEIRA, Marcelo Pimentel da. A experimentação investigativa no ensino de química: construindo uma torre de líquidos. ACTIO, Curitiba, v. 3, n. 1, p. 19-36, jan./abr. 2018. DOI: 10.3895/actio.v3n1.6835

BARBOSA, L. S.; PIRES, D. A. T. A importância da experimentação e da contextualização no ensino de ciências e no ensino de química, revista técnica e tecnológica ciências, tecnologia, sociedade, V.2, Nº1.Luziânia.2016.

BRAGA, Benedito – Introdução à engenharia ambiental/ HESPANHOL, Ivanildo; CONEJO, João G. L.; MIERZWA, José Carlos; BARROS, Mario T. L.; SPENCER, Milton; PORTO, Monica; NUCCI, Nelson; JULIANO, Neusa; EIGER, Sérgio. – 2ª ed.- São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL. CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Disponível em: conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=450. Acesso em: 6 de nov. de 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Manual de saneamento / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – 5.ed. Brasília: Funasa, 2019. 545 p.: il. ISBN 978-85-7346-060-5.

BRASIL. EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). PRADO, Rachel Bardy. Manual técnico de coleta, acondicionamento, preservação e análises laboratoriais de amostras de água para fins agrícolas e ambientais / Rachel Bardy Prado, Sílvio Roberto de Lucena Tavares. - Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 97 p. - (Embrapa Solos. Documentos; nº 65) ISSN 1517 -2627.

BRASIL. Ministério da saúde. PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021. Disponível em: 01150312-portaria-gm-ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021.pdf (cevs.rs.gov.br). Acesso em: 31 de ago. de 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano [recurso eletrônico] / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. – Brasília: Ministério da Saúde, 2016. Disponível em: Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (saude.ba.gov.br). Acesso em: 31 de ago. de 2024.

BRASIL. Secretaria de Ensino Médio e Tecnológico. PCN: ensino médio. Brasília: MEC/SEMTEC, 2000. blegais.pdf (mec.gov.br)

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Introdução. Brasília: MEC/SEF, 1997. livro01.pdf (mec.gov.br)

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 212 p. – (Série B. Textos Básicos de Saúde).

BRASIL, Constituição da República Federativa do Brasil. 5 de outubro de 1988.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: www.basenacionalcomum.mec.gov.br/imagens/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 20 de julho de 2023.

CANELA, Maria C., Anne H. Fostierb e Marco T. Grassi. A química ambiental no brasil nos 40 anos da SBQ. Quim. Nova, Vol. 40, No. 6, 634-642, 2017. Doi: http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170076.

CARVALHO, Leal de E.; DOMINGUES de Almeida, L.; DA COSTA, Ferreira, L., RAMOS Vaz, Y., DE LIMA Guimarães, T. C. (2023). Os Quatro Elementos – Uma Proposta de Oficina de Química

Ambiental. Revista Debates Em Ensino De Química, 9(2), 280–292. DOI: https://doi.org/10.53003/redequim.v9i2.5208

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CETESB. Apêndice E – Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. São Paulo, 2017. Acessível em: Apêndice-E-Significado-Ambiental-e-Sanitário-das-variaveis.pdf (cetesb.sp.gov.br). Acesso em: 15 ago. 2024.

COSTA, Aristóteles Gomes; BORGES, Álan Maia; SOTO-BLANCO, Benito. Costa et al. Metais tóxicos e seus efeitos sobre a reprodução dos animais. Revisão de Literatura. Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal (v.14, n.1) p. 108 – 124 jan. – mar. (2020). Disponível em: http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20200010.

COSTA, G. R., & Batista, K. M. (2017). A importância das atividades práticas nas aulas de ciências nas turmas do ensino fundamental. *Revista De Educação Da Universidade Federal Do Vale Do São Francisco*, *7*(12). Recuperado de https://periodicos.univasf.edu.br/index.php/revasf/article/view/20. Acesso em: 26 de ago. de 2024.

CRISPIM, Diêgo Lima; COELHO, Luiz Fernando de Oliveira; OLIVEIRA, Andréa Maria Brandão Mendes de; ANDRADE, Sanduel Oliveira de; CHAVES, Alan Dél Carlos Gomes. Análise Físico-Química das Águas de Três Poços Amazonas no Centro da Cidade de Pombal-P. Geografia, Ensino & Pesquisa, Vol. 21 (2017), n.2, p. 155-163 ISSN: 2236-4994. DOI: 10.5902/2236499422445

DA COSTA ANDRES, F., Andres, S. C., Moreschi, C., Rodrigues, S. O., & Ferst, M. F. (2020). A utilização da plataforma Google Forms em pesquisa acadêmica: relato de experiência. Research, Society and Development, 9(9), e284997174-e284997174. 10.33448/rsd-v9i9.7174

DA SILVA, I. F.; DA SILVA, A. J. P. A experimentação na Educação em Química: Estudo Exploratório Sobre as Percepções de Licenciandos. Rev. Virtual Quim., 2019, 11 (3), 937-957. Data de publicação na Web: 25 de junho de 2019. DOI: 10.21577/1984-6835.20190065.

DIAS, Iessa S., & RIOS, Carla. A. T. B. (2018). Educação ambiental através das aulas de química: A utilização de temas ambientais no contexto da Química ambiental no nível médio. Congresso Nacional de Educação, 5.

DIAS, Heidy Q.; NAYAK, G. N. Geochemistry and bioavailability of mudflats and mangrove sediments and their effect on bioaccumulation in selected organisms within a tropical (Zuari) estuary, Goa, India. 2016. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.02.026.

DINIZ, FÉ; SILVA, CDD da; SILVA, OG da; SANTOS, DB dos. Ensino de Química integrado à temática ambiental: um relato de experiência com alunos do ensino médio. Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento, [S. l., v. 8, pág. e25110817378, 2021. DOI: https://doi.org/10.33448/rsd-v10i8.17378

DOS SANTOS, J. G., & Rodrigues, C. (2018). Educação ambiental no ensino de Química: a “água” como tema gerador.
Environmental education in the teaching of Chemistry: “water” as a generative theme
Educación ambiental en la enseñanza de Química: la “agua” como tema generador. *REMEA - Revista Eletrônica Do Mestrado Em Educação Ambiental*, *35*(2), 62–86. https://doi.org/10.14295/remea.v35i2.7643

ELUMALAI, Vetrimurugan; K. Brindha; Elango Lakshmanan. Human Exposure Risk Assessment Due to Heavy Metals in Groundwater by Pollution Index and Multivariate Statistical Methods: A Case Study from South Africa. Disponível em: https://doi.org/10.3390/w9040234.

FARIAS, Geovana Silvestre; MONTEIRO, Paula Cavalcante; FIGUEIREDO, Márcia Camilo; MEDEIROS, Alex Sandro de. Experimentação no ensino remoto durante a pandemia da covid-19: compreensões e impactos à formação de licenciandos em química. Revista Ciências & Ideias, ISSN 2176-1477. v. 15 - JANEIRO/DEZEMBRO - 2024. DOI: https://doi.org/10.22407/2176-1477/2024.v15.2434

FEITOSA, F.A.C.; MANOEL FILHO, J.; FEITOSA, E.C.; DEMÉTRIO, J.G.A. Hidrologia: conceitos e aplicações, 3 ed. CPRM, Ed, Recife, LABHID, 2008.

FERRAZ, L.., Dourado, A.., Rodrigues, A.., & Rocha, F. A. (2018). Análise da presença de metais pesados na água em diferentes reservatórios subterrâneos no município de vitória da Conquista-BA. Agrarian Academy, 5(09). Recuperado de https://conhecer.org.br/ojs/index.php/agrarian/article/view/5024

FERREIRA, Marcos Vinícios da Silva; GOI, Mara Elisângela Jappe; MEDEIROS, Denise Rosa. Contribuições das atividades experimentais no ensino de química da educação básica. Doi: 10.22407/2176-1477/2021. v. 12, i3.1710.

GOMES, Mirelly Alexandre; RAMOS, Emanuel Victor da Silva; SANTOS, Luís Carlos dos; GOMES, Damião Júnior; GADELHA, Antonio José Ferreira. Investigação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos de qualidade da água de poços no município de Sousa-PB para fins de potabilidade. DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO IFPB | Nº 43. 2018.

GONÇALVES, R. P. N., & Goi, M. E. J. (2019). A experimentação investigativa no ensino de ciências na educação básica. Revista Debates Em Ensino De Química, 4(2 (esp), 207–221. Recuperado de https://journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/1840

GONZAGA, Glaucia Ribeiro; MIRANDA, Jean Carlos; FERREIRA, Matheus Lopes. Ensino do tema tabela periódica na educação básica. Research, Society and Development, v. 9, n.1, e97911657, 2020 .DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i1.1657

GONZALEZ, B. C., & Soares, M. H. F. B. (2023). O Estado da Arte Sobre a Utilização de Jogos Para o Ensino de Química Ambiental e Educação Ambiental. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, e44692, 1–30. https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2023u897926

GU, Y. G.; LIN, Q.; GAO, Y. Metals in exposedlawn soils from 18 urban parks and its human health implications in southern China's largest city, Guangzhou. Journal of Cleaner Production 2016, 115, 122. [CrossRef] https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.031

HAGER, F. P. V. Águas subterrâneas no direito público. 2007. 15f. Monografia (Especialização em Direito Público) - Faculdade Metropolitana de Belo Horizonte, Belo Horizonte, 2007

HERRÁIZ, A. S. La importancia de las aguas subterráneas. La Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, v. 103, n. 1, p. 97-114, 2009

IPECE. (2021). Ceará em Mapas Interativos: Limites municipais do Estado do Ceará. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE). Ceará em Mapas Interativos (ipece.ce.gov.br)

IPECE. (2017). Perfil Municipal. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE). https://www.ipece.ce.gov.br/perfil-municipal-2017/.

KLAASSEN, Curtis D. III; Watkins, John B. Fundamentos em Toxicologia de Casarett e Doull. 2. ed. Porto Alegre: Amgh, 2012.

LEITE, Bruno Silva. A experimentação no ensino de química: uma análise das abordagens nos livros didáticos. Vol. 29 | Núm. 3 | Págs. 61 - 78 | Agosto 2018. https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.3.63726.

LOPES, Ana Raquel; ARAÚJO, Monalisa Porto; MEDEIROS, Leonardo Rafael. Química ambiental no ensino médio: um olhar sobre a educação ambiental e os problemas ambientais que afetam a cidade de itajá/rn. Sociedade 5.0: educação, ciência, tecnologia e amor. Recife. VII COINTER PDVL 2020. DOI: https://doi.org/10.31692/2358-9728.VIICOINTERPDVL.0332

MAINIER, R. J.; MAINIER, F. B. Environmental chemistry applied to High School through laboratory experiments. Seven Editora, *[S. l.]*, p. 542–557, 2024. Disponível em: https://sevenpublicacoes.com.br/editora/article/view/4583. Acesso em: 15 aug. 2024.

MARQUES, José Franscisco Zavaglia; MARQUES, Keiciane Canabarro Drehmer; BRANCHER, Vantor Roberto. Sequência didática sobre qualidade do ar: possibilidades para o ensino de química contextualizado. Ver. Tempos Espaços Educ. v. 13, n.32, e-13431, jan./dez.2020.

MARRA, Régia Cristina; ALMEIDA, Tati de. O ensino de química nos moldes do novo ensino médio: uma oportunidade para o estudo da legislação ambiental. Revbea, São Paulo, V.18, Nº 1: 412-431,2023. DOI: https://doi.org/10.34024/revbea.2023.v18.13864

MANAHAN, Stanley E. Química ambiental. Editora Bookman, 2013

MATHEUS, Simões Santos; HERNANDO, Baggio Filho; AMANDA, Dias Araújo; MARIANA, de Oliveira Freitas; THIAGO, Martins da Costa; ADOLF, Heinrich Horn,. Análise da concentração e distribuição de metais pesados na água do rio das velhas entre a cidade de várzea da palma e o distrito de barra do Guaicuí—MG. Revista Cerrados (Unimontes). Montes Claros – MG, v. 16, n. 1, p. 130-158, jan./jun.-2018. https://doi.org/10.22238/rc24482692201716011301158.

MAHAR, A.; WANG, P.; ALI, A.; AWASTHI, M. K.; LAHORI, A. H.; WANG, Q.; LI, R.; ZHANG, Z. Challenges and opportunities in the phytoremediation of heavy metals contaminated soils: A review. Ecotoxicology and Environmental Safety. v.126, p.111–121, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2015.12.023>. Doi: 10.1016/j.ecoenv.2015.12.023.

MELO, Mayara Soares de; SILVA, Roberto Ribeiro da. Os três níveis do conhecimento químico: dificuldades dos alunos na transição entre o macro, o submicro e o representacional. Revista Exitus, Santarém/PA, Vol. 9, N° 5, p. 301 - 330, Edição Especial 2019. https://doi.org/10.24065/2237-9460.2019v9n5id1109

MENDONÇA, Jean Karlo Acosta; FLORES, Jéssica Soares. Desenvolvimento de uma metodologia simples para determinação da dureza da água. ScientiaTec: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFRS, v.4, n.1, p: 133-142, jan./jun. 2017.

MORES, D., Rosa, R. A., de Matos, S., & Vanin, A. B. (2016). Avaliação da aplicação de oficinas na minimização de dificuldades de aprendizagem no ensino da química. Anuário Pesquisa E Extensão Unoesc Joaçaba, 1, e 12802.

MOREIRA, Marco Antonio. O que é afinal aprendizagem significativa?. Revista Qurriculum, La Laguna, Espanha, 2012.

NASCIMENTO, K. B.; SEIXAS, C. E. O adoecimento do professor da Educação Básica no Brasil: apontamentos da última década de pesquisas. Revista Educação Pública, 2020. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/20/36/o-adoecimento-do-professor-da-educacao-basica-no-brasil-apontamentos-da-ultima-decada-de-pesquisas>. Acesso em: 25 de ago. de 2024.

NEVES, Natália Nascimento; MOURA, Larissa Pereira de; GRAEBNER, Ilmar Bernardo. Tipos de experimentação: a aprendizagem em Química a partir da perspectiva do processo de ressignificação e participação ativa do estudante. Scientia Naturalis, v. 1, n. 1, p. 125-131, 2019. Home page: http://revistas.ufac.br/revista/index.php/SciNat/index.

NUNES, Ana Ignez Belém Lima. Psicologia da aprendizagem/Ana Ignez Belém Lima Nunes; SILVEIRA, Rosemary Nascimento. -3ª edição. rev. – Fortaleza: EdUECE, 2015.

OLIVEIRA, Rosemeire de; CACURO, Thiago A.; FERNANDES, Senira; IRAZUSTA, Silvia Pierre. Aprendizagem Significativa, Educação Ambiental e Ensino de Química: Uma Experiência Realizada em uma Escola Pública. Rev. Virtual Quim., 2016, 8(3), 913-925. DOI: 10.5935/1984-6835.20160066.

OLIVEIRA, O. M., Brasil, M. D., Anjos B. O. Estudo das propriedades do zinco e suas aplicações na construção civil. 22º CBECiMat - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais 06 a 10 de Novembro de 2016, Natal, RN, Brasil. Disponível em: https://www.metallum.com.br/22cbecimat/anais/PDF/304-248.pdf. Acesso em:06 de novembro de 2023.

OLIVEIRA, Cleidiane da Silva; MAIA, Maxwell Lima; MORAIS, Sara Maria Peres de; DIEZ, Sebastian; SANTOS, Ítalo Lima dos; PRAXEDES, Antônia Luana Fernandes; SOUSA, Francisco Wagner de. O ensino de química ambiental: A experimentação como potencializadora da aprendizagem significativa sobre a temática poluição atmosférica. Research, Society and Development, v. 13, n. 2, e9113245040, 2024 (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v13i2.45040.

PAE – RH (Plano de Ações Estratégicas de Recursos Hídricos do Ceará, 2018). Secretaria dos Recursos Hídricos. Acessível em: PLANO-DE-ACOES-ESTRATEGICAS-DE-RECURSOS-HIDRICOS-CE_2018.pdf (srh.ce.gov.br). Acesso em: 25 de ago. de 2024.

PEIXOTO, A. G. O uso de metodologias ativas como ferramenta de potencialização da aprendizagem de diagramas de caso de uso. *Outras Palavras*, Brasília, DF, v. 12, n. 2, p. 35-50, 2016.

PETRI, Giani; VON WANGENHEIM, Christiane Gresse; BORGATTO, Adriano Ferreti. Evolução de um Modelo de Avaliação de Jogos para o Ensino de Computação. *In*: WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO (WEI), 25., 2017, São Paulo. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2017. ISSN 2595-6175. DOI: https://doi.org/10.5753/wei.2017.3549.

RECURSOS HÍDRICOS. Orientações para a utilização de águas subterrâneas no estado de São Paulo. Secretária de saneamento e recursos hídricos - SP. Imprensa Oficial do Estado de SP. Junho, 2015. Disponível em: https://sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/9301/revista_aguas_subterraneas.pdf. Acesso 12/09/2024

ROCHA, Rafaela Vilela da; BITTENCOURT, Ig Ibert; ISOTANI, Seiji. Avaliação de Jogos Sérios: questionário para autoavaliação e avaliação da reação do aprendiz. XIV SBGames – Teresina – PI – Brazil, November 11th - 13th, 2015.

ROCHA, Carlos J. T.; ALTARUGIO, Maisa Helena. Aspectos do professor perito e o ensino investigativo na integração de aulas de química. O ensino de química 1 – Atena, 2019.

SANTANA, da Silva Sousa; Sousa Silva, Wanderson; Leal de Miranda, João Antônio; Almeida Rocha, Jefferson. Análise físico-química e microbiológica da água do rio Grajaú, na cidade de Grajaú – MA. Ciência e Natura, vol. 38, núm. 3, septiembre-diciembre, 2016, pp. 1615-1625 Universidade Federal de Santa Maria Santa Maria, Brasil.

SANTOS, D. M.; ROYER, M. R. Uma Análise da Percepção dos Alunos sobre a Química Verde e a Educação Ambiental no Ensino de Química. Revista Debates em Ensino de Química, [S. l.], v. 4, n. 2, p. 142–164, 2018. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/1805.> Acesso em: 12 jun. 2023

SANTOS, G. G.; SOUZA, D. N. Experimentação real versus experimentação ideal no ensino de ciências e a prática do pensamento crítico, 2016. Doi: 10.14808/sci.plena.2016.112716.

SANTOS, L. R. dos, MENEZES, J. A. de. A experimentação no ensino de Química: principais abordagens, problemas e desafios. Rev. Eletrônica Pesquiseduca. Santos, Volume 12, número 26, p. 180-207, jan.- abril, 2020. recuperado de https://periodicos.unisantos.br/pesquiseduca/article/view/940

SBQ -Sociedade Brasileira De Química(sd). Sobre a Divisão de Química Ambiental. Divisão Científica -Química Ambiental. São Paulo. Disponível em: http://www.sbq.org.br/ambiental/pagina/sobre-divisao-de-quimica-ambiental. Acesso em: 22 de agosto de 2023.

SCHORR, Adriano de Sousa. Tratamento de águas e efluentes- Rio de Janeiro- editora: Freitas Bastos. 2022. 208 p.

SILVA et al. 2017. Parâmetros físico-químicos da água utilizada para consumo nas escolas municipais da zona urbana de Esperança/PB. Revista Brasileira de Gestão Ambiental (Pombal -PB -Brasil), v. 11, n.01, p.36 -41, jan.-dez, 2017. DOI: https://doi.org/10.14295/ras.v31i2.28807

SILVA, C. M.; ARBILLA, G. Antropoceno: Os Desafios de um Novo Mundo. Revista Virtual de Química 2018, 10, 1619.

SILVA, E. C. C.; ROCHA, C. B.; CUNHA, F, F. O óleo da castanha do Pará: contextualizando a presença do selênio e da vitamina E. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.7, n.7, p.65889-65897, jul. 2021. DOI:10.34117/bjdv7n7-048.

SILVA, Jaqueline Monteiro da; RIOS, Carla Alice Theodoro Batista; BRITO, Jefferson Almeida de. A química ambiental sob a ótica dos alunos do curso técnico integrado em mineração do IFAP. 2020. http://repositorio.ifap.edu.br/jspui/handle/prefix/251

SILVEIRA, Alves F.., Portela Vasconcelos, A. K.., & de Goes Sampaio, C. (2022). Experimentação investigativa no tópico chuva ácida: estratégia de ensino na formação inicial docente consoante o contexto da aprendizagem significativa. *Ensino De Ciências E Tecnologia Em Revista – ENCITEC* , *12*(1), 119-136. https://doi.org/10.31512/encitec.v12i1.557

TAHA, Marli Spat; LOPES, Cátia Silene Carrazoni; SOARES, Emerson de Lima; VANDERLEI Folmer. Experimentação como ferramenta pedagógica para o ensino de ciências. Experiências em Ensino de Ciências V.11, No. 1. 2016.

UECHI, D, A. GABAS, S, G. LASTORIA, G. Análise de metais pesados no sistema Aquífero Bauru em Mato Grosso do Sul. Engenharia sanitária ambiental. v.22, n.1, p. 155-167, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1413-41522016142430. Acesso em: 31 de ago. de 2024.

VOGEL, N.; Beltrame, T. Tratamento de cátions sódio e potássio presentes em água produzida de petróleo sintética: uso de eletroanálise. VOGEL, N.; BELTRAME, T.F. Águas Subterrâneas, v. 36, n. 2, e-30139, 2022.

VIEIRA, H. C., Castro, A. E. D., & Schuch Júnior, V. F. (2010). O uso de questionários via e-mail em pesquisas acadêmicas sob a ótica dos respondentes. XIII SEMEAD Seminários em administração, 17(1), 01-13.

WHO (World Health Organization). Guidelines for Drinking -water Quality. Library Cataloguing-in-Publication Data. Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum. ISBN 978-92-4-154995-0. World Health Organization 2017. Disponível em: https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950. Acesso em: 06 de novembro de 2023.